

# ASFALTO

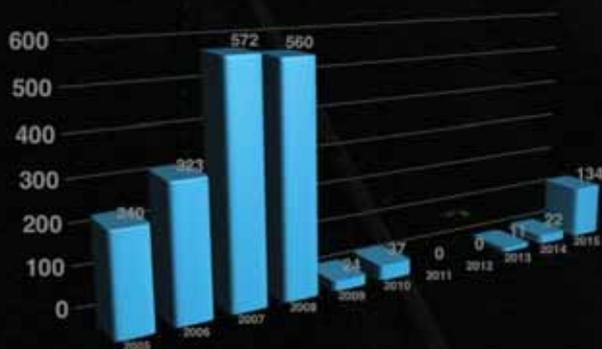
## Y pavimentación

Número 19 · Volumen V · Cuarto trimestre · 2015

número **19**

LICITACIONES DE OBRAS DE CLAVE 32 / REFUERZOS DE FIRMES (M€)

MINISTERIO DE FOMENTO, PERÍODO 2005-2015



# INTRAME

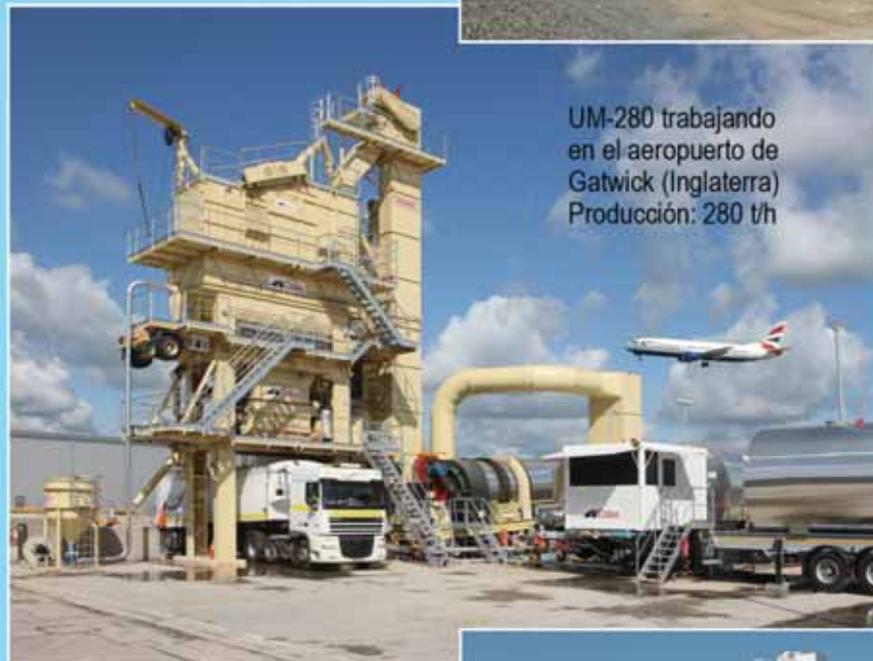
## PLANTAS ASFÁLTICAS ▶ DEL TIPO ESTACIONARIO

Producciones de 80 a 400 t/h.

Equipos de reciclado en frío y en caliente como accesorios.



InNova 350 trabajando  
en Polonia  
Producción: 350 t/h



UM-280 trabajando  
en el aeropuerto de  
Gatwick (Inglaterra)  
Producción: 280 t/h

## ◀ PLANTAS ASFÁLTICAS ULTRA-MÓVILES

Producciones de 80 a 400 t/h.

Todas las unidades  
principales montadas  
sobre ruedas

Equipos móviles de reciclado  
en frío y en caliente como  
accesorios

## PLANTAS ASFÁLTICAS ▶ MODULARES

Producciones de 80 a 400 t/h.

Transporte y montaje rápidos.  
Todas las unidades montadas  
sobre repartidores de carga.

# INTRAME

Industrial de Transformados Metálicos S.A.

Oficina Comercial:

Núñez de Balboa, 85 · 28006 Madrid  
Tel.: 91 577 60 08 - Fax: 91 576 09 37  
e-mail: comercial@intrame.com



M-280 trabajando  
en Gerona  
Producción: 280 t/h



Número 19 · Volumen V  
Cuarto trimestre · 2015

#### ASFALTO Y PAVIMENTACIÓN

##### Director

Juan José Potti

##### Comité de Redacción

Alberto Bardesi, Andrés Costa,  
Jesús Felipe, Jacinto Luis García  
Santiago, Lucía Miranda, Jorge Ortiz,  
Anna París, José Luis Peña,  
Nuria Querol, Ángel Sampedro,  
José Antonio Soto, Miguel Ángel del Val

##### Secretario

Andrés Pérez de Lema

##### Coordinador

José Carlos Cámara

##### Secretaría

Lies Ober

##### Editorial Prensa Técnica, S. L.

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

##### Suscripción anual (4 números)

España: 10 €  
Extranjero: 12 €

ISSN: 2174-2189

Depósito Legal: M21967-2011

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

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

# Sumario

Número 19 · Volumen V · Cuarto trimestre · 2015

## Editorial

La conservación de las carreteras

05

## Tribuna

Juan José Potti

07

## Tribuna

Jorge Ortiz Ripoll

09

## Tribuna

Felipe Nougés

11

## Recuperación de daño en mezclas bituminosas. Análisis de su capacidad auto-reparadora para optimizar la conservación de firmes de carreteras

13

Fernando Moreno Navarro, Miguel del Sol Sánchez,  
Gema García Travé, M<sup>a</sup> Carmen Rubio Gámez

## Sistema de inspección visual automática de carreteras mediante técnicas de procesamiento 2D/3D

27

Carlos García Serrada, Eduardo Vara Pazos,  
Roberto Medina Aparicio, José Llamas Fernández,  
Jaime Gómez García-Bermejo, Eduardo Zalama Casanova

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

35

Andrés Costa

## Secciones fijas

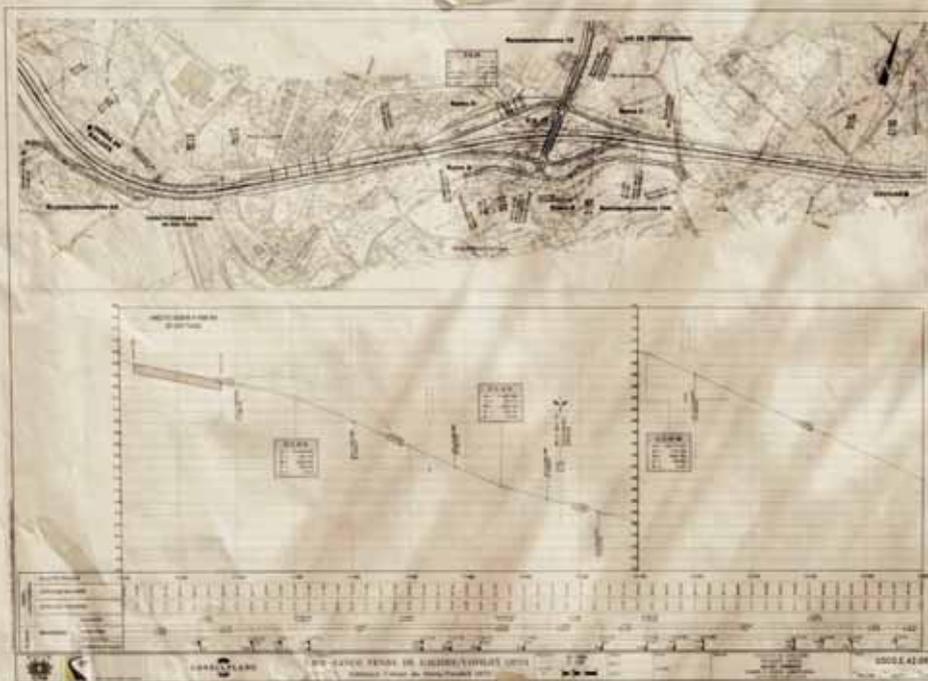
Descripción de ensayos para mezclas bituminosas,  
Normativa, Noticias, Calendario, Mirando al pasado,  
'Asfalteros' por el mundo, Lecturas recomendadas,  
Lecturas comentadas, I+D, Redes sociales,  
Observatorio de mercado, Afirmaciones asfálticas

39

## Tribuna

Pete Grass

59



## ***1/4 de obra es obra nuestra***

Quien está acostumbrado a acometer grandes proyectos sabe que confiar en Galp Energía significa tranquilidad al respecto de una parte de su obra. Desde los combustibles y el fuelóleo pasando por los betunes, Galp Energía garantiza un servicio y un acompañamiento técnico orientado al cliente y sin errores en los momentos críticos. Una seguridad que sólo alguien que está cerca del cliente puede ofrecer. Use nuestra energía y manos a la obra.

Tel.: 91 714 67 00 - Fax: 91 714 68 71 - E-mail: [buzon.espana@galpenergia.com](mailto:buzon.espana@galpenergia.com)



**galp**  
energía

# La conservación de las carreteras

 a empiezan a constituir un lugar común las referencias a la importancia de la conservación viaria en las condiciones de seguridad de los usuarios, especialmente en un país como España en el que alrededor del 90% del transporte de viajeros y el 85% del de mercancías se realizan por carretera. También son habituales los recordatorios del carácter social de la carretera, por lo que las atenciones a ella solo deberían situarse por debajo de las requeridas por la educación y por la sanidad. Sin embargo, parece que las administraciones titulares de las carreteras (Administración general del Estado, comunidades autónomas y diputaciones forales, diputaciones provinciales, cabildos y consejos insulares) no fueran verdaderamente conscientes de ello.

Como es sabido en los Presupuestos Generales del Estado se incluyen dos programas directamente relacionados con las carreteras en la Sección 17 (Ministerio de Fomento): el 453 B (Creación de infraestructura de carreteras) y el 453C (Conservación y explotación de carreteras). Con este último se abordan, por un lado, las actividades ordinarias de conservación y explotación (a las que coloquialmente se suele denominar de "conservación integral"), ligadas fundamentalmente al mantenimiento de la vialidad en condiciones de seguridad y de comodidad; por otro lado están las actuaciones de mejora y reposición de los distintos elementos de la carretera (señales, firmes, drenajes...), entre las que destacan las renovaciones superficiales de los pavimentos y las rehabilitaciones estructurales de los firmes. Estas actuaciones concretas de renovación superficial y de rehabilitación estructural corresponden a los proyectos denominados de clave 32 en el Ministerio de Fomento.

Si se consideran las inversiones reales en dicho Programa 453C en el periodo 2005-2015 se aprecia claramente el recorte presupuestario de los últimos años, pero de todos modos las asignaciones del Programa se han mantenido en el nivel de los 800 millones de euros anuales, incluso por encima de lo que había en la primera mitad de la década pasada, en años de expansión económica. Pero si se consideran únicamente las licitaciones correspondientes a esos proyectos de clave 32 las cosas se ven de manera distinta: de 2009 a 2014 esas licitaciones descien-

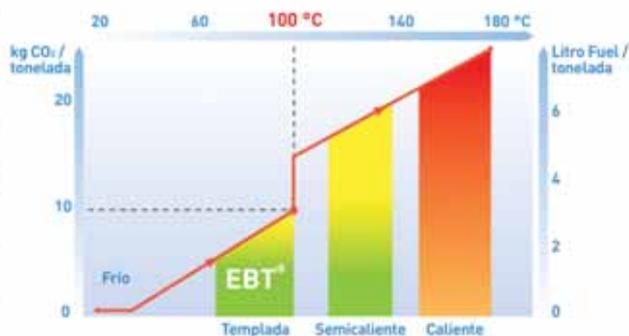
den a niveles muy por debajo de los registrados en el pasado, hasta el punto de que ni siquiera hubo licitaciones ni en 2011 ni en 2012 y fueron ridículamente bajas en 2013.

Esta situación ha sido similar, cuando no peor, en la mayoría de las otras administraciones españolas titulares de carreteras. Como ha sido puesto de manifiesto en los estudios llevados a cabo por alguna asociación del sector y así mismo revelan las encuestas realizadas entre profesionales del transporte el deterioro de los principales elementos de las carreteras (pavimentos y señales) es en algunos casos ya insostenible. Se ha estimado que el déficit acumulado en tareas de mejora y reposición de estos elementos en el conjunto de las redes de carreteras españolas está por encima de los 6.500 millones de euros.

Por otro lado, otro punto de preocupación es la falta de transparencia de esas administraciones, que no proporcionan información, ni siquiera cuando expresamente se les solicita al amparo de la legislación vigente, sobre el estado preciso de los distintos tramos de sus redes. En algunos casos la razón estriba en que no tienen elaborados los indicadores precisos a partir de las correspondientes mediciones; en otros casos prefieren ocultar esas informaciones, limitándose a criticar las evaluaciones fundamentalmente cualitativas a las que se ha hecho referencia más arriba.

Aunque la situación ha mejorado un poco en 2015 y algunas administraciones parece que presentan unas perspectivas ligeramente mejores de cara a 2016, hay que seguir insistiendo en que la gestión de las partidas asignadas globalmente a conservación y explotación (como las incluidas en el citado Programa 453C del Ministerio de Fomento) debe ser muy distinta a como ha sido en estos últimos años. Esa gestión debe tener en cuenta que las cantidades destinadas a mejora y reposición de firmes, señales y otros elementos de las carreteras deben ser acordes con el valor patrimonial de estos elementos y, muy importante, mantenerse con continuidad a lo largo de los años. Es algo que esos gestores públicos están obligados a ofrecer no solo a un determinado sector productivo ligado directamente a estas actividades, sino sobre todo al conjunto de los ciudadanos.

Con las Mezclas Templadas con Betún,  
el código de la circulación ha cambiado.



### Mezclas Templadas con Betún, una nueva generación de mezclas asfálticas

Para un futuro más responsable, Eiffage Infraestructuras ha desarrollado las mezclas templadas con betún. Fabricada a menos de 100°C y aplicada hasta 75°C, esta mezcla templada a baja temperatura posee cualidades excepcionales :

- un consumo de energía dos veces inferior al de una mezcla convencional,
- una disminución del 50% de las emisiones de gas de efecto invernadero,
- un confort de aplicación inigualable.

Premio Mundial AIPCR 2007  
del desarrollo sostenible

[www.infraestructuras.eiffage.es](http://www.infraestructuras.eiffage.es)

**EIFFAGE**  
INFRAESTRUCTURAS

**RUS**  
EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS

**TRIALSA**  
EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS

**PANASFALTO**  
EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS

**LOS SERRANOS**

# Las palabras adecuadas son importantes



**Juan José Potti**  
Presidente ejecutivo  
Asefma

El gráfico de la portada de este número 19 de la revista *Asfalto y Pavimentación* resulta, sin duda, muy contundente. En el gráfico se puede apreciar cómo, desde el año 2008, la licitación de obras de refuerzo de firmes del Ministerio de Fomento ha alcanzado mínimos históricos en el Programa 453C de los Presupuestos Generales del Estado.

Se llegaron a contabilizar más de 900 días, como destacó otra portada de esta revista, sin obras de refuerzo de firmes en el Ministerio de Fomento. La excepción a este desolador panorama se inició los años 2013 y 2014. No es la intención de esta tribuna poner de manifiesto las razones que impulsaron ese cambio, aunque los hechos que se produjeron en abril de 2013 no son ajenos al firmante de esta tribuna.

El objetivo de estas líneas es reflexionar sobre la *terminología* habitual del sector y las palabras adecuadas. No es lo mismo. Es más, pueden ser muy diferentes.

Hemos pasado muchos años, demasiados, soportando la crisis económica y, sin embargo, el mensaje oficial del Ministerio de Fomento era: "*mantenemos el esfuerzo en la conservación de las carreteras*" o "*nuestra prioridad es la conservación de carreteras*". Este era el mensaje oficial del Ministerio de Fomento en la época de D. José Blanco y también en la de D<sup>a</sup> Ana Pastor. Nada más lejos de la realidad. ¿Cómo se pueden pasar más de 900 días sin licitar obras de refuerzo de firmes y mantener el mensaje oficial a favor de la conservación? Una buena parte de la explicación radica en la *terminología* habitual.

Mientras sigamos denominando "*contratos de conservación integral*" a lo que son contratos de explotación, las administraciones de carreteras seguirán confundiendo la auténtica conservación de los firmes de nuestras carreteras con los contratos de explotación, cuyo objetivo es mantener las

condiciones adecuadas del tráfico por carretera. Es preciso hacerlo, no lo pongo en cuestión, pero eso no es "*conservación integral*". Estos contratos no se ocupan, en absoluto, de los daños estructurales que soporta el firme de la carretera como consecuencia del tráfico y las condiciones climatológicas. De eso se ocupan las licitaciones de refuerzos de firmes, obras de clave 32, en la denominación del Ministerio de Fomento.

Siendo importante esta matización, es todavía más grave denominar "*conservación extraordinaria*" a lo que debería ser un programa de conservación basada en la conservación preventiva. Esta es la más grave diferencia entre la *terminología* habitual y las palabras adecuadas.

Estos años de crisis muy profunda han demostrado, en otros países, que la estrategia de conservación más eficiente desde el punto de vista económico y de la seguridad vial es la conservación preventiva. La conservación preventiva debe ser, como todo el mundo sabe, planificada, estable, programada y vinculada al valor patrimonial de la red de carreteras. Estas mismas palabras fueron repetidas en varias ocasiones durante el I Congreso PPRS de París de este año y en el I Congreso Multisectorial de la Carretera de Valladolid.

Si damos por buenos estos conceptos, la conservación debe ser "*planificada, estable y programada*". Hay muchas y poderosas razones, más allá de las razones económicas y de seguridad vial, a favor de este criterio: ahorro de combustible de los vehículos, reducción de las emisiones, reducción de los gastos de mantenimiento de los vehículos, etc.

Ante estas poderosas razones, propongo que se elimine de manera inmediata la denominación "*conservación extraordinaria*" para referirse a la conservación estructural de los firmes de nuestras carreteras. Si la conservación preventiva ha demostrado ser mucho más eficaz que la conservación curativa y la conservación preventiva está basada en los conceptos "*planificada, estable y programada*", es evidente que algo planificado, estable y programado no cabe en una conservación denominada "*conservación extraordinaria*".

Empecemos a llamar a las cosas por su nombre. El valor de las palabras es muy importante y las palabras adecuadas son muy importantes, también en la conservación de los firmes de nuestras carreteras.

1988 - 2013  
**25** AÑOS

# VIATOP®

## El "Pellet".

### Liderando las SMA desde 1988



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



Fibras diseñadas  
por la naturaleza  
Una compañía del grupo JRS

C/ Venezuela, 103, 4ª planta., 08019 Barcelona  
Tel: 933 262 880 • Fax: 933 262 897  
[www.jrsiberica.com](http://www.jrsiberica.com) • [info@jrsiberica.com](mailto:info@jrsiberica.com)

# Impulsar la innovación



**Jorge Ortiz Ripoll**  
Vocal de la revista  
Asfalto y Pavimentación

La innovación es un componente imprescindible para progresar hacia tecnologías cada vez más eficientes y más respetuosas con el Medio Ambiente, particularmente, en el ámbito de la construcción y conservación de infraestructuras, que exige grandes consumos de materias primas y energía, y puede generar importantes volúmenes de emisiones y residuos.

La Estrategia Estatal de Innovación (e2i) incorporada a la Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación de 2011 comprende, entre otros instrumentos, la Compra Pública Innovadora. Por su parte, la Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre Contratación Pública, de 26 de febrero de 2014, destaca la obligación que tienen los poderes públicos de hacer la mejor utilización estratégica posible de la contratación pública para fomentar la innovación. “La adquisición de bienes, obras y servicios innovadores desempeña un papel clave en la mejora de la eficiencia y la calidad de los servicios públicos, al mismo tiempo que responde a desafíos fundamentales para la sociedad” (Considerando 47).

Es indiscutible el interés de la Compra Pública Innovadora como nuevo método de comercialización y de ordenación de las prácticas empresariales basado en esa novedosa regulación. Sin embargo, en esta Tribuna queremos llamar la atención de nuestros lectores sobre aspectos más cotidianos de la relación administración-constructor que tienen la misma si no mayor relevancia desde el punto de vista de su contribución a la innovación. Nos referimos a las especificaciones técnicas que forman parte de cualquier proyecto, entre ellos los de construcción y conservación de firmes, que pueden ser redactadas de muy diferentes maneras e impulsar muy distintamente los diseños, productos o procesos innovadores.

En particular, las tradicionales especificaciones de receta, es decir, aquellas que establecen numerosas, exhaustivas y tuteladas prescripciones sobre diseños, materiales, procesos y productos, constituyen un innegable freno a la innovación. En el extremo opuesto, desde ese punto de vista, se hallan las especificaciones orientadas a resultados o de prestaciones. Precisamente por ello la evolución hacia pliegos basados en prestaciones es una tendencia mundial, fundamental para incrementar el uso de tecnologías cada vez más eficientes y ambientalmente respetuosas.

La sobre-especificación es otro de los riesgos de las especificaciones de receta y, especialmente, de prescribir simultáneamente sobre los procesos constructivos y sobre el producto final. Sobre-especificar deja al constructor en una injusta situación de indefensión y mata la innovación, según la gráfica expresión que puede leerse en la Guía para las autoridades públicas sobre Contratación Pública de la Innovación de la Comisión Europea.

Desde su implantación en 2006, El Código Técnico de la Edificación de España (CTE) supuso la evolución que antes mencionábamos y aún encontramos a faltar en el ámbito de los firmes de carreteras: sustituyó una regulación de carácter prescriptivo, en cuanto a procedimientos aceptados o las guías técnicas que debían seguirse para construir un edificio, por un enfoque por objetivos o prestaciones, entendidas éstas como el conjunto de características objetivas de un edificio que contribuyen a determinar su aptitud para responder a las diferentes funciones para las que fue diseñado. El CTE se encarga de enunciar los criterios que deben cumplir los edificios pero deja abierta la forma en que deben cumplirse estos criterios. Sin duda, ha sido concebido pensando en ofrecer oportunidades a la innovación.

Especificar por prestaciones equivale también a conformar un cuerpo normativo más sencillo, objetivo y alejado de la indeseable sobre-especificación. Hace innecesario, por ejemplo, distinguir las prescripciones para la fabricación de mezclas bituminosas convencionales de las de mezclas recicladas, del mismo modo que las prescripciones exigidas a un acero estructural no distinguen si éste procede de fundir chatarra o mineral de hierro.

## Impulsar la innovación

En definitiva, las especificaciones funcionales o de comportamiento son el marco idóneo en el que administración, proyectistas, directores de obra y constructores, pueden desplegar su máxima contribución a la innovación. En él se produce, además, la asignación de responsabilidades más adecuada, pues cada uno de los agentes implicados las asume en el ámbito más estricto de su especialidad.

Sigamos el consejo de Einstein y dejemos de hacer lo mismo si deseamos obtener resultados diferentes. Hace años que España cuenta con un sector de la construcción comparable, en todos los aspectos, al de cualquiera de los países más avanzados de su entorno socioeconómico. Sin embargo nos hallamos demasiado distantes de la frecuencia con que allí se aplican las soluciones más innovadoras o de sus elevadas tasas de reutilización. No descartemos que ello tenga más que ver con nuestro propio marco normativo que con el distinto potencial innovador de nuestras empresas.

#33

### AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Las rodaduras asfálticas posibilitarían captar energía mecánica vibracional por medio de elementos piezoeléctricos situados bajo ellas, siendo su almacenamiento viable y competitivo” (Proyecto REC: Captación de energía en la carretera mediante transductores piezoeléctricos, número 18)

#INGENIERÍA

# 34 años no es poco



**Felipe Nougés**  
Secretario Permanente  
Congresos Ibero  
Latinoamericanos del Asfalto

Es un gran honor tener la posibilidad de llegar a los lectores de ASFALTO Y PAVIMENTACIÓN ocupando su tribuna pocos días después de haber celebrado, con gran éxito, la edición número XVIII del **Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto (CILA)** en la ciudad de San Carlos de Bariloche, Patagonia Argentina.

Y el momento es más que oportuno, ya que estos días nos ubican en el espacio y tiempo de reflexión que anualmente utilizamos para mirar hacia atrás, evaluando nuestros aciertos y errores, y salir en busca del futuro con la esperanza de que sea superador. Siempre buscamos que lo mejor sea lo que vendrá.

Por ello, queremos utilizar esta tribuna para mirar “hacia atrás” la rica historia del CILA y sus 34 exitosos años de “vida”, y compartir con ustedes nuestra mirada hacia los desafíos que tenemos por adelante.

Hacia fines de la década de “los 70”, el Dr. Jorge Agnusdei (Comisión Permanente del Asfalto de Argentina) y el Ing. Hélio Farah (Instituto Brasileiro del Petróleo), preocupados por el buen uso de los ligantes asfálticos en las obras de pavimentación, comenzaron a *pensar e imaginar* que Latinoamérica necesitaría un ámbito técnico de análisis y discusión donde compartir experiencias y conocimientos acerca de un material cuyo uso sería masivo en las incipientes redes viarias de los países de la región. De un tímido intercambio de cartas nació el **Primer Congreso Latinoamericano del Asfalto**, celebrado en Río de Janeiro, Brasil, entre el 6 y el 11 de diciembre de 1981, organizado por el Instituto Brasileiro del Petróleo.

Seguramente Jorge y Hélio, como todos los conocíamos, jamás pensaron que aquel encuentro de un pequeño grupo de tecnólogos, con la presentación de 25 trabajos técnicos, sería el inicio de un fecundo camino durante el cual, cada

dos años y en forma ininterrumpida, se han ido celebrando las 18 ediciones del CILA en 16 países.

Tempranamente (1983), España mostró su interés en participar. Los antecedentes muestran que la mítica figura del Ingeniero Juan Antonio Fernández del Campo logró la incorporación plena de España y Portugal al Congreso y el cambio de denominación a partir del **III Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto** (1985), celebrado en Cartagena de Indias (Colombia).

Actualmente, el CILA cuenta con Delegados en 18 países latinoamericanos, España y Portugal. También, y en carácter de país adherido, los Estados Unidos de América, con su importante comunidad latina, integran el Congreso.

En agosto de 2012 se produjo la desaparición física de Jorge Agnusdei y a mediados de 2014, la de Hélio Farah. Sin embargo, la *magia* del CILA siguió *presente*, poniendo en evidencia valores que Jorge y Hélio supieron inculcar en quienes los acompañamos CILA tras CILA.

La pérdida de los *fundadores vitalicios* nos abrió las puertas a un trabajo en equipo, a pensar *juntos* líneas estratégicas de acción y a consolidar vínculos personales que, queremos resaltar en esta columna, exceden el marco laboral o profesional, para convertirse en franca amistad.

España estuvo representada por Juan Antonio Fernández del Campo desde 1985 hasta 2001 (Perú) y en 1999 organizó el **X CILA** en la ciudad de Sevilla.

**¡Imborrable recuerdo para los que tuvimos el privilegio de participar!**

Desaparecido Juan Antonio, nuestros amigos Alberto Bardesi y Juan José Potti han asumido la representación española y se han convertido en actores centrales de los Congresos.

¡Sabemos que podemos contar con ellos! Siempre estarán dispuestos a subir a un avión y decir ¡presente! donde el CILA los necesite.

**Cerramos el 2015 con la satisfacción de saber que hemos cumplido con nuestro trabajo.**

Un CILA más en un escenario magnífico. Al confín más austral de América Latina llegaron más de 650 participantes. Y pudimos llegar gratuitamente a muchos más con la transmisión en streaming.

## 34 años no es poco

Porque quisimos... y pudimos divulgar!!  
Por todo esto, decimos que 34 años no es poco.  
Pero tampoco es poco si:

- Pensamos dónde estábamos en 1981 y dónde estamos hoy... Cómo eran y cómo son nuestras redes viales.
- ¿Qué sabíamos y qué sabemos del asfalto?
- ¿Cuántos vehículos (de todo tipo) había y cuántos hay? ¿Cuánto se transportaba y cuánto se transporta?
- Tomamos en cuenta el papel que la movilidad y las comunicaciones representan como indicadores fundamentales de desarrollo y ascenso social.
- Asumimos responsablemente la necesidad y la importancia de preservar recursos naturales.
- Nos comprometemos para mitigar y reducir daños ambientales. Desafío impensado pocos años atrás, que genera controversia a nivel global.

Por todo esto es por lo que caminamos con el CILA hacia el futuro, convencidos de que lo mejor, siempre, es lo que vendrá.

# ESPECIALISTAS EN LA CARRETERA

## Infraestructuras, equipamientos y materiales



**Editorial Prensa Técnica**

Castiello de Jaca, 29, 3º Puerta 2 • 28050 Madrid  
Tel. 91 287 71 95 • Directo 629 877 460  
E-mail: [info@editorialprensatecnica.net](mailto:info@editorialprensatecnica.net)  
Web: [www.editorialprensatecnica.net](http://www.editorialprensatecnica.net)

# Recuperación de daño en mezclas bituminosas. Análisis de su capacidad auto-reparadora para optimizar la conservación de firmes de carreteras

Fernando Moreno Navarro, fmoreno@ugr.es  
Miguel del Sol Sánchez, msol@ugr.es

Gema García Travé, labic@ugr.es  
M<sup>a</sup> Carmen Rubio Gámez, mcrubio@ugr.es

LabIC.UGR. E. T. S. I. C. C. P. (Universidad de Granada)

Durante los últimos años, son muchos los estudios que están siendo llevados a cabo en torno al análisis de la capacidad auto-reparadora de las mezclas bituminosas, existiendo actualmente cierta controversia sobre la verdadera capacidad para recuperar el daño producido en estos materiales. Este trabajo pretende profundizar en dicho aspecto, teniendo en cuenta variables como el tipo de betún utilizado en la fabricación de la mezcla o la inducción de temperatura para favorecer el proceso de auto-reparación. Los resultados obtenidos muestran que la recuperación de propiedades mecánicas (como el módulo de rigidez) observada en materiales bituminosos sometidos a periodos de descanso sin inducción de calor, es principalmente debida a la reversibilidad de fenómenos como la tixotropía. Además, se observa que a pesar de que es posible recuperar parte del daño producido en las mezclas, aplicando únicamente la inducción de calor no es posible recuperar las propiedades iniciales del material.

**Palabras clave:** capacidad auto-reparadora de las mezclas bituminosas

In recent years, many studies have assessed how the healing phenomenon could recover the stiffness or the strength of bituminous materials. Nevertheless, some factors that appear during these studies have opened up a debate about whether a recovery of the damage actually occurs, and whether this recovery is lasting. This study attempts to provide an approach to these questions. For this purpose, an analysis at both a micro and macro damage level has been carried out, taking into account different variables. The main conclusions drawn from this study are that during rest periods without heating induction, the recovery produced in the material is mainly due to reversible phenomena. Furthermore, it has been demonstrated that, although healing can recover part of the damage caused by fatigue processes, it cannot restore the initial properties of the material.

**Keywords:** stiffness or the strength of bituminous materials

## 1. Introducción

Los pavimentos asfálticos son estructuras lineales diseñadas para soportar las cargas cíclicas (principalmente debidas al paso del tráfico rodado y los gradientes térmicos), que van apareciendo a lo largo de los años de servicio para los que son proyectados.

Dado que las tensiones inducidas por dichas cargas se encuentran considerablemente por debajo del límite de resistencia a rotura de los materiales bituminosos empleados en su construcción (siempre y cuando posean la estabilidad y cohesión requeridas), puede decirse que el principal modo de fallo que termina agotando la vida de servicio del pavimento es la fatiga.

# Recuperación de daño en mezclas bituminosas. Análisis de su capacidad auto-reparadora para optimizar la conservación de firmes de carreteras

Por ello, este fenómeno puede considerarse como una de las principales preocupaciones en ingeniería de pavimentos, habiéndose convertido en uno de los más estudiados a nivel mundial. Algunos estudios demuestran que durante el desarrollo de los procesos de fatiga bajo carga cíclica en mezclas bituminosas pueden distinguirse tres fases (Di Benedetto, Nguyen, & Sauzéat, 2011; Florence, 2005; Jenq & Perng, 1991):

- Una inicial donde coexisten fenómenos como las deformaciones plásticas o asociados a la naturaleza visco-elástica del material (tixotropía, disipación de calor, etc.), pero en la que no aparece daño en el material (no hay rotura de enlaces químicos, solo movimiento molecular).
- Una segunda fase donde empiezan a aparecer fisuras a escala microscópica (debido a la creciente rotura de enlaces), que es considerada como la fase de inicio del daño por fatiga (micro-fisuración).
- Finalmente, durante la tercera fase se produce la coalescencia e interconexión de las micro-fisuras aparecidas en la etapa anterior dando lugar a la aparición de daño localizado a nivel macroscópico (macro-fisuras), que provoca la propagación del daño por fatiga hasta causar el fallo del material.

Tradicionalmente, durante los estudios de fatiga en estos materiales, el daño medido durante la fase de propagación ha sido considerado permanente e irreversible. No obstante, en los últimos años se han llevado a cabo estudios que demuestran que el cierre total o parcial de las macro-fisuras es posible tras largos periodos de descanso y/o la exposición del material a temperaturas elevadas (Liu, García, Schlangen, & van de Ven, 2011). Este fenómeno se conoce como "healing", y pone de manifiesto la capacidad recuperadora de daño de las mezclas bituminosas que podría contribuir notablemente a alargar la vida de servicio de los pavimentos (Little & Bhasin, 2007; Qiu, 2008; Qiu, van de Ven, Shaopeng, Molenaar, & Yu, 2014). Por ello, en los últimos años están llevándose a cabo numerosas investigaciones que pretenden desarrollar tecnologías para inducir el auto-curado, de manera que sean utilizadas como técnicas de mantenimiento de firmes (Qiu, 2008; Qiu, van de Ven, Shaopeng, Molenaar, & Yu, 2014).

En base a las investigaciones realizadas por diversos autores, se puede decir que el proceso de "healing" o recupera-

ción de daño en materiales bituminosos consta de tres etapas fundamentales (Phillips, 1998; Chowdary & Krishnan, 2010): (i) el cierre de las micro-fisuras debido a la adhesión de sus caras libres por su energía superficial; (ii) el cierre de la macro-fisura debido a la consolidación de las tensiones y la fluencia del ligante; (iii) la recuperación de las propiedades del material debido a la difusión de las estructuras de asfaltos. Sin embargo, los mecanismos de recuperación de este proceso no están claros del todo y a día de hoy, aún existe cierta controversia sobre si lo que causa la recuperación de las propiedades de la mezcla es la verdadera recuperación de daño (healing) o la reversibilidad de fenómenos viscoelásticos como la tixotropía (que tras un periodo de descanso puede provocar la recuperación de ciertas propiedades de la mezcla como el módulo de rigidez). En este mismo sentido, dado que estos fenómenos pueden coexistir, resulta también difícil cuantificar en qué grado contribuirían cada uno ellos en la recuperación de las propiedades del material, y bajo qué condiciones es más factible que lo hagan unos u otros.

Por tanto, es necesario desarrollar herramientas que permitan analizar estas cuestiones (Little & Bhasin, 2007), así como las otras variables que pueden influir en el estudio de la recuperación de daño de mezclas bituminosas (tamaño de fisura, tipo de ligante, temperatura de curado, tipo de mezcla, etc.) (García, Bueno, Norambuena-Contreras, & Partl, 2013). En base a estas consideraciones, el objetivo principal del estudio presentado en este artículo ha sido contribuir a mejorar la comprensión del fenómeno de recuperación de daño en mezclas bituminosas durante procesos de fatiga. Para ello, se ha desarrollado un nuevo método de análisis basado en el ensayo UGR-FACT, a través del cual se han evaluado diferentes tipos de materiales bituminosos (fabricados con betún convencional y modificado) y se han estudiado algunas de las principales variables que condicionan su recuperación de daño (como el tamaño de fisura o la inducción de temperatura durante los periodos de descanso para incentivar su curado).

## 2. Metodología

### 2.1 Materiales

Durante este estudio se analizó la capacidad de recuperación de daño de dos mezclas de tipo discontinuo BBTM 11A. Pa-

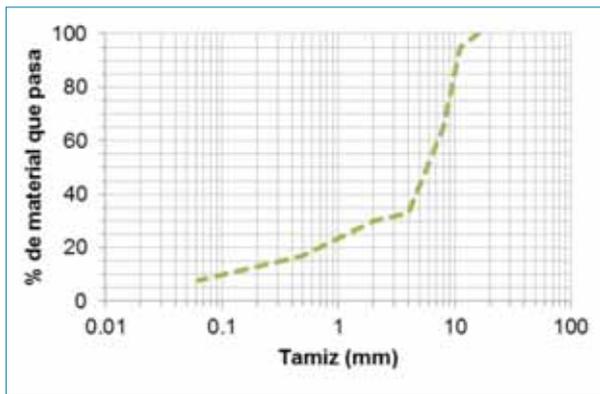


Figura 1. Esqueleto mineral de las mezclas estudiadas.

ra su fabricación se emplearon dos tipos de ligantes asfálticos para evaluar la influencia de la presencia de polímeros en la capacidad recuperadora de daño del ligante (Qiu et al., 2014), un betún convencional B 35/50 (B) y un betún modificado con polímeros BM3c (PMB). Para evitar incluir un mayor número de variables al estudio, el esqueleto mineral empleado en ambas mezclas fue el mismo (compuesto por áridos ofíticos en la fracción gruesa, calizos en la fracción arena, y filler de aportación cemento, Figura 1), así como su contenido óptimo de ligante (el cual cumple con los criterios de diseño de este tipo de materiales). Las Tablas 1 y 2 recogen las principales características de los materiales estudiados.

## 2.2 Descripción del Método de Estudio

Para evaluar la capacidad de recuperación de daño de las mezclas estudiadas se utilizó el método de ensayo UGR-FACT desarrollado en la Universidad de Granada (Moreno-Nava-

rro & Rubio-Gómez, 2013). Este método permite reproducir las condiciones de esfuerzos que producen la aparición de fenómenos de fatiga y fisuras en pavimentos (cargas del tráfico y gradientes térmicos). El dispositivo de ensayo está compuesto por dos apoyos deslizantes (uno de ellos dotado de un muelle recuperador para simular el efecto de las capas del cimientto), y dos elementos elásticos situados bajo los apoyos, con los que es posible inducir tensiones de flexión y cortante como las ocasionadas por el paso del tráfico, y de tracción como las debidas al efecto de los gradientes térmicos (Figura 2).

A diferencia de los métodos de estudio tradicionales, la herramienta desarrollada en esta investigación para el análisis de la aparición, propagación y recuperación de daño en mezclas bituminosas es evaluada a través de la cantidad de energía disipada por el volumen de material donde tiene lugar el fenómeno de fatiga (evitando así los problemas de análisis asociados a la aleatoriedad y dispersión tridimensional de su

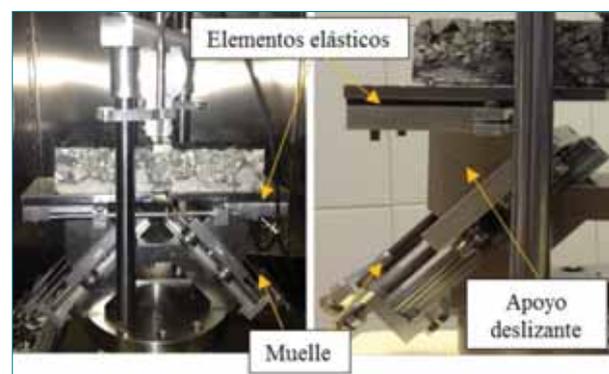


Figura 2. Dispositivo UGR-FACT.

Tabla 1. Propiedades de los ligantes empleados en la fabricación de las mezclas.

Tipo de betún	Penetración (dmm)	Punto de reblandecimiento (°C)	Viscosidad dinámica a 140°C (mPa.s)	Punto de fragilidad Fraass (°C)
B	44	53,4	700	-8
PMB	63	57,8	1.100	-14

Tabla 2. Propiedades de las mezclas estudiadas.

Tipo de mezcla	Tipo de ligante	Densidad aparente (g/cm³)	Huecos aire (%)	Estabilidad Marshall (kN)	Deformación Marshall (mm)	Rigidez a 20 °C (MPa)
BBTM-I	B	2.496	4,8	8.662	3,3	4.784
BBTM-II	PMB	2.491	5,3	9.339	3,7	4.229

# Recuperación de daño en mezclas bituminosas. Análisis de su capacidad auto-reparadora para optimizar la conservación de firmes de carreteras

propagación). No obstante, los materiales visco-elásticos desde el primer ciclo de carga (en el que se encuentran intactos) disipan energía, por lo que puede afirmarse que no toda esa energía es consumida en forma de daño (existen otros fenómenos de disipación de energía que no producen daño en el material como la generación de calor, las deformaciones plásticas o la tixotropía). Por tanto, la generación de daño en estos materiales vendrá marcada por parte del incremento de energía disipada producido con respecto a la cantidad medida en el ciclo anterior. Así, una forma precisa de cuantificar el daño aparecido en el material es a través de la tasa acumulada de variación de energía disipada producida de un ciclo a otro (Ecuación 1), durante las fases del proceso de fatiga en las que dicho daño tiene lugar (fases 2 y 3 descritas en la introducción).

$$RDEC_{n+1} = \frac{\omega_{n+1} - \omega_n}{\omega_n} \quad \text{[Ecuación 1]}$$

donde  $\omega_n$  es la energía disipada en el ciclo  $n$  (en  $J/m^3$ ), y  $n+1$  es la energía disipada en el ciclo  $n+1$  (en  $J/m^3$ ).

Por tanto, para poder realizar este análisis será necesario distinguir entre cada una de las fases del proceso de fatiga (aparición de deformaciones plásticas y fenómenos visco-elásticos; aparición de micro-daño; y aparición de macro-daño; Figura 3). Para ello, en el método presentado en esta investigación se estudian los desplazamientos producidos en el volumen de material en el que tiene lugar el proceso de fatiga. En particular, durante el desarrollo del fenómeno de fatiga

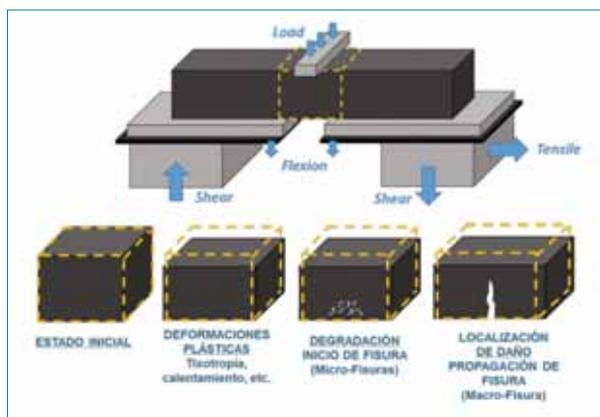


Figura 3. Esquema de los esfuerzos generados durante el ensayo UGR-FACT, así como de los diferentes estados del material durante las etapas del proceso de fatiga.

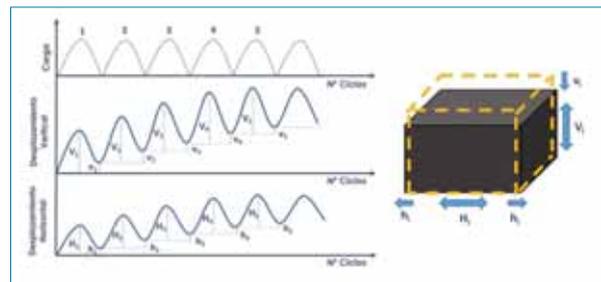


Figura 4. Resumen de los desplazamientos producidos en el volumen durante el proceso de carga cíclica.

en materiales bituminosos, pueden observarse una serie de desplazamientos “no recuperables” en cada dirección de su geometría (horizontal y vertical;  $h_i$ ,  $v_i$ ), los cuales están relacionados con la aparición de deformaciones plásticas o de daño (micro y macro fisuras) (Figura 4).

Analizando la evolución de dichos desplazamientos, los cuales hasta la fecha han sido obviados en el estudio del comportamiento mecánico de estos materiales, pueden obtenerse las variaciones geométricas aparecidas durante el proceso de fatiga, y por tanto las diferentes fases del mismo (Figura 5). Por tanto, utilizando esta información, y combinándola con el estudio de energía disipada por el material, es posible evaluar de manera precisa su estado de degradación así como si dicho estado de daño es recuperado (healing).

## 2.3 Plan de Ensayos

El primer paso de la investigación realizada se centró en evaluar la resistencia a fisuración por fatiga de los materia-

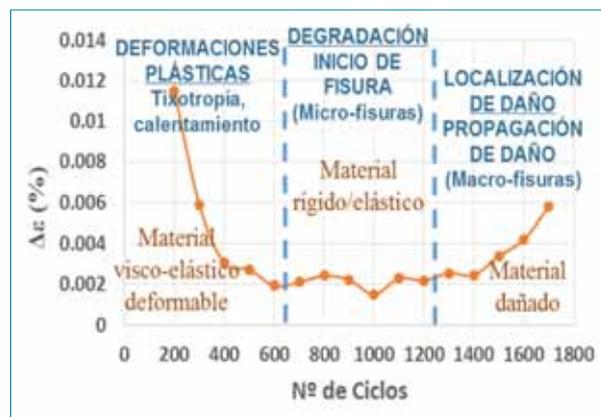


Figura 5. Etapas del proceso de fatiga observadas a través de las medidas de cambio de geometría producidas en el volumen de material afectado por el fenómeno.



Figura 6. Diferentes etapas del tratamiento térmico aplicado a las mezclas.

les utilizados. Para ello se ensayaron hasta su rotura 3 probetas de cada tipo de mezcla utilizando una amplitud de carga de 1 kN y una frecuencia de 5 Hz, a una temperatura de 15 °C (previamente a su evaluación, las probetas fueron acondicionadas durante al menos 3 horas a la temperatura de ensayo). Además de evaluar la vida de fatiga de estos materiales, dichos ensayos también fueron utilizados para definir los límites de aparición de micro y macro-daño en las mezclas.

Una vez establecidos dichos límites, 3 nuevas probetas de cada tipo de mezclas se evaluaron bajo las mismas condiciones (1 kN, 5 Hz, 15 °C), pero en esta ocasión el ensayo se detuvo antes de alcanzar el límite de macro-fisuración, para posteriormente aplicar al material un periodo de descanso de 4 horas a 15 °C (para observar su capacidad de recuperación de daño), tras el cual se volvió a reanudar el ensayo hasta inducir el fallo de las probetas. Este mismo procedimiento fue también aplicado a otras 3 probetas de cada tipo de mezcla, pero deteniendo el ensayo una vez alcanzada la fase de ma-

cro-fisuración. De esta forma, pudo definirse la influencia del nivel de daño alcanzado en la capacidad de recuperación de las mezclas estudiadas.

Finalmente, para analizar la influencia de la temperatura en la capacidad de recuperación de los materiales bituminosos, se repitió el plan de ensayos descrito en la etapa anterior, pero en esta ocasión durante el periodo de descanso de 4 horas también se aplicó un proceso de curado térmico. Dicho proceso fue definido acorde a los resultados obtenidos por otros investigadores (Daniel & Kim, 2001; García, 2011; García et al., 2013), y consistió en exponer a las probetas ensayadas durante 50 minutos a una temperatura de 60 °C. Así, tras la parada intermedia del ensayo, cada una de las probetas (tres sometidas a nivel de micro-daño y otras tres a nivel de macro-daño) de cada tipo de mezcla (las fabricadas con betún convencional y las fabricadas con betún modificado) fueron introducidas en una caja metálica rellena de arena (para evitar la fluencia, deformaciones no deseadas o el desmoronamiento de las mismas) y acondicionadas en una estufa a 60 °C durante 50 minutos (Figura 6). Tras dicho proceso, las probetas se dejaron enfriar hasta los 15 °C, para posteriormente continuar el ensayo hasta provocar su rotura.

La Figura 7 resume el plan de ensayos llevado a cabo durante este estudio.

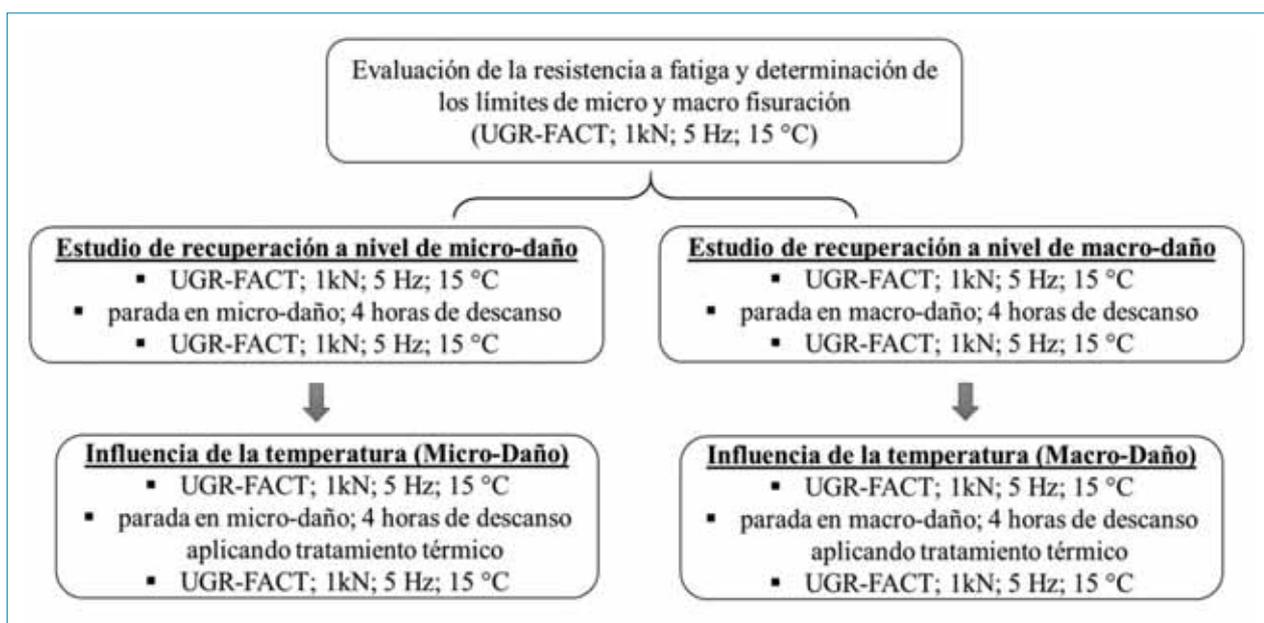


Figura 7. Esquema del plan de trabajo desarrollado durante la investigación.

# Recuperación de daño en mezclas bituminosas. Análisis de su capacidad auto-reparadora para optimizar la conservación de firmes de carreteras

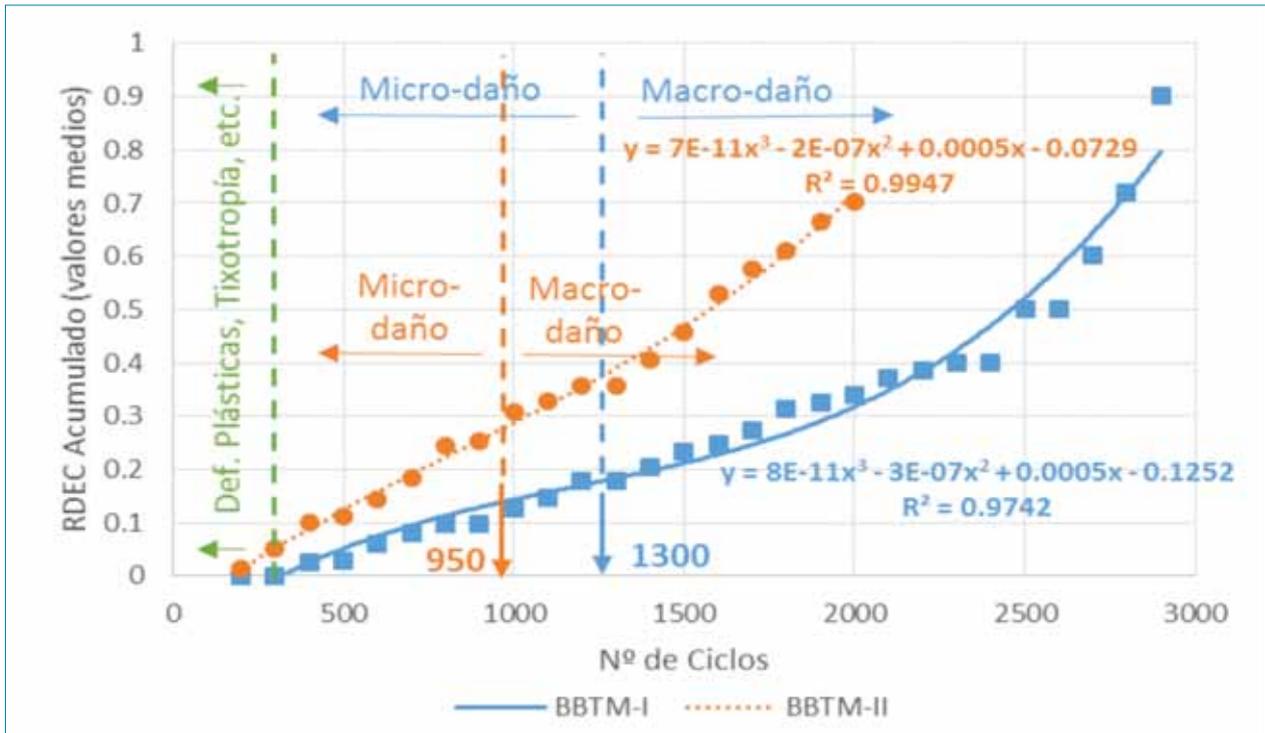


Figura 8. Evolución del daño a fatiga de las dos mezclas estudiadas, medido a través de los valores medios de RDEC acumulado.

## 3 Análisis de resultados

### 3.1 Estudio de la resistencia a fisuración por fatiga de las mezclas: definición de los límites de micro y macro fisuración

La Figura 8 muestra los resultados medios de la tasa acumulada del incremento de energía (evolución del daño sufrido por el material, RDEC acumulado) obtenida para cada una de las mezclas estudiadas. En base a estos resultados, los límites de micro y macro fisuración se establecieron a partir de los puntos singulares de las líneas de tendencias ajustados a cada curva de daño (puntos de inflexión de la función polinómica). La Tabla 3 resume los límites obtenidos en términos de número de ciclos así como de disipación de energía, los

cuales fueron utilizados para determinar la parada para los periodos de descanso de los ensayos a realizar en las siguientes etapas.

### 3.2 Estudio de la recuperación de daño en mezclas bituminosas

La Figura 9 muestra los resultados medios de la tasa acumulada del incremento de energía obtenida en los ensayos en los que se incluyó un periodo de descanso, tanto a nivel de micro-daño, como de macro-daño. Como se puede observar, la mezcla fabricada con el betún convencional (BBTM I) tiene una mayor capacidad para recuperar el daño tanto a nivel de micro-fisuración como a nivel de macro-fisuración. Este hecho coincide con los resultados obtenidos por otros au-

Tabla 3. Límites obtenidos entre las fases de micro y macro fisuración para cada uno de los materiales estudiados.

Material	Nº de ciclos de carga	Energía disipada en un ciclo (J/m³)	RDEC acumulado
BBTM-I	1.300	2.100	0,20
BBTM-II	950	4.000	0,27

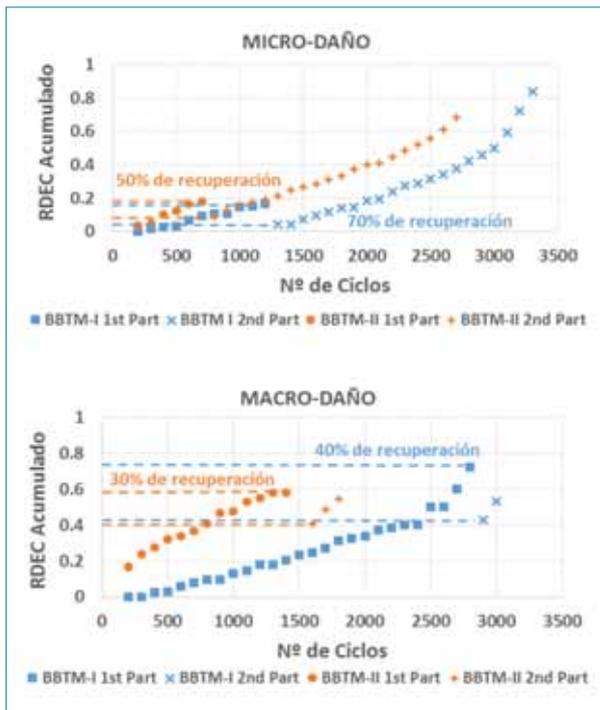


Figura 9. Evolución del daño medio a fatiga antes (1<sup>st</sup> part) y después (2<sup>nd</sup> part) de la inclusión de un periodo de descanso.

tores (Little, Lytton, Williams, & Kim, 1999) en los que se demostró que el betún convencional tiene una mayor capacidad para fluir y reestablecer el contacto entre las superficies de grieta que el betún modificado (en los que la presencia de los polímeros dificulta el proceso de curación). Analizando la respuesta ofrecida por ambas mezclas puede también destacarse que la cantidad de daño recuperado a nivel de micro-fisuración es mayor que cuando el daño ha alcanzado el estado de macro-fisura. No obstante, en este sentido debe destacarse que una mayor cantidad de daño es causada cuando se alcanza la macro-grieta y por tanto, este hecho debe dificultar más la recuperación de las propiedades del material.

Este fenómeno se aprecia más claramente en la Figura 10, donde se muestra la evolución del proceso de fatiga sufrido por los materiales ensayados (representados a través de los cambios de geometría producidos en el volumen de material donde tiene lugar el desarrollo de la fisura). Como se puede observar, cuando se detiene el ensayo a nivel de micro-daño y se incluye un periodo de descanso para la recuperación del material, ambos tipos de mezclas parecen recuperar gran parte de sus propiedades iniciales, regresando tras el reinicio del ensayo a la etapa inicial donde tienen

lugar los fenómenos como la tixotropía o las deformaciones plásticas. Sin embargo, cuando los periodos de descanso son incluidos una vez alcanzado el nivel de macro-fisuración, los materiales ensayados solo son capaces de recuperar parte del daño causado durante el ensayo (regresando únicamente al final de la etapa intermedia de micro-fisuración y/o principio de la etapa final de macro-fisuración). En este sentido, cuando las probetas ensayadas son analizadas visualmente, se observa que la inclusión de un periodo de curado de 4 horas a 15 °C no permite cerrar el daño aparecido a nivel de macro-grieta. Por tanto, puede decirse que la recuperación observada en este nivel de daño, debe ser causada por el cierre de las micro-fisuras o por los fenómenos visco-elásticos reversibles (tixotropía).

En base a estos resultados, se puede entonces plantear la siguiente pregunta: ¿es la recuperación observada a nivel de micro-daño debida al fenómeno de “healing” o simplemente es debida al efecto de otros fenómenos reversibles como la tixotropía? Una posible aproximación a la respuesta de esta cuestión puede obtenerse a partir del análisis de los círculos de histéresis medidos en el material al empezar el ensayo (ciclo-i), y antes (ciclo-pd) y después (ciclo-r) del periodo de des-

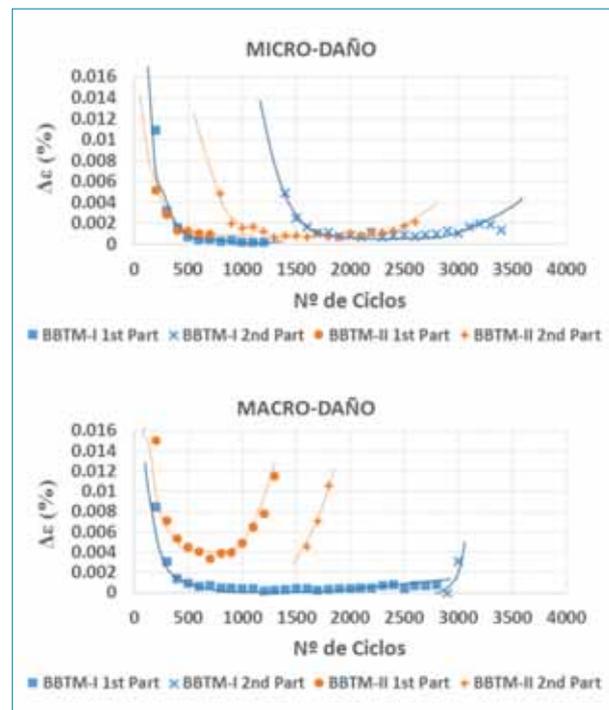


Figura 10. Representación de los valores medios de los cambios geométricos producidos en el material antes (1<sup>st</sup> part) y después (2<sup>nd</sup> part) de la inclusión de los periodos de descanso.

# Recuperación de daño en mezclas bituminosas. Análisis de su capacidad auto-reparadora para optimizar la conservación de firmes de carreteras

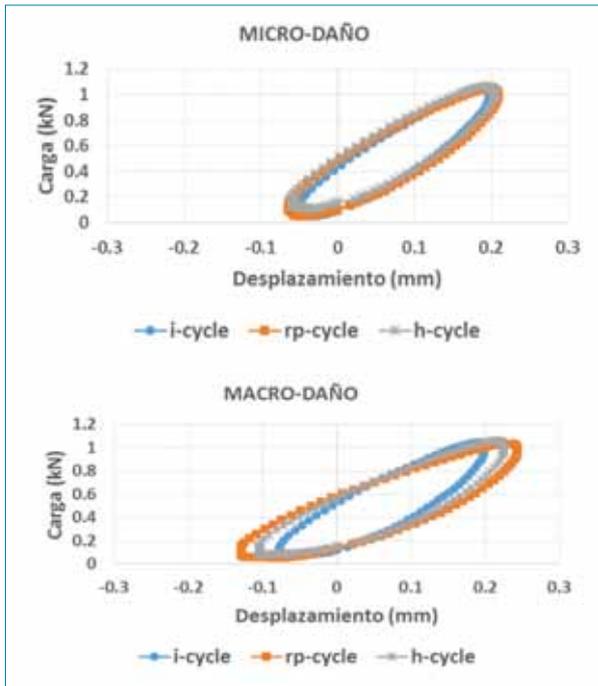


Figura 11. Círculos de histéresis medidos en las diferentes fases del ensayo (al inicio, antes del periodo de descanso, y justo después de reanudar la carga).

La Figura 11 representa gráficamente dichos círculos (cuya área interior es la energía disipada por el material en los ciclos mencionados), en dos de los ensayos realizados con probetas de la mezcla BBTM-II a ambos niveles de daño.

Como se puede observar, la cantidad de energía disipada (que puede ser debida tanto al daño causado en la mezcla, como a otros fenómenos visco-elásticos) tras el periodo de descanso no varía considerablemente en el caso del ensayo realizado a nivel de micro-daño, mientras que a nivel de macro-daño es solo parcialmente recuperada (a pesar de que la macro-fisura continúa visible sin cerrarse). Por tanto, puede decirse que los cambios producidos en la energía disipada de-



Figura 12. Esquema de los fenómenos ocurridos durante la recuperación de propiedades debido a la inclusión de un periodo de descanso.

bidos a micro-daño han de ser mínimos, y por tanto, la recuperación observada en el material debe ser causada principalmente por el efecto de fenómenos visco-elásticos reversibles como la tixotropía (Figura 12). Este hecho implica que la recuperación observada en las propiedades del material debido a la inclusión de un periodo de descanso de 4 horas a 15 °C no deben estar asociadas al fenómeno de "healing".

### 3.3 Estudio de la influencia de la temperatura en la recuperación de daño en mezclas bituminosas

La Figura 13 muestra los valores medios de la tasa acumulada del incremento de energía (RDEC acumulada) en los ensayos en los que se incluyó un periodo de descanso con un proceso de calentamiento a 60 °C, tanto a nivel de micro-daño, como de macro-daño. La cantidad de RDEC acumulada recuperada muestra que la inducción de temperatura durante el periodo de descanso favorece la recuperación de las propiedades mecánicas en ambos niveles de daño (incrementando la recuperación en torno a un 25% a nivel de micro-daño y en torno al 10% a nivel de macro-daño). Además, la ins-

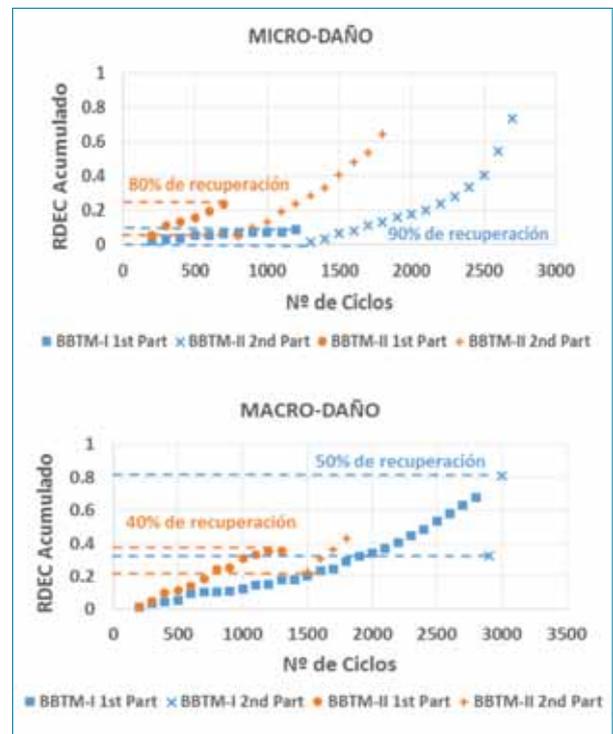


Figura 13. Evolución del daño medio a fatiga antes (1ª part) y después (2ª part) de la inclusión de un periodo de descanso con tratamiento térmico.

pección visual de las probetas ensayadas demuestra que en los materiales en los que se alcanzó el macro-daño se ha producido un cierre parcial de la grieta, debido a la fluencia del betún al aplicar el proceso de calentamiento. Por tanto, puede afirmarse que la temperatura de acondicionamiento puede influir positivamente en la capacidad recuperadora de las mezclas bituminosas.

La Figura 14 analiza las diferentes fases del proceso de fatiga en ambos niveles de daño, a través de la medida del cambio de geometría de los materiales ensayados (en el entorno donde tiene lugar el fenómeno). A nivel de micro-daño, puede afirmarse que ambos materiales (BBTM-I fabricada con betún convencional y BBTM-II fabricada con betún modificado) parecen retornar a la etapa inicial del proceso tras la aplicación del periodo de descanso y el tratamiento térmico (este hecho coincide con lo observado cuando no se aplica tratamiento térmico). No obstante, a nivel de macro-daño, a pesar de que la grieta aparecida en el material está prácticamente cerrada tras el tratamiento, los materiales evaluados no recuperan su estado inicial (volviendo al final de la segunda etapa o principio de la tercera). Por tanto, puede decirse que incluso aplicando tratamientos térmicos, una vez apare-

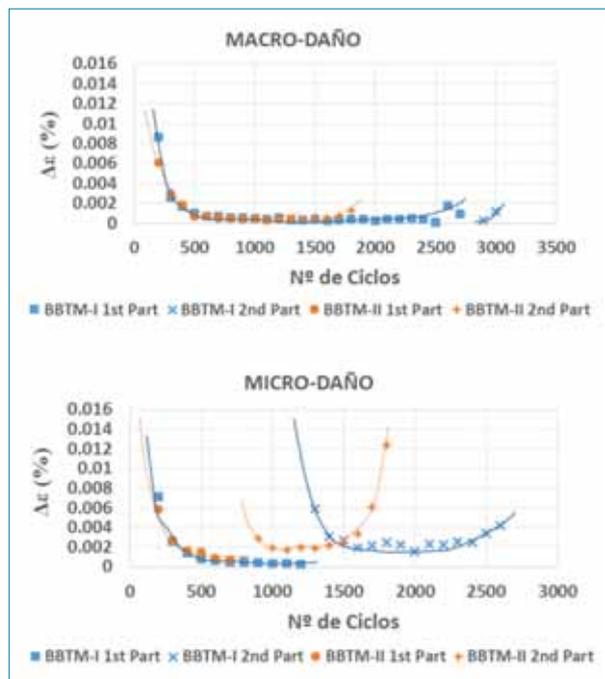


Figura 14. Representación de los valores medios de los cambios geométricos producidos en el material antes (1<sup>st</sup> part) y después (2<sup>nd</sup> part) de la inclusión de los periodos de descanso con tratamiento térmico.

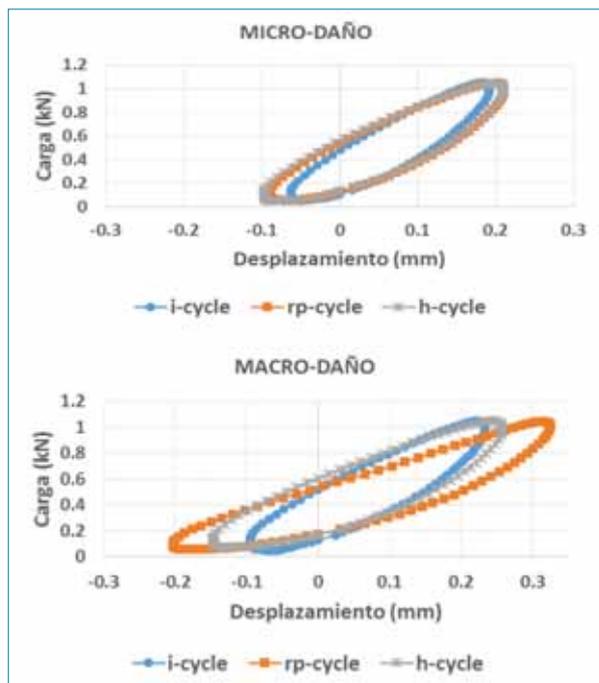


Figura 15. Círculos de histéresis medidos en las diferentes fases del ensayo (al inicio, antes del periodo de descanso, y justo después de reanudar la carga).

cido el nivel de macro-daño, el material no puede restaurar sus propiedades iniciales.

Analizando los círculos de histéresis medidos al empezar el ensayo (ciclo-i), y antes (ciclo-pd) y después (ciclo-r) del periodo de descanso, se puede observar una tendencia similar a la obtenida cuando no se aplica tratamiento térmico (Figura 15). Tras el periodo de descanso, el nivel de energía disipada por los materiales no cambia significativamente a nivel de micro-daño (la recuperación producida parece ser principalmente debida por tanto a fenómenos visco-elásticos reversibles), mientras que a nivel de macro-daño es solo parcialmente recuperada. Sin embargo, en este caso la macro-fisura parece estar parcialmente recuperada (Figura 16), y por tanto puede suponerse que la energía recuperada no solo ha de deberse a la recuperación de fenómenos visco-elásticos, sino también al cierre de la macro-grieta.

En base a estas consideraciones, podría afirmarse que si el ligante bituminoso es capaz de fluir para cerrar parcialmente las macro-fisuras, también debe ser capaz de cerrar las micro-grietas, y por tanto hacer efectivo el fenómeno de "healing" para recuperar las propiedades iniciales de la mezcla. No obstante, también surge la siguiente cuestión: ¿por qué la energía disipada solo es recuperada parcialmente y los cír-

## Recuperación de daño en mezclas bituminosas. Análisis de su capacidad auto-reparadora para optimizar la conservación de firmes de carreteras



Figura 16. Detalle de la macro-fisura cerrada tras el tratamiento térmico.

culos de histéresis son diferentes a los obtenidos durante los ciclos iniciales del ensayo cuando el material no está dañado? Así, a pesar del hecho de que el ligante pueda fluir y “pegar” las superficies de fractura de la macro-fisura (y por ende de las micro-fisuras), los ensayos realizados han demostrado que el material resultante tras el proceso de inducción térmica no es el mismo que antes de ser ensayado. La principal razón de este hecho es debida a que la inducción de calor, a pesar de permitir la fluencia del ligante y por tanto el cierre de las grietas, no permite la recuperación de las deformaciones plásticas producidas en la etapa previa a la aparición del daño (i.e. la distancia entre áridos permanece constante antes y después de la aplicación de los periodos de descanso y la inducción térmica, Figura 17). Así, a pesar de que las grietas puede ser selladas, las tensiones generadas en el material en un entorno de la misma (h) son mayores que en las etapas iniciales del material (i), donde aún tiene la capacidad de deformar plásticamente), y por tanto la degradación tras el proceso de re-carga es más rápida que durante el proceso de carga inicial, lo que coincide con lo observado ya por otros investigaciones (Breyse, Roche, Domee, & Chauvin, 2003; Shen & Carpenter, 2007).

Por tanto, a pesar de que el fenómeno de “healing” puede llegar a recuperar parte de las propiedades dañadas de los

materiales bituminosos (cuyo grado de recuperación dependerá del tiempo de descanso y temperatura de acondicionamiento), puede decirse que no es posible inducir la recuperación total de las propiedades iniciales del material. En este sentido, sería interesante analizar si aplicando otros tratamientos como recompactación o la inducción de presión mecánica, pueden alcanzarse mayores grados de recuperación. De la misma forma, resulta de especial interés profundizar en el estudio de las condiciones óptimas (tiempo de descanso y temperatura) para alcanzar el mayor grado de recuperación de propiedades en cada tipo de mezcla (Figura 18).

### 4. Conclusiones

El principal objetivo del trabajo presentado en este artículo ha sido analizar la capacidad de recuperación de daño en mezclas bituminosas. El estudio ha sido llevado a cabo a nivel de micro-daño y macro-daño, evaluando la influencia de distintas variables como el tipo de ligante empleado en la fabricación de las mezclas (convencional o modificado) o la inducción de temperatura durante la aplicación de periodos de descanso. De la misma forma, se ha presentado un nuevo procedimiento de análisis a través del método de ensayo UGR-FACT que permite realizar un estudio detallado de la capacidad recuperadora

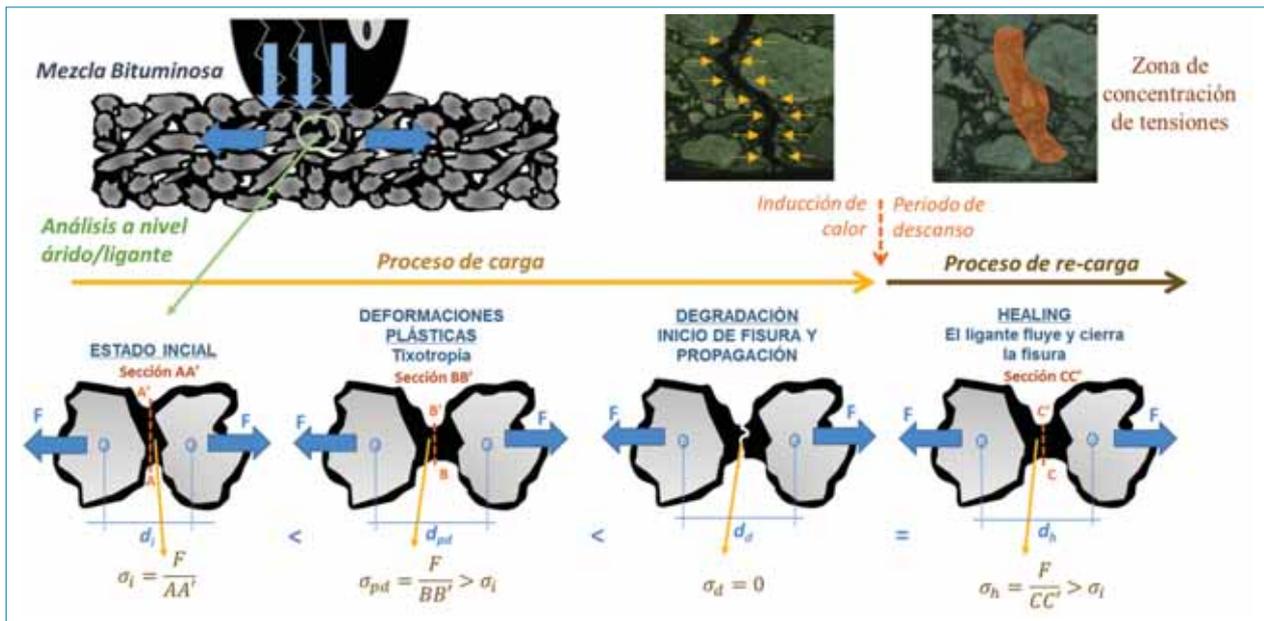


Figura 17. Esquema del proceso de recuperación de daño ocurrido en la mezcla debido al tratamiento térmico.

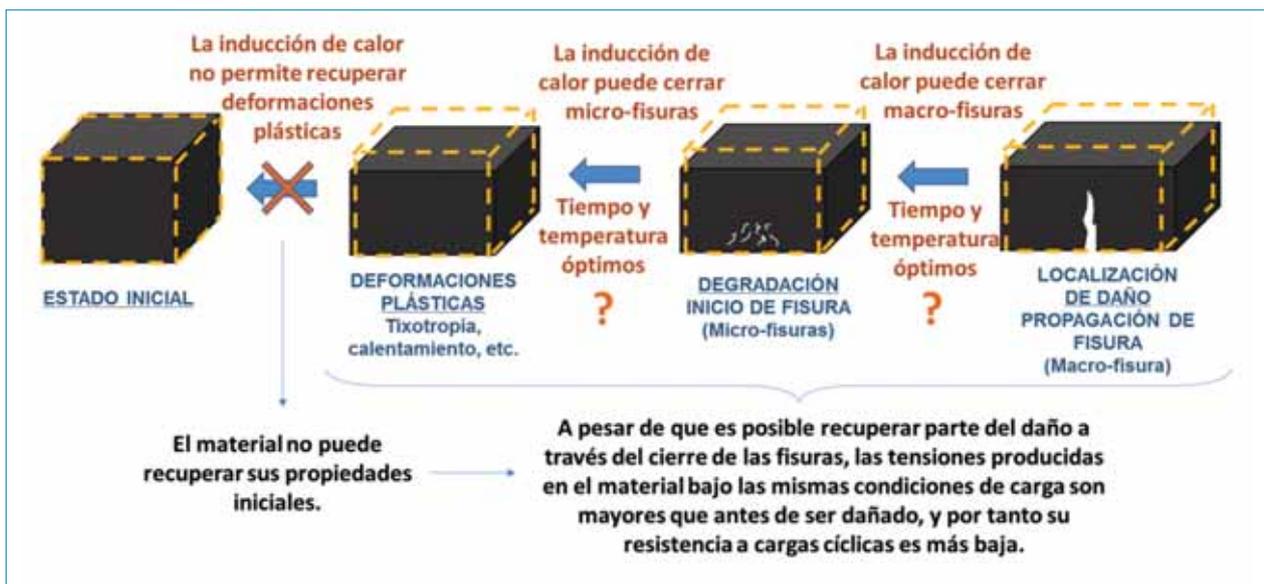


Figura 18. Esquema de los fenómenos ocurridos durante la recuperación de propiedades debido a la inclusión de un periodo de descanso con tratamiento térmico.

de estos materiales. En base a los resultados obtenidos pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- Después de un periodo de descanso de 4 horas a 15 °C, las dos mezclas estudiadas (fabricadas con betún convencional y modificado) son capaces de recuperar parte de las propiedades perdidas durante el ensayo; siendo mayor la recuperación producida cuando la mezcla solo ha

alcanzado el nivel de micro-fisuración que cuando la macro-grieta ya está formada. De la misma forma, la mezcla fabricada con betún convencional tiene una mayor capacidad de recuperación de daño que la mezcla fabricada con betún modificado. Por otra parte, también se ha demostrado que la recuperación resultante a nivel de macro-daño no puede ser debida al cierre de la macro-fisura (puesto que tras el periodo de descanso ésta permanece

## Recuperación de daño en mezclas bituminosas. Análisis de su capacidad auto-reparadora para optimizar la conservación de firmes de carreteras

visible y sin cerrar). Además, se ha puesto de manifiesto que la recuperación producida debida al cierre de las micro-fisuras durante el periodo de descanso ha de ser poco significativa. Por tanto, las propiedades recuperadas bajo estas condiciones (periodo de descanso de 4 horas a 15 °C) deben estar principalmente asociadas a fenómenos visco-elásticos reversibles (como la tixotropía) que coexisten con el daño durante los procesos de fatiga. Estos fenómenos van desapareciendo conforme el ensayo de fatiga progresa y por tanto la recuperación observada a nivel de micro-daño es mayor que la observada a nivel de macro-daño (donde el ensayo está más avanzado). Esto sugiere que bajo estas condiciones, la capacidad recuperadora de daño de las mezclas estudiadas no ejerce un impacto considerable en el incremento de su resistencia a fatiga.

- Cuando se introduce un proceso de tratamiento térmico durante el periodo de descanso, las mezclas estudiadas incrementan su capacidad para restaurar sus propiedades iniciales (tanto a nivel de micro-daño, como de macro-daño). Además, al inspeccionar visualmente las probetas, la macro-fisura producida aparece prácticamente cerrada tras el tratamiento térmico (debido a la fluencia del betún al incrementar su temperatura). Por la misma razón, puede afirmarse que la mayor parte de las micro-fisuras deben cerrarse tras el proceso de calentamiento, como indica el hecho de que se incrementa la capacidad recuperadora de las mezclas a nivel de micro-daño cuando se aplica el proceso térmico. Estos aspectos demuestran que la inducción de calor es beneficiosa para recuperar las propiedades perdidas por las mezclas bituminosas, y que bajo estas circunstancias es posible recuperar parte del daño causado durante los procesos de fatiga. Así, resulta de especial interés seguir investigando en la definición de las condiciones óptimas (tiempo de descanso y temperatura) de recuperación de daño para cada tipo de material bituminoso.
- No obstante, el estudio realizado también ha demostrado que a través del fenómeno de "healing" no es posible restaurar completamente las propiedades iniciales de las mezclas. El motivo principal es que este fenómeno no permite la recuperación de las deformaciones plásticas producidas en la etapa previa a la aparición de daño (dado que la fluencia del ligante bituminoso no permite rees-

tablecer la distancia inicial entre áridos del esqueleto mineral). Como consecuencia, aunque las micro y macro-fisuras puedan llegar a cerrarse debido a la fluencia del betún, las tensiones que se generarán en el entorno de dichas fisuras "sanadas" son muy superiores a las del resto del material, y por tanto, a pesar de que se hayan cerrado, no soportarán muchos ciclos de carga y volverán a romper de forma prematura.

Evaluando de forma conjunta los resultados de esta investigación, puede concluirse que la recuperación de propiedades mecánicas observada durante los ensayos de fatiga de mezclas bituminosas que aplican periodos de descanso es principalmente debida a los efectos causados por los fenómenos visco-elásticos reversibles (principalmente tixotropía), y por tanto no pueden ser consideradas como "healing" (recuperación de daño). Además, a pesar de que la recuperación de daño es parcialmente posible en materiales bituminosos, la recuperación de las propiedades iniciales del material no parece poder realizarse utilizando únicamente la inducción de calor. Finalmente se puede afirmar, que a través del método de análisis presentado, esta investigación establece las bases para mejorar el estudio de la capacidad recuperadora de las mezclas bituminosas, así como de las tecnologías y procesos de "self-healing" que permitan optimizar la conservación de las carreteras.

### 6. Referencias bibliográficas

- Breyse, D., Roche, C. D. L., Domee, V., Chauvin, J. J. 2003. Influence of rest time on Recovery and Damage during Fatigue Tests on Bituminous Composites. Proceedings of 6th RILEM Symposium PTEBM, Zurich.
- Chowdary, V. Krishnan, M. 2010. A thermodynamic framework for modeling healing of asphalt mixtures. International Journal of Pavement Research and Technology, 3, pp. 186-198.
- Daniel J.S. & Kim Y.R. 2001. Laboratory evaluation of fatigue damage and healing of asphalt mixtures. Journal of Materials in Civil Engineering, 13(6), pp. 434-440.
- Di Benedetto, H., Tuan Nguyen, Q., Sauzéat, C. 2011. Nonlinearity, heating, fatigue and thixotropy during cyclic loading of asphalt mixtures. Road Materials and Pavement Design, Vol. 12 (1), pp. 129-158.

- Florence, C. 2005. Étude expérimentale de la fissuration reflective et la modelisation de la resistance de structures cellulaires. Ph.D. thesis. École National des Ponts et Chaussées.
- García, A. 2011. Self-healing of open cracks in asphalt mastic. Fuel, 93, pp. 264-272.
- García, A., Bueno, M., Norambuena-Contreras, J., Partl, M.N. 2013. Induction healing of dense asphalt concrete. Construction and Building Materials, Vol. 49, pp. 1-7.
- Jenq, Y. S. & Perng, J. D. 1991. Analysis of crack propagation in asphalt concrete using cohesive crack model. Transportation Research Board, National Research Council, Transportation Research Record, 1317, pp. 90-99.
- Little D. N. & Bhasin A. 2007. Exploring mechanisms of healing in asphalt mixtures and quantifying its impact. Self healing material an alternative approach to 20 centuries of materials science. Springer Series in Materials Science, Vol.100, pp. 205-218.
- Little D. N., Lytton R. L., Williams D., Kim Y. R. 1999. An analysis of the mechanism of micro-damage healing based on the application of micromechanics first principles of fracture and healing. Proc., Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 68, pp. 501-542.
- Liu, Q., García, A., Schlangen, E., van de Ven, M. 2011. Induction healing of asphalt mastic and porous asphalt concrete. Journal of Construction and Building Materials, Vol. 25, pp. 3746-3752
- Moreno, F. & Rubio, M. C. 2013. Effect of aggregate nature on the fatigue-cracking behavior of asphalt mixes. Materials and Design, 47, pp. 61-67.
- Moreno-Navarro, F. & Rubio-Gámez, M.C. 2013. UGR-FACT test for the study of fatigue cracking in bituminous mixes. Construction and Building Materials, 43, pp. 184-190.
- Moreno-Navarro, F. & Rubio-Gámez, M.C. 2014. Mean damage parameter for the characterization of fatigue cracking behavior in bituminous mixes. Materials and Design, 54, pp. 748-754.
- Phillips, M. C. 1998. Multi-step models for fatigue and healing, and binder properties involved in healing. In: Proceedings of eurobitume workshop on performance related properties for bituminous binders, Luxembourg, Paper Number 115.
- Qiu, J. 2008. Self healing of asphalt mixes: literature review. Report 7-08-183-1, Delft University of Technology.
- Qiu, J., van de Ven, M., Shaopeng, W., Molenaar, A., Yu, J. 2014. Self-healing characteristics of bituminous mastics using a modified direct tension test. Journal of Intelligent Materials, Systems and Structures, Vol. 25, No.1, pp. 58-66.
- Shen, S. & Carpenter, S.H. 2007. Dissipated energy concepts for HMA performance: fatigue and healing. Technical Report of Research supported by the Federal Aviation Administration. University of Illinois, U.S.A.

#34

## AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Con pavimentos asfálticos fonoreductores puede disminuirse ruido de 3 a 8 dB(A) o más” (Carta de bienvenida de EAPA, número 1)

#SOSTENIBILIDAD\_Y\_MEDIO\_AMBIENTE



## Abrimos paso a nuevas ideas

¿Una carretera que descontamina el aire que respiramos?  
¿Residuos domésticos reciclados en áridos para la carretera?  
¿Pavimentos que en su fabricación ahorran energía y reducen la emisión de gases? ¿Pavimentos que absorben el ruido del tráfico? Hasta hace poco, estas ideas eran pura ficción. Actualmente ya tienen nombre: Noxer®, Tempera®, Viaphone®..... y se utilizan diariamente con éxito. Para imaginar carreteras de mañana, creemos en las nuevas ideas, incluso en las más sorprendentes, por eso innovamos.



# Sistema de inspección visual automática de carreteras mediante técnicas de procesamiento 2D/3D

**Carlos García Serrada**, carlosgarcia@collosa.es

**Eduardo Vara Pazos**, evara@collosa.es

Construcciones y Obras Llorente, S.A. (COLLOSA)

**Roberto Medina Aparicio**, robmed@cartif.es

**José Llamas Fernández**, joslla@cartif.es

Fundación Cartif

**Jaime Gómez García-Bermejo**, jaigom@eis.uva.es

**Eduardo Zalama Casanova**, ezalama@eis.uva.es

Universidad de Valladolid, ITAP-DISA

En este trabajo, se describe un completo sistema de inspección visual automática embarcado en un vehículo para detectar grietas y fisuras en el pavimento. El vehículo de inspección dispone de un equipo de adquisición de imágenes de alta resolución (LRIS), dos perfilómetros láser de alto rendimiento, un sistema de posicionamiento (DGPS), una cámara de video de alta definición y una cámara matricial de alta velocidad para extraer información tridimensional de la carretera. La apariencia visual y la información geométrica se obtienen simultáneamente ya que los perfiles 3D se obtienen capturando la línea láser proyectada por el LRIS con la cámara matricial de alta velocidad. La combinación de estos dos tipos de datos nos ha permitido mejorar los índices de detección de grietas y fisuras que se consiguen utilizando cada una de las tecnologías por separado. Un entorno de visualización de desarrollo propio permite la visualización de forma sincronizada de todos los datos generados por los diversos equipos embarcados en el vehículo así como los datos procesados. También es posible generar informes personalizados sobre el estado de la carretera que permiten realizar un seguimiento y una comparación visual y cuantitativa del estado de la carretera. El sistema de auscultación de carreteras ha sido utilizado en tramos de carretera real de la red de carreteras de Castilla y León, lo que ha permitido medir el estado actual de la carretera y la evolución del deterioro de la misma para poder tomar las medidas correctoras oportunas. Se presenta un ejemplo de un tramo de auscultación real donde se muestran algunos de los resultados obtenidos.

**Palabras clave:** energía, inteligente, piezoeléctricos, carretera

A complete system of automatic visual inspection boarded on a vehicle to detect cracks and fissures in the pavement is described in this paper. The inspection vehicle carries the equipment to acquire high-resolution images (LRIS), two high-performance laser profilers, a positioning system (DGPS), a high-definition video camera and a high speed matrix camera to extract three dimensional information of the road. The visual appearance and the geometric information are obtained simultaneously as 3D profiles capturing the projected LRIS matrix camera with a high speed laser line. The combination of these two types of data allow us to improve the cracks and fissures detection rates, obtained using each technology separately. An own development view environment allows the synchronized viewing of all data generated by all in-vehicle equipment such as the processed data. In addition the system can also generate custom reports of the road state that allow the monitoring and the visual and quantitative comparison of this road state. The road monitoring system has been tested in current roads sections of Castile and Leon highways, allowing the measure of the current road state and the evolution of the damage helping to take the appropriate corrective measures. Finally, this paper presents an example of a real auscultation and the results obtained.

**Keywords:** energy, intelligent, piezoelectric, highway

# Sistema de inspección visual automática de carreteras mediante técnicas de procesamiento 2D/3D

## 1- Introducción

Las carreteras españolas totalizan el 86% del transporte terrestre de mercancías y el 88% del transporte de viajeros. Esta elevada carga de vehículos que utilizan las carreteras junto con la climatología y las condiciones ambientales del entorno ocasionan un alto nivel de desgaste con la consiguiente pérdida de propiedades del firme. Esto provoca una serie de inconvenientes muy serios a los usuarios: reducción de la seguridad en la carretera, decremento en el confort de los desplazamientos, incremento en los consumos de combustible de los vehículos con el consiguiente aumento en las emisiones de gases contaminantes, etc.

La estrategia de conservación de firmes se puede definir como el conjunto de actuaciones a desarrollar durante la vida de la carretera o del tramo para que su índice de servicio no baje de un mínimo admisible. Se considera que la forma más adecuada de trabajar, de cara a la seguridad y confort de la vía, consiste en plantear actuaciones preventivas que consigan rehabilitar el firme antes de que los usuarios se vean afectados por el deterioro de la carretera.

El mantenimiento de la carretera requiere el conocimiento del estado de la misma. Para conocer su estado, la inspección visual realizada por personas es el método más habitual utilizado en la actualidad, pero no alcanza los requerimientos de evaluación del deterioro de la carretera por su falta de fiabilidad, repetitividad, velocidad de inspección y robustez. La visión humana tiene una gran habilidad para adaptarse a nuevas tareas. Sin embargo, el mismo estado de carretera puede ser clasificado de diferente forma por dos personas distintas, e incluso por la misma persona en distintos momentos, debido a la inherente subjetividad humana y a la fatiga visual. Es por ello que surge la necesidad de desarrollar sistemas automáticos para la evaluación del estado de la carretera basados en la utilización de equipos de medida y tratamiento de los datos obtenidos. Algunos sistemas semiautomáticos de inspección de carretera han sido desarrollados, los cuales funcionan en modo de post-procesamiento y requieren una importante interacción humana. A pesar de todo, el trabajo manual es aún necesario para obtener datos fiables del estado de la carretera.

Obtener una medida exacta y objetiva del estado del firme es fundamental para la toma de decisiones en tareas de conservación y mantenimiento de carreteras.

## 2. Arquitectura de adquisición de datos

Para obtener la información completa del estado de la superficie de la carretera han sido integrados en una furgoneta una gran variedad de dispositivos. En la Figura 1 podemos ver como se han integrado los dispositivos en el vehículo de inspección.



Figura 1. Vehículo de inspección de carreteras.

Para la caracterización visual del estado de la carretera se utiliza el sistema de adquisición de imágenes LRIS (Laser Road Imaging System), fabricado por INO en exclusiva para PAVEMETRICS. Adquiere la imagen de 4 metros de ancho de la carretera con una resolución de 1 mm a una velocidad máxima de 100 km/h. Para proporcionar información extra sobre las condiciones de la carretera, el vehículo dispone a su vez de dos perfilómetros inerciales, un sistema de posicionamiento global diferencial (DGPS) y una cámara de alta definición. Para mejorar los resultados de auscultación obtenidos con el sistema de adquisición de imágenes 2D, se ha incorporado una cámara matricial de alta velocidad para capturar los perfiles tridimensionales de la carretera. Puede adquirir una traza de un metro de ancho de carretera cada 10 mm a una velocidad de 72 km/h.

La gran cantidad de datos que generan estos dispositivos debe ser almacenada siguiendo unos procedimientos muy eficientes. Para ello, el vehículo de inspección dispone de dos ordenadores cada uno de ellos equipado con dos discos duros y software de desarrollo propio para el control y la gestión de la adquisición. El PC1 controla el LRIS, los perfilómetros inerciales, el DGPS y la cámara de entorno, mientras que el PC2 gestiona la adquisición de perfiles de la cámara 3D. Para gestionar el almacenamiento de las imágenes, tanto las procedentes del equipo LRIS como la cámara 3D, se han desarrollado algoritmos de procesamiento en paralelo que permiten el almacenamiento si-

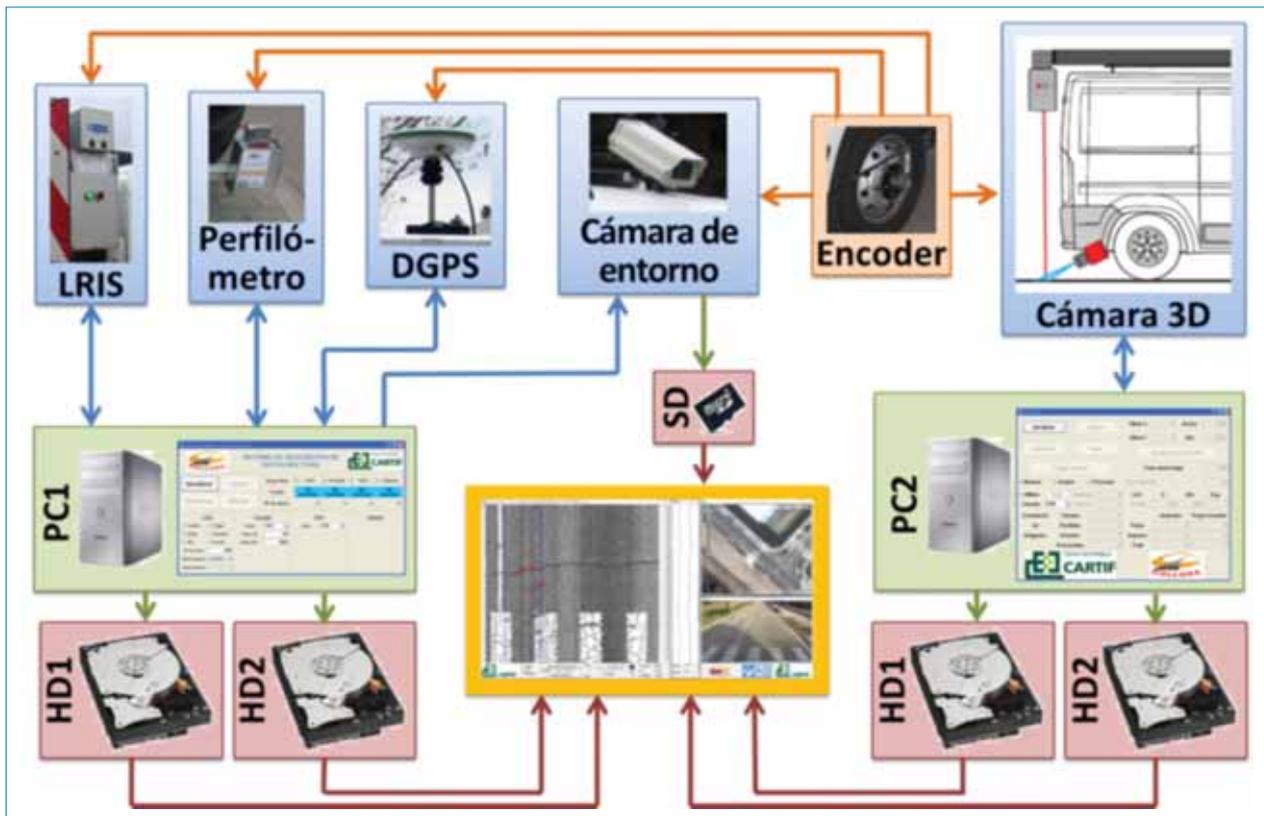


Figura 2. Esquema representativo del control y la gestión de la adquisición de datos.

multáneo de imágenes en dos discos duros diferentes y así alcanzar las velocidades de almacenamiento requeridas.

Para que todos los dispositivos capturen su información de forma sincronizada y a la frecuencia deseada se utiliza un encoder incremental acoplado a la rueda del vehículo. El encoder utilizado genera 5.000 pulsos cada vez que la rueda del vehículo gira una vuelta, lo que equivale a enviar un pulso cada vez que el vehículo avanza 0.33 mm. Se ha desarrollado una electrónica a medida para que cada dispositivo sea disparado a la frecuencia requerida. En la Figura 2 podemos ver el esquema de cómo se controlan los diferentes equipos embarcados en el vehículo de inspección y cómo se gestiona la adquisición de la información.

La cámara 3D está colocada de tal manera que la traza láser producida por el LRIS se captura con un ángulo rasante a la carretera, como puede verse en la Figura 3, a la izquierda. Esto supone una clara ventaja respecto a otros sistemas comerciales en los que la cámara se encuentra casi perpendicular a la carretera. Además, en el método propuesto, el láser para generar la traza 3D es el que se utiliza para iluminar las imágenes 2D, por lo que la posición relativa de las imágenes 2D y 3D es muy precisa.

Como la longitud de onda del láser es de 808 nm, se ha utilizado el filtro paso alto LP780 para inmunizarse de la luz exterior. En la Figura 3, a la derecha, se muestra la eficiencia cuántica del sensor de la cámara 3D y la transmitancia del filtro.

### 3. Métodos de inspección desarrollados

Se utilizan dos fuentes de información sobre el estado de la carretera que son procesadas de forma independiente para, a continuación, ser combinadas y obtener un mejor resultado

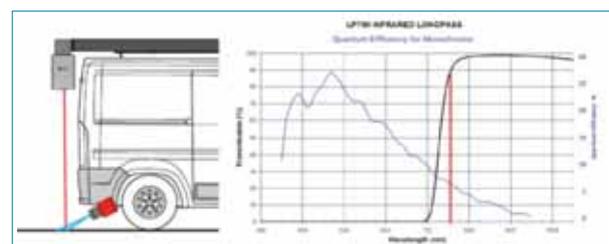


Figura 3. Disposición de la cámara 3D y el láser del LRIS y eficiencia cuántica del sensor de la cámara MV2-D1280-640 y transmitancia del filtro LP780. La línea roja indica la longitud de onda del láser del equipo LRIS.

# Sistema de inspección visual automática de carreteras mediante técnicas de procesamiento 2D/3D

que el que ofrecen cada una de ellas de forma independiente. Por un lado se utilizan las imágenes que nos ofrece el equipo LRIS para obtener información de la apariencia visual del estado de la carretera. Por otro lado el perfil de la carretera es analizado a partir de las imágenes generadas por la cámara 3D.

## 3.1 Procesamiento de imágenes 2D

El procesamiento de las imágenes 2D que nos ofrece el sistema LRIS sigue los siguientes pasos:

- En primer lugar las imágenes son preprocesadas para igualar el nivel medio de brillo en cada una de las imágenes, descartando las zonas brillantes de la imagen que corresponden a marcas viales horizontales.
- A continuación la imagen se divide en sub-imágenes de 128x128 píxeles y se filtran, por un conjunto de filtros de Gabor, que analizan la imagen en el espacio frecuencial.
- El máximo del módulo de la imagen filtrada es la entrada a un clasificador sencillo en el que el umbral ha sido fijado maximizando la exactitud ponderada.
- A continuación, se ha utilizado el algoritmo de ADABOOST para combinar los clasificadores sencillos, dando lugar a un único clasificador para cada tipo de defecto mejorando los resultados de los clasificadores sencillos.

## 3.2 Procesamiento de perfiles 3D

La traza láser capturada por la cámara matricial es aproximadamente una línea recta paralela al eje x de la imagen. La posición de esta línea dentro de la imagen varía debido a la amortiguación del vehículo, pero siempre se encuentra dentro de los 256 píxeles adquiridos. Durante el proceso de adquisición la imagen segmentada es proyectada sobre el eje y para obtener la posición aproximada de la traza, de tal manera que una imagen de 1.280x64 se almacena para analizarla offline. Una imagen de cada 100 es almacenada a la resolución de adquisición, es decir, a 1.280x256 píxeles, y se utiliza en el procesamiento offline para homogeneizar la distribución de la iluminación. Esta distribución se asemeja a una función parabólica, por lo que se ha utilizado el método de los mínimos cuadrados para ajustar los parámetros de la ecuación, utilizando los puntos que no pertenecen a la traza láser.

Se ha segmentado manualmente un conjunto de imágenes para entrenar al sistema, calcular automáticamente el umbral óptimo y poder extraer correctamente la traza de la imagen. Después de la segmentación, se eliminan los píxeles ruidosos mediante la operación morfológica de la apertura. Para localizar la traza láser se utiliza la transformada de Hough. Por último, se comprueba la presencia de puntos de la traza para cada columna en un entorno de la recta obtenida por la transformada de Hough. Cuando hay una grieta o fisura, la traza estará oculta o fuera del entorno establecido muy próxima a la recta calculada mediante la transformada de Hough. Estos píxeles son marcados como píxeles candidatos a contener defectos en la línea correspondiente de la imagen 2D que contiene toda la información extraída del procesamiento 3D. Después de procesar todas las trazas se buscan segmentos de líneas rectas de un tamaño superior a uno dado, eliminando el resto de los píxeles marcados inicialmente como candidatos a contener defectos. La pendiente de los segmentos de líneas rectas nos permite clasificar las grietas o fisuras como longitudinales y transversales.

## 3.3 Combinación 2D/3D

Los resultados del análisis 3D pueden considerarse como dos clasificadores más en el algoritmo de Adaboost como describen Zalama et al. (2013), uno para la detección de grietas longitudinales y otro para la detección de grietas transversales. La imagen completa de la carretera se divide siguiendo el mismo procedimiento que se explica en la sección 3.1. La salida de los clasificadores 3D se pone a 1 cuando hay algún píxel marcado como grieta. La salida del algoritmo Adaboost nos indica qué sub-imágenes contienen grietas o fisuras con mayor precisión que el obtenido utilizando solamente la salida del procesamiento de las imágenes 2D o 3D de forma independiente.

## 4. Resultados experimentales

Para entrenar y probar el funcionamiento de estos clasificadores se han generado dos grupos de imágenes extraídos de diversas inspecciones que han sido clasificados manualmente por expertos en inspección visual de carreteras. Uno de los grupos de imágenes contiene 1.969 sub-imágenes, entre las cuales hay 501 grietas trasversales. El otro grupo contiene

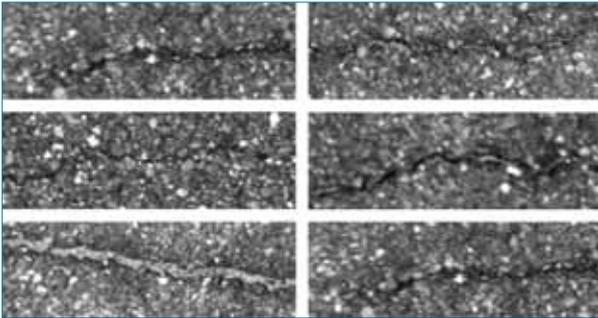


Figura 4. Imágenes de grietas y fisuras transversales de la base de datos.

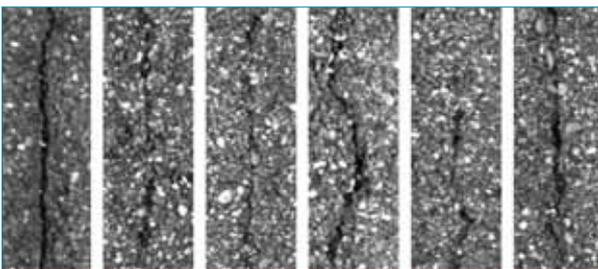


Figura 5. Imágenes de grietas y fisuras longitudinales de la base de datos.

1.453 sub-imágenes, de las cuales 370 son grietas o fisuras longitudinales. La mitad de las muestras de cada grupo se ha utilizado para entrenar el sistema mientras que la otra mitad ha sido utilizada para probar su funcionamiento. Algunos ejemplos podemos verlos en la Figura 4 y la Figura 5. Los resultados aplicados a los tres algoritmos propuestos, es decir, solo LRIS, solo 3D y la combinación de ambos la podemos ver en la Tabla 1, expresados en términos de sensibilidad, especificidad y exactitud ponderada.

Los resultados obtenidos con los perfiles de 3D son mejores para grietas transversales que para grietas longitudinales. Este resultado era esperado debido a que la posición de la cámara está diseñada para encontrar la oclusión de la traza en

presencia de grietas transversales. El clasificador combinado mejora el resultado respecto a utilizar solo las imágenes 2D o solo los resultados 3D, pero la principal ventaja es que este resultado ha sido logrado con menos filtros de Gabor, 7 para las grietas longitudinales y sólo 5 para las grietas transversales, que es una disminución importante frente a los 56 que fueron obtenidos en estudios previos, lo que disminuye sensiblemente el tiempo de procesamiento requerido.

Entre las ventajas del método utilizado podemos citar:

- Se trata de un método de auscultación con criterio común para todas las carreteras, al ser un sistema automático.
- La auscultación se lleva a cabo de forma rápida y segura, sin interferir en el tráfico, ya que el vehículo de inspección puede circular a velocidades entre 60 y 90 Km/h durante la recogida de datos.
- Esta herramienta nos va a permitir medir el estado del firme de forma preventiva para decidir la técnica más oportuna de reparación (sellado, microaglomerado en frío, fresado y reposición, etc.), según se encuentre el estado del firme.
- Vamos a ser capaces de medir la evolución del estado del firme a la largo del tiempo.
- La herramienta tiene capacidad de evaluar los indicadores de estado del firme que aparecen en los pliegos de condiciones utilizados en las concesiones.

### 5. Resultados de campo

El sistema de inspección visual automática ha sido probado en diversos tramos de la red de carreteras de Castilla y León. En esta sección se presentan los resultados obtenidos en un pequeño tramo. Los resultados obtenidos pueden ser visualizados de dos formas distintas. Por un lado se dispone de un

Tabla 1. Resultados del procesamiento de imágenes en términos de sensibilidad, especificidad y precisión.

Tipo de grieta o fisura	Método	Sensibilidad	Especificidad	Exactitud ponderada
Transversales	Imágenes LRIS	0,9240	0,9510	0,9375
	Perfiles 3D	0,9600	0,9564	0,9582
	Combinados	0,9720	0,9591	0,9656
Longitudinales	Imágenes LRIS	0,9189	0,9094	0,9142
	Perfiles 3D	0,8486	0,8725	0,8606
	Combinados	0,9405	0,9261	0,9333

## Sistema de inspección visual automática de carreteras mediante técnicas de procesamiento 2D/3D

software de desarrollo propio que permite el acceso a toda la información capturada y procesada de forma sincronizada. Por otro lado se generan de forma automática informes del estado de la carretera que pueden ser visualizados por software convencional. En la Figura 6 se muestra una captura de pantalla con toda la información adquirida sin ningún tipo de procesamiento. En la Figura 7 se muestra esa misma información, pero con la imagen del LRIS normalizada. En la Figura 8 se muestra la información con el resultado del procesamiento.

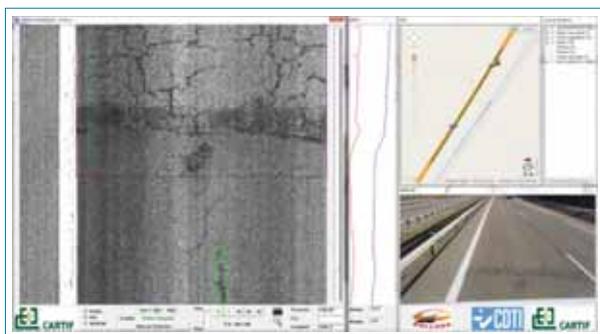


Figura 6. Captura de pantalla del software de visualización. Datos sin procesar.

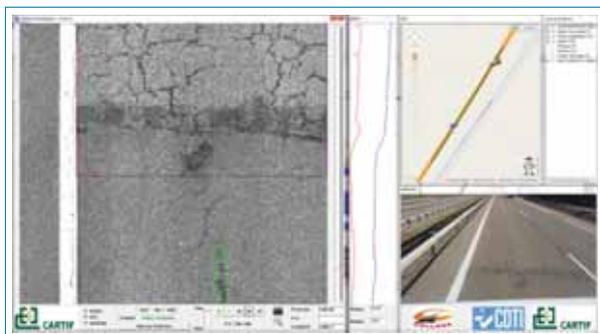


Figura 7. Captura de pantalla del software de visualización. Imagen normalizada.

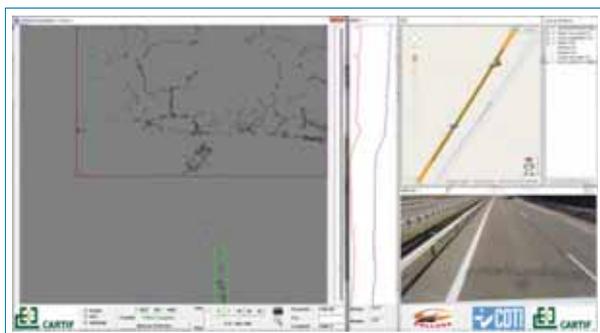


Figura 8. Captura de pantalla del software de visualización. Datos procesados.

En todo momento es posible intercambiar entre los posibles modos de visualización, hacer zoom sobre los datos (ver Figura 9), localizar los datos en un navegador tipo google maps y usar sus propiedades, como el street view o la visualización del terreno (ver Figura 9 y Figura 10), navegar por los defectos, etc.

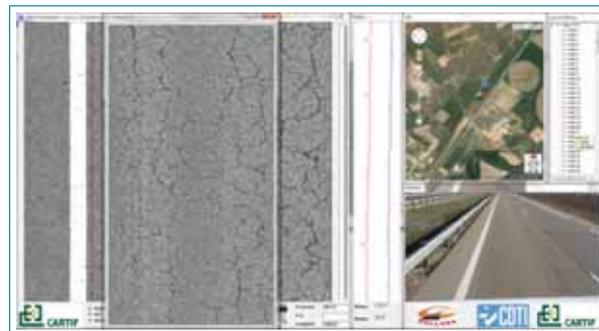


Figura 9. Captura de pantalla del software de visualización. Ejemplo zoom y modo terreno de google maps.

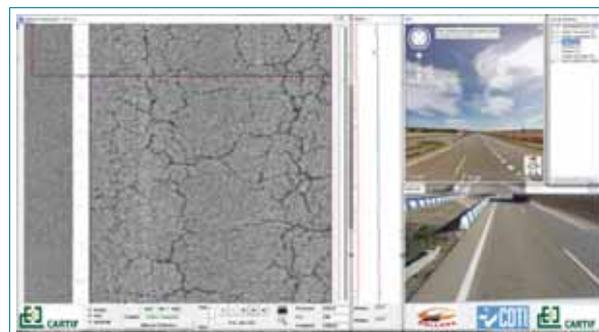


Figura 10. Captura de pantalla del software de visualización. Ejemplo street view.

También es posible ver el mapa de defectos de la carretera procesada, lo que nos permite tener una idea intuitiva del estado de la carretera accediendo a la información en cada tramo de la imagen del estado de la carretera, tal y como podemos ver en la Figura 11.

El software desarrollado permite la generación de informes del estado de la carretera. Se genera un resumen con los datos globales del tramo de carretera inspeccionado, así como por sub-tramos de 100 metros del tramo inspeccionado, como los mostrados en la Figura 12, en el que se muestra el área que efectivamente contiene defectos. Además se genera un informe más completo en el que se detallan las características de cada uno de los defectos y se asocia una imagen de cada defecto, tal y como se muestra en la Figura 13.

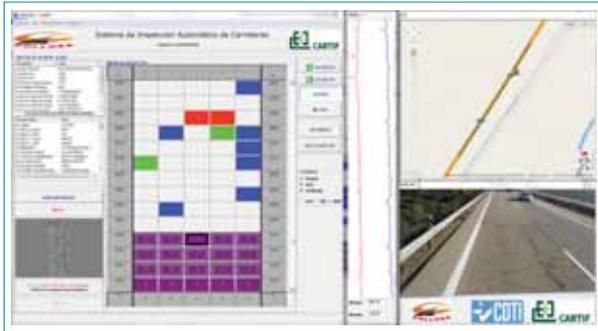


Figura 11. Captura de pantalla del software de visualización. Modo mapa de defectos.

Estos informes nos permiten visualizar rápidamente el estado superficial del tramo auscultado, así como realizar inspecciones periódicas para comprobar la evolución del deterioro de la carretera a lo largo del tiempo y poder tomar tanto las oportunas medidas correctoras, como medidas preventivas anticipándose al deterioro.

Distintos parámetros pueden ser comparados en sucesivas campañas de auscultación, como podemos ver en la Figura 14 y se pueden codificar mediante colores el estado de cada uno de los mismos, como se muestra en la Figura 15.

## 6. Conclusiones

Se ha presentado una nueva metodología para detectar grietas en el pavimento de la carretera que combina el aspecto visual de las imágenes y la información geométrica. Se ha descrito en detalle todo el procedimiento para la adquisición y el almacenamiento de datos de los diferentes dispositivos que se encuentran en el vehículo de inspección. Gracias a los procedimientos descritos es posible re-

alizar la inspección sin interrumpir el tráfico. Una de las principales contribuciones es el enfoque original para la extracción de la información geométrica de la carretera. La cámara 3D está situada de tal forma que la traza láser del LRIS queda oculta cuando aparecen grietas o fisuras transversales mientras que deja de ser una línea recta ante la presencia de grietas longitudinales. La combinación de la información 2D/3D ha conseguido alcanzar una exactitud ponderada del 96,6% para las grietas transversales y un 93,3% para las longitudinales.

También se ha desarrollado un software a medida para la visualización de la información recogida, tanto de la información suministrada por los equipos como de la información procesada. Toda esta información es mostrada de forma sincronizada, de tal manera que disponemos de una visión global de cada punto de la carretera.

El sistema de inspección automática ha sido utilizado en diversos tramos de la red de carreteras de Castilla y León, permitiendo evaluar el deterioro de la carretera y su evolución en el tiempo y poder así tomar medidas preventivas. Se ha presentado un ejemplo de una inspección realizada en un tramo de carretera real en el que se muestra la información proporcionada por el software de visualización de desarrollo propio. También se muestran algunos ejemplos de los informes que se generan y las comparaciones que se pueden realizar entre tomas consecutivas, poniendo de manifiesto la utilidad de la herramienta desarrollada para la gestión del mantenimiento de las carreteras.

El poder contar con este tipo de herramientas de inspección automática nos va a permitir auscultar la carretera de forma periódica y programada en el tiempo. Esto nos dará

Área total con defectos	170.649	Tramo 106.000 - 106.100	
Área total Carretera	6,397,000.5	Área tramo con defectos	14.479
Área total con defecto SIN ESPECIFICAR	1.381	Área total SIN ESPECIFICAR con defectos	0.055
Área total con defecto Grieta Transversal	0.125	Área total Grieta Transversal con defectos	0
Área total con defecto Grieta Longitudinal	0.414	Área total Grieta Longitudinal con defectos	0.038
Área total con defecto Malla	168.73	Área total Malla con defectos	14.386
Área total con defecto Parcheo	0	Área total Parcheo con defectos	0
Área total con defecto Mancha	0	Área total Mancha con defectos	0
Área total con defecto Cambio de Asfalto	0	Área total Cambio de Asfalto con defectos	0
Área de cada tramo	402.8	Perímetro de Defectos	4118.14
		Cantidad de Defectos	33

Figura 12. Informe resumen. Área en m2 y perímetro en metros.

# Sistema de inspección visual automática de carreteras mediante técnicas de procesamiento 2D/3D

CARRETERA	P.K.	TIPO DE DEFECTO	LONGITUD DEL DEFECTO (mm)	ANCHURA DEL DEFECTO (mm)	ÁREA DEL DEFECTO (m <sup>2</sup> )	Índice I
Carretera - Tramo de Datos 2	P.K. 107+574	Malla	337,331.38	5.67	2.404	1
Carretera - Tramo de Datos 1	P.K. 107+541	Malla	272,898.88	5.58	2.611	2
Carretera - Tramo de Datos 1	P.K. 107+539	SIN ESPECIFICAR	131.61	12.00	0.002	3
Carretera - Tramo de Datos 1	P.K. 107+551	Malla	281,528.22	5.00	1.136	4
Carretera - Tramo de Datos 1	P.K. 107+550	SIN ESPECIFICAR	121.56	15.27	0.002	5
Carretera - Tramo de Datos 1	P.K. 107+547	SIN ESPECIFICAR	189.45	14.84	0.003	6
Carretera - Tramo de Datos 1	P.K. 107+542	Malla	247,586.75	3.77	2.521	7
Carretera - Tramo de Datos 1	P.K. 107+528	Malla	224,367.97	5.71	1.611	8

Figura 13. Informe detallado con referencia a imágenes.

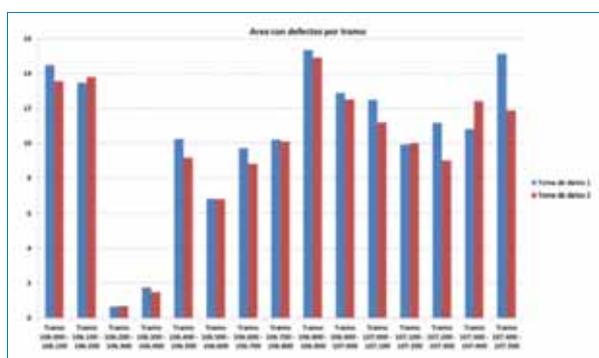


Figura 14. Comparación de área de defectos por tramo.



Figura 15. Código de colores para visualizar el estado de la carretera de forma intuitiva.

una visión exacta de la evolución que sufren los diferentes defectos detectados (principalmente grietas, fisuras y estado del firme) con el tiempo y nos permitirá obtener las conclusiones pertinentes para efectuar los tratamientos preventivos necesarios para mantener el firme en el estado correcto de uso y confort para los usuarios, bien a través de tratamientos superficiales tipo microaglomerado en frío, bien a través del sellado de las grietas o decidir si es necesario llevar a cabo un fresado y reposición del firme en función del estado y la evolución del mismo, lo que va a permitir un ahorro de costes y una optimización de los recursos destinados a la conservación de los firmes.

## 7. Referencias bibliográficas

- D.S. Mahler, Z.B. Kharoufa, E.K. Wong, and L.G. Shaw, "Pavement distress analysis using image processing techniques," *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 6, 1–14, 1991.
- S. Chambon, and J.M. Moliard, "Automatic Road Pavement Assessment with Image Processing: Review and Comparison," *International Journal of Geophysics*, pp. 1–20, 2011.
- H. Oliveira, and P.L. Correia, "Automatic Road Crack Detection and Characterization," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 14(1), pp. 155-168, 2013.
- A. Cord, and S. Chambon, "Automatic Road Defect Detection by Textural Pattern Recognition Based on AdaBoost," *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, CACAIE, 27, pp. 244-259, 2012.
- E. Zalama, J. Gómez-García-Bermejo, R. Medina, and J. Llamas, "Road Crack Detection Using Visual Features Extracted by Gabor Filters," *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 2013.
- G. Bao, "Road Distress Analysis using 2D and 3D Information," *Electronic Thesis or Dissertation*, University of Toledo, 2010.
- K. Wang, "Automated Survey of Pavement Distress based on 2D and 3D Laser Images". Report MBTC DOT 3023, 2011.
- Y. Tsai, Y. Wu, C. Ai, and E. Pitts, "Critical Assessment of Measuring Concrete Joint Faulting Using 3D Continuous Pavement Profile Data," *ASCE Journal of Transportation Engineering*, 138(11), pp. 1291–1296, 2012.
- Y. Tsai, and F. Li, "Critical Assessment of Detecting Asphalt Pavement Cracks under Different Lighting and Low Intensity Contrast Conditions Using Emerging 3D Laser Technology," *ASCE Journal of Transportation Engineering*, 138(5), pp. 649–656, 2012.
- J. Huang, W. Liu, and X. Sun, "A Pavement Crack Detection Method Combining 2D with 3D Information Based on Dempster-Shafer Theory," *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 2013.

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

## 2. Transporte a obra de la mezcla

**Andrés Costa**, [acosta@ohl.es](mailto:acosta@ohl.es)  
Asfaltos y Construcciones ELSAN, S. A.

### 1. Definición de la fase

Según el Artículo 542 del vigente PG-3, en el apartado 542.5.5 relativo al transporte de la mezcla, indica que: “La mezcla bituminosa se transportará en camiones de la central de fabricación a la extendidora. La caja del camión se tratará previamente con un líquido antiadherente, que consistirá en general en una solución jabonosa, un agente tensoactivo o cualquier otro producto sancionado por la experiencia que garantice que no es perjudicial para la mezcla bituminosa, ni para el medioambiente, debiendo ser aprobado por el Director de las Obras. No se permitirá en ningún caso el empleo de productos derivados de la destilación del petróleo.

Para evitar el enfriamiento superficial de la mezcla, deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros co-



bertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendidora o en el equipo de transferencia, su temperatura no podrá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo”.

El transporte de la mezcla bituminosa desde la Planta asfáltica hasta el equipo de puesta en obra puede tener una gran influencia en lograr una buena o mala puesta en obra de la misma.

El transporte de la mezcla bituminosa debe organizarse con continuidad, ajustándolo en número de camiones y tiempo a la producción de la Planta asfáltica y a la capacidad del equipo de puesta en obra. No es recomendable, ni económico, que haya falta de camiones y el equipo de puesta en obra este parado con frecuencia, ni que haya exceso de camiones y tengan que esperar bastante tiempo en obra hasta el vertido de la mezcla en la extendidora.

En España el tipo de camión que se utiliza es de caja basculante. En casos de limitación para la elevación de la caja y para un volumen importante de mezcla bituminosa a extender (puede producirse en la pavimentación con mezcla bituminosa en caliente en un túnel muy largo), podría ser interesante disponer de unos vehículos de fondo móvil con una cinta o transportador de bandejas horizontal en el fondo de caja que descargan directamente a la tolva en la extendidora. Estos vehículos en España prácticamente no se utilizan.

### 2. Problemas en el transporte

El transporte, de la mezcla bituminosa fabricada, hasta la obra donde va a ser utilizada, es la fase siguiente a la fabricación y como todas, tiene gran importancia en el éxito final y debe realizarse de acuerdo con ciertos criterios para conseguir



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

que la mezcla no sufra algún tipo de modificación que cambie sus características y propiedades mecánicas una vez colocada en la capa del firme del que forma parte.

Entre las modificaciones más importantes imputables al transporte de la mezcla están las siguientes:

- Segregaciones (heterogeneidad granulométrica de la mezcla) producidas durante las operaciones de carga en la planta asfáltica y descarga en el equipo de extendido.
- Pérdida de temperatura de la mezcla en algunas zonas de la masa durante el transporte. Especialmente se produce en la parte superior de la mezcla, sobre todo si está en contacto con el aire sin protección alguna, y en los laterales en la zona de contacto con la caja del camión. Ambas situaciones son especialmente peligrosas en época climatológica mala, con temperatura ambiente baja.
- Alteraciones de la mezcla por la utilización de productos antiadherentes de naturaleza inadecuada (gasoil y otros productos derivados del petróleo), que actúan como disolventes del betún descomponiendo parcialmente la mezcla bituminosa que perderá parte de su cohesión y características mecánicas.
- Segregaciones y pérdida parcial de temperatura de la mezcla por una mala organización del transporte que obliga a una parada temporal de la extendedora, permaneciendo parte de la mezcla en la tolva receptora, facilitando su enfriamiento y segregación.
- Ecurrimiento y pérdida de parte del ligante durante el transporte cuando resulta excesivamente largo, especialmente con mezclas ricas en ligante y contenidos de huecos en mezcla elevados (porosas PA y discontinuas tipo BBTM B).

### 3. Recomendaciones para el adecuado transporte de la mezcla

- En primer lugar se debe prestar atención, cuando el camión descarga en la tolva de la extendedora, al diseño de la caja, que debe ser tal que no toque nunca la tolva de la extendedora, ni presione hacia abajo o “cabalgue” sobre la misma ya que ello podría alterar la regularidad de la capa extendida. En estos casos se produce, al elevar la caja del camión, un apoyo de la misma sobre la mezcla bituminosa contenida en la tolva de la extendedora, de manera que el camión se queda en el aire, obligando a utilizar



algún tipo de calzos para evitar que se dañe la extendedora o que se modifique el espesor de mezcla extendida al elevar la regla de extendido.

- En cuanto al diseño de la caja, las que tienen forma semi-circular (o aproximada), presentan una menor superficie en contacto con el aire exterior que las que tienen forma rectangular. Esto disminuye la pérdida de temperatura de la mezcla por radiación, especialmente en épocas de climatología muy fría.
- En esta misma línea y, especialmente en épocas climatológicamente frías o muy frías, una mejora importante puede ser dotar a las partes de la caja del camión en contacto con el ambiente exterior (paredes, compuerta, frontal y fondo de la caja metálica, etc.) de un cierto aislamiento térmico, que impide o al menos disminuye sensiblemente ese gradiente térmico que se produce entre la masa de mezcla bituminosa a temperatura elevada (generalmente por encima de 160°C) y el ambiente exterior que puede estar a temperatura próximas a 0°C e incluso por debajo. Esta pérdida de temperatura puede ser mayor, cuando la mezcla bituminosa permanece bastante tiempo en el camión antes del extendido y la temperatura exterior es baja.

Este aislamiento debe hacerse, y es posible, con materiales ligeros para evitar sobrecargar el peso propio del vehículo que disminuiría su capacidad total de carga.

Estos criterios de aislamiento térmico para la caja del camión, cuando se trabaja en condiciones extremas de temperatura (frío), deben tenerse también en cuenta para la lona protectora de la caja y así evitar una pérdida importante de temperatura por la zona de aire que queda entre la lona y la carga de mezcla bituminosa.



- Se debe prestar especial atención a evitar un derrame importante de mezcla bituminosa delante de la extendidora que obliga a parar y recoger el material vertido, originándose problemas de heterogeneidad, tanto granulométrica como térmica.
- Se debe prestar atención a la protección de la mezcla durante el transporte, utilizando lonas impermeables y resistentes que aseguren la correcta cubrición de la caja del camión. Deben tener suficientes puntos de atado para asegurarlas adecuadamente y evitar que se agite por el viento durante el viaje. Una lona que no cubra bien la carga durante el transporte es peor que si no se lleva ninguna ya que, a menos que solape los laterales, frente y trasero de la caja, el aire fluirá bajo la lona durante el transporte y aumentará la velocidad de enfriamiento de la mezcla. Además, en tiempo lluvioso, el agua que cae sobre la lona se verterá al interior de la caja, en vez de hacerlo fuera por el lateral del vehículo.
- Cuando llueve en la zona de extendido y la mezcla permanece en los camiones, esperando su descarga, llega un momento en que hay que adoptar alguna decisión. Una



primera alternativa es parar el extendido y retornar los camiones a la planta para desechar la mezcla o, si es posible, el reciclado posterior de la misma.

Si la lluvia es ligera y parece que va a continuar por un tiempo, se ha extendido el riego de adherencia y no hay charcos de agua en el pavimento, los camiones pueden descargarse, lo más rápidamente posible, procurando realizar la compactación a la mayor brevedad posible, manteniendo el equipo de compactación muy próximo a la extendidora para finalizar la compactación antes de que se enfríe la mezcla. Si la lluvia, es de corta duración, debe esperarse a su término, con la mezcla bituminosa protegida dentro de los camiones hasta que pueda extenderse, una vez seco el pavimento.

En todo caso, se debe identificar el tramo afectado, para verificar específicamente su calidad (en especial densidad, textura y eficacia del riego de adherencia) para su aceptación final

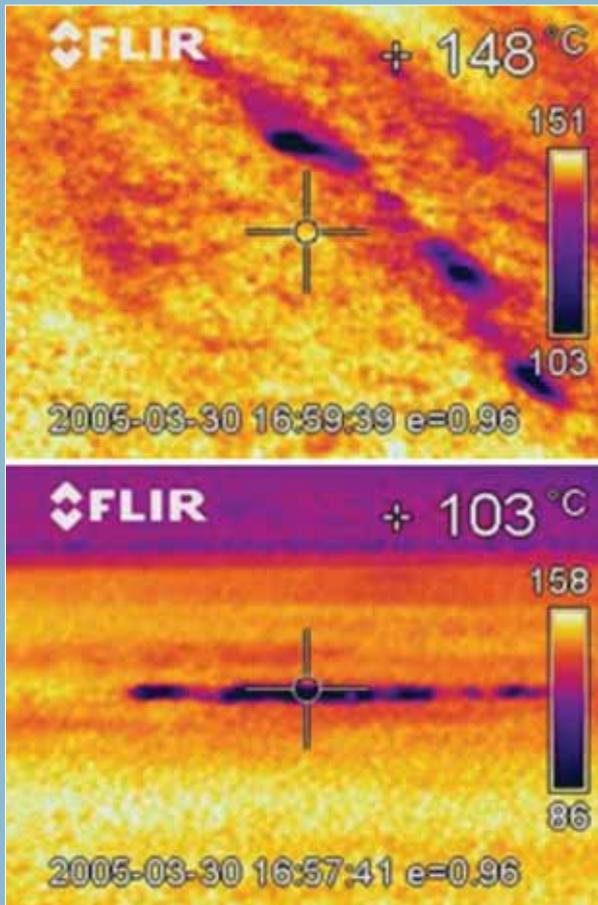
- Otro factor importante es el tiempo de transporte. No hay un límite preestablecido sobre lo lejos que puede transportarse una MBC y son varios los factores que lo afectan, pero es clave tener en cuenta la trabajabilidad de la mezcla mientras pasa a través de la extendidora y la capacidad de poder compactarla una vez extendida. Ambos factores están estrechamente ligados con la temperatura de la mezcla.

Una masa de MBC confinada en la caja de un camión, puede mantener una temperatura razonable durante 2 ó 3 horas. El grado de enfriamiento depende de variables como la temperatura de la mezcla en la fabricación, la temperatura ambiente del aire, la temperatura y velocidad del viento que pasa sobre la mezcla, la eficiencia del aislamiento térmico de la protección de lona y de la propia caja camión.

Cuando la mezcla bituminosa permanece cierto tiempo en el camión, sufre un mayor enfriamiento en su superficie y en el contacto con la caja del vehículo. La importancia de este enfriamiento es función de la cantidad de mezcla enfriada y del grado de enfriamiento que haya tenido. Si en el proceso de extendido esta heterogeneidad térmica no existe, la calidad final de la mezcla y de la capa construida será buena.

Si esa masa fría supera una cierta magnitud, el paso por la extendidora no la homogeniza lo suficiente con el resto de

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



Termografías de superficie de capa a salida de extendedora. Se observan restos de costras frías, con segregaciones térmicas aisladas del orden de 40 °C.

la mezcla que permanece caliente, dando lugar a áreas en la capa extendida que presentan un diferencial térmico importante respecto al resto de la capa, lo que supone un potencial de riesgo para la durabilidad, al presentar esas zonas más dificultad para alcanzar el nivel de densidad requerido con la compactación. Además, al compactarse más frías tendrán menos cohesión y módulo. Incluso se puede ver afectada la regularidad superficial final de la capa construida.

En este caso, el empleo de equipos de transferencia del tipo silos móviles con capacidad de remezclado, se ha revelado como muy eficaz, rompiendo las "costras" frías y haciendo una rehomogeneización térmica total con el resto de la masa del camión, de modo que la mezcla suministrada a la extendedora presenta una temperatura uniforme (la media de la masa del camión).

En todo caso se debe tener en cuenta que, para este tipo de problema, la solución no es elevar la temperatura de fabricación o disponer de dispositivos que mantengan mu-



cho tiempo la mezcla a alta temperatura, pues esta situación favorece el envejecimiento prematuro del ligante, afectando a la calidad final de la capa de mezcla bituminosa construida. Si esta situación se produce con frecuencia, es preferible disponer de vehículos con aislamiento térmico de la carga, antes que elevar sistemáticamente la temperatura de fabricación de la mezcla.

- Se debe prestar especial atención a la limpieza de la caja del camión, evitando la presencia de restos de mezclas frías y adheridas a la misma y de cualquier otro material que haya podido transportar (áridos, zahorras, etc.). El fondo y las paredes de la caja deben ser lisos y uniformes, sin depresiones o deformaciones. Toda la parte interior de la citada caja del camión debe regarse de manera uniforme con un líquido antiadherente que garantice que la mezcla en caliente no se pegara a la superficie de la misma.
- Cuando la mezcla bituminosa es del tipo discontinua (BBTM en la nueva terminología del Artículo 543 del PG-3) o es de tipo drenante (tipo PA según el mismo Artículo), el tiempo de transporte debe ser lo más limitado posible por varios motivos: la temperatura de fabricación, al utilizarse normalmente betunes modificados, se suele situar en el límite superior del intervalo de uso definido en la Fórmula de Trabajo, para facilitar su manejabilidad en obra, con los consiguientes problemas de mayor envejecimiento del ligante (por la alta temperatura) y por otro lado puede haber escurrimiento del ligante, que se traduce en dos problemas como son la subdosificación de la mezcla y la pegajosidad de la misma a la caja del camión, que puede dificultar e incluso impedir su vertido a la tolva de la extendedora.



# UNE-EN 12697-8:2003.

## Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas

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

Javier Loma, jloma@ohl.es

Asfaltos y Construcciones ELSAN

### 1. Objeto y principio del ensayo

Procedimiento empleado para el cálculo de los huecos en aire ( $V_m$ ), huecos en áridos (VMA) o huecos rellenos con ligante (VFB), en probetas de mezcla bituminosa compactadas en laboratorio o testigos extraídos del pavimento.

### 2. Método operativo

El contenido de huecos se determina a partir de la densidad máxima de la mezcla y la densidad aparente de la probeta o testigo. El cálculo es el siguiente:

- **Huecos en aire.** Volumen ocupado por los huecos de aire en una probeta de mezcla bituminosa.

$$V_m = \frac{\rho_m - \rho_b}{\rho_m} \times 100$$

$V_m$  = huecos en aire expresados en 0,1 %

$\rho_m$  = densidad máxima de la mezcla en  $\text{kg/m}^3$

$\rho_b$  = densidad aparente de la probeta en  $\text{kg/m}^3$

- **Huecos en áridos.** Volumen del espacio del hueco intergranular que incluye los huecos en aire y el volumen de huecos que ocupa el ligante.

$$VMA = V_m + B \times \frac{\rho_b}{\rho_B}$$

VMA = huecos en áridos expresados en 0,1 %

$V_m$  = huecos en aire de la probeta expresados en 0,1 %

B = Contenido de ligante en mezcla, en %

$\rho_b$  = densidad aparente de la probeta en  $\text{kg/m}^3$

$\rho_B$  = densidad del ligante en  $\text{kg/m}^3$

- **Huecos rellenos.** Porcentaje de huecos rellenos con ligante en el árido mineral.

$$VFB = \frac{(B \times \frac{\rho_b}{\rho_B})}{VMA} \times 100$$

VFB = huecos rellenos en áridos expresados en 0,1 %

$V_m$  = huecos en aire de la probeta expresados en 0,1 %

B = Contenido de ligante en mezcla, en %

$\rho_b$  = densidad aparente de la probeta en  $\text{kg/m}^3$

$\rho_B$  = densidad del ligante en  $\text{kg/m}^3$

### 3. Equipamiento

No precisa equipamiento.



## UNE-EN 12697-8:2003. Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas

### 4. Puntos críticos

Como punto crítico para el cálculo del contenido de huecos es la importancia que tiene una correcta realización de los ensayos de densidad máxima de la mezcla y la densidad aparente de las probetas, ya que pequeñas variaciones en cada uno de estos métodos de ensayo pueden llegar a cambiar el resultado en el contenido de huecos.

### 5. Comentarios

El contenido de huecos en una mezcla bituminosa es utilizado como criterio de diseño en los estudios de diferentes tipos de mezclas bituminosas, pero también como criterio de aceptación/rechazo del material colocado en la obra.

El resultado obtenido depende de dos ensayos: la densidad máxima de la mezcla (que puede realizarse por el procedimiento volumétrico, hidrostático o matemático) y la densidad aparente de la probeta (que puede realizarse en seco, por superficie seca saturada, por la probeta impermeabilizada o por el método geométrico, en función del contenido de huecos de la misma). En el informe de resultados se deben indicar:

- Origen de la probeta
- Métodos utilizados para determinar la densidad máxima y la densidad aparente
- Densidad máxima y densidad aparente en  $\text{kg/m}^3$
- Contenido de huecos en aire expresados en 0,1 %

### 6. Bibliografía

- UNE-EN 12697-5. Determinación de la densidad máxima
- UNE-EN 12697-6. Determinación de la densidad aparente de probetas de mezcla bituminosa
- UNE-EN 12697-8. Determinación del contenido de huecos en las probetas

*El contenido de huecos en una probeta o testigo de mezcla bituminosa es utilizado en el diseño de las mezclas bituminosas, y también como criterio de aceptación-rechazo del material colocado en la obra.*

#35

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

**“La reutilización de RAP en reciclados templados al 100% asegura la sostenibilidad económica de la red viaria urbana” (Artículo Rodaduras urbanas sostenibles, número 15)**

#HECHOS\_ECONÓMICOS

# 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 26 de octubre hasta el 14 de diciembre de 2015.

## NORMATIVA PUBLICADA

### Áridos (Comité Técnico AEN/CTN 146)

- **UNE EN 933-8: (Publicada en noviembre de 2015, versión anterior del año 2012).** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo de equivalente de arena

### Betunes y ligantes bituminosos (Comité Técnico AEN/CTN 51/SC-1)

- **UNE EN 1426: (Publicada en diciembre de 2015, versión anterior del año 2007).** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la penetración con aguja
- **UNE EN 1427: (Publicada en diciembre de 2015, versión anterior 2007).** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del punto de reblandecimiento. Método de anillo y bola
- **UNE EN 12593: (Publicada en diciembre de 2015, versión anterior del año 2007).** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del punto de fragilidad Fraass

### Mezclas bituminosas (Comité Técnico AEN/CTN 41/SC-2)

- **UNE EN 12697-2: (Publicada en noviembre de 2015, versión anterior 2007).** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas
- **UNE EN 12697-4: (Publicada en noviembre de 2015, versión anterior 2006).** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 4: Recuperación de betún. Columna de fraccionamiento

## NORMATIVA EN PROYECTO

### Betunes y ligantes bituminosos (Comité Técnico AEN/CTN 51/SC-1)

- **PNE-pr EN 13588 (última publicación año 2008).** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la cohesión de ligantes bituminosos mediante el ensayo del péndulo
- **PEN-prEN 16659 (nueva norma).** Betunes y Ligantes Bituminosos- Determinación de la fluencia-recuperación de un ligante después de someterlo a múltiples esfuerzos repetidos. Ensayo MSCR
- **PNE-prEN 13589 (Última publicación 2008).** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de las propiedades de tracción de betunes modificados por el método de fuerza-ductilidad
- **PNE-prEN 13587 (Última publicación 2010).** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de las propiedades de tracción de los ligantes bituminosos por el método del ensayo de tracción
- **PNE-prEN 13075-1 (Última publicación 2009).** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del comportamiento a la rotura. Parte 1: Determinación del índice de rotura de las emulsiones bituminosas catiónicas. Método de la carga mineral
- **PNE-prEN 13075-2 (Última publicación 2009).** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del comportamiento a la rotura. Parte 2: Determinación del tiempo de mezclado con finos de las emulsiones bituminosas catiónicas
- **PNE-prEN 16849 (norma nueva).** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del contenido de agua en las emulsiones bituminosas. Método por evaporación en termobalanza

### NORMATIVA EN PROYECTO

#### Betunes y ligantes bituminosos (Comité Técnico AEN/CTN 51/SC-1)

- **PNE-prEN 13924-1 (norma nueva).** Betunes y ligantes bituminosos. Marco para la especificación de los betunes especiales. Parte 1: Ligantes bituminosos de grado duro
- **PNE-FprCEN/TS16346 (Última publicación 2012).** Ligantes bituminosos. Determinación del comportamiento de ruptura y la adhesividad inmediata de las emulsiones bituminosas catiónicas con un árido de 2/4 mm

### COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS

- Destacar sobre todo las publicaciones dentro del Comité de Betunes y Ligantes Bituminosos al respecto de las normas utilizadas para la identificación de los betunes como son el valor de penetración y el punto de reblandecimiento. También dentro de este Comité, señalar los proyectos de norma nuevos como son el ensayo MSCR para los betunes, el empleo de la termobalanza para la determinación del contenido de ligante en emulsiones y las especificaciones para los betunes duros.

## Últimas actualizaciones en legislación, normativa y otras disposiciones

### Legislación y otras disposiciones (actualizada a 20 de diciembre de 2015)

#### APERTURA DE LA CONVOCATORIA ERA-NET COFUND BESTF 3

Ya está abierta, hasta el próximo 29 de febrero de 2016, la primera fase de la nueva convocatoria conjunta de la Era-Net Cofund BESTF3 (Bioenergy Sustaining the Future 3) para la financiación de proyectos innovadores en bioenergía liderados por la industria.

Los países participantes en esta iniciativa son Dinamarca, Finlandia, Polonia, España, Suecia, Países Bajos y Reino Unido. El presupuesto total disponible es de 22 M€. En España participan en esta ERA-NET Cofund CDTI y MINECO. CDTI financia la participación empresarial y MINECO financia la participación de entidades sin ánimo de lucro. El presupuesto de CDTI dedicado a esta iniciativa es de 1,5 M€ y el presupuesto de MINECO es de 0,5 M€. Las ayudas son en forma de subvención.

#### 3ª CONVOCATORIA CONJUNTA ESPAÑA (CDTI) – INDIA (DST-GITA) PARA FINANCIAR PROYECTOS BILATERALES DE I+D EN SECTORES: TECNOLOGÍAS LIMPIAS, TICS, SMART CITIES, MATERIALES Y PRODUCCIÓN AVANZADA

Se abre el plazo para la presentación de propuestas de proyectos de I+D en colaboración entre entidades de ambos países en los sectores: Tecnologías Limpias, TICS, Smart Cities, Materiales y Producción avanzada

En el marco del Nuevo Programa de Cooperación firmado entre CDTI y el Departamento indio de Ciencia y Tecnología (DST) para promover la I+D+i y fortalecer las alianzas entre España e India en áreas prioritarias para la colaboración mutua, se lanza la segunda convocatoria CDTI - DST (GITA) para la presentación de propuestas en los sectores de Tecnologías Limpias, TICS, Smart Cities, Materiales y Producción avanzada.

Características de los proyectos a presentar

El proyecto debe estar orientado al desarrollo o mejora significativa de un producto, proceso o servicio innovador con perspectivas de mercado.

Debe contar por lo menos con la participación de un partner español y un partner indio:

- Por parte de la India tiene que participar al menos una empresa que, a su vez puede ir acompañada de otros organismos (universidades, centros de investigación). En los proyectos de Electronic Design Manufacturing (ESDM) será obligatoria la participación de 1 empresa y 1 institución académica.
- Por parte de España tiene que participar al menos una empresa que, opcionalmente, puede ir en colaboración con otros organismos de investigación (Universidades, OPIs y Centros de Innovación y Tecnología) subcontratados en el presupuesto.

### 3ª CONVOCATORIA CONJUNTA ESPAÑA (CDTI) – INDIA (DST-GITA) PARA FINANCIAR PROYECTOS BILATERALES DE I+D EN SECTORES: TECNOLOGÍAS LIMPIAS, TICS, SMART CITIES, MATERIALES Y PRODUCCIÓN AVANZADA (CONTINUACIÓN)

La propuesta debe estar equilibrada, tanto en recursos técnicos como financieros, entre las partes y los resultados deben suponer un beneficio.

La tercera Convocatoria CDTI-DST (GITA) está abierta a proyectos de I+D liderados por empresa y orientados a mercado en los sectores Tecnologías Limpias, TICS, Smart Cities, Materiales y Producción Avanzada y en concreto los organismos gestores destacan como principales subsectores de interés:

Green Technologies (Renewable Energies and Environment) "economically competitive production processes and products that use less or substitutes harmful or critical materials and/or energy reduce, replace and reuse of resources": Clean Energy; Energy Storage; Energy Efficiency; Transportation; Air & Environment; Clean Industry; Water and Agriculture; Application of Remote Sensing and GIS for accurate inventory of natural resources and environmental planning.

Smart Cities (Sustainable Cities and Transport Networks): Smart Energy Systems; Building and space sustainability; Intelligent Transport and Mobility; Societal Challenges: inclusion, education, health, tourism, electronic, open and participatory government.

Electronic System Design and Manufacturing (ESDM) Technologies focussing on: Large Area Flexible Electronics; Internet of Things (IoT); Devices for Internal Security

Las propuestas en este sector deben incluir obligatoriamente la participación de 1 empresa y una institución académica en India. Además serán proyectos con una duración máxima de 24 meses.

Advanced Materials, Advanced Manufacturing & Processing

Plazos de presentación

Apertura de la convocatoria: 16 de diciembre de 2015.

Fecha límite para la presentación de solicitudes: 13 de mayo de 2016.

En este período se tendrán que presentar paralelamente tanto en GITA, socios indios, como en CDTI, socios españoles, las correspondientes solicitudes para el proyecto en colaboración, cumpliendo los requisitos y documentación solicitados por cada entidad.

Resolución proyectos seleccionados: octubre 2016.

Procedimiento de presentación de propuestas

Las empresas españolas deben presentar su solicitud al CDTI, a través de la página web de CDTI (<https://solicitudes.cdti.es/Internet/accesoSistema.aspx>) presentando una solicitud de proyecto India & Spain Innovating Programme (ISIP). La documentación a adjuntar como parte de la solicitud telemática será la de un proyecto India & Spain Innovating (ISIP): Memoria de Proyecto Internacional (en castellano), Application Form (en inglés) y Acuerdo de Consorcio (en inglés).

Los participantes de India deben realizar su solicitud en GITA cumpliendo las condiciones de dicho organismo reflejadas en el Texto de la convocatoria (en inglés), así como en su página web <http://www.gita.org.in>

### LEY 2/2015 DE 30 DE MARZO DE DESINDEXACIÓN DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

Con fecha 31 de marzo de 2015 se publicó en el BOE la ley de desindexación de la Economía Española. La ley consta de tres capítulos, siete artículos, una disposición transitoria, una disposición derogatoria, siete disposiciones finales y un anexo.

El objetivo principal de esta Ley consiste en establecer una nueva disciplina no indexadora en el ámbito de la contratación pública, la cual supone aproximadamente el 20 por ciento del Producto Interior Bruto, en los precios regulados y, en general, en todas las partidas de ingresos y de gastos de los presupuestos públicos.

En los casos excepcionales en los que la revisión de valores monetarios sea indispensable, el objetivo de la Ley es eliminar los efectos de segunda ronda, referido al precio de un bien o servicio que cuando aumenta, los índices de precios como el IPC suben, y esto supone un aumento automático en el precio de otros bienes simplemente porque están indexados a este índice anteriormente mencionado, ligando la actualización de precios y rentas a la evolución de los costes pertinentes en cada situación, facilitando con ello una mayor flexibilidad y una mejor reacción de la economía española ante perturbaciones.

### REAL DECRETO 773/2015 DE 28 DE AGOSTO

En este Real Decreto se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre y viene a dar cumplimiento al desarrollo reglamentario exigido por los anteriores preceptos, así como a efectuar las adaptaciones necesarias en la estructura de la clasificación y su configuración en grupos, subgrupos y categorías, modificando para ello la regulación establecida al respecto en el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.

Se modifican diferentes artículos de la Ley y que corresponden a:

- Artículo 11: Determinación de los criterios de selección de las empresas
- Artículo 26: Categorías de clasificación de los contratos de obras
- Artículo 27: Clasificación de los empresarios en subgrupos
- Artículo 29: Asignación de categorías de clasificación
- Artículo 35: Clasificación directa e indirecta en subgrupos
- Artículo 37: Grupos y subgrupos de clasificación en los contratos de servicios
- Artículo 38: Categorías de clasificación en los contratos de servicios
- Artículo 39: Clasificación en subgrupos y categorías
- Artículo 45: Clasificación directa en subgrupos y en casos especiales
- Artículo 46: Exigencia y defectos de la clasificación de servicios
- Artículo 67: En la letra b) de los apartados 3, 4, 5 y 7, así como la supresión del apartado 6

También se modifican el anexo II del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas Disposición adicional primera. Actualización de los subgrupos de clasificación de contratos de servicios Públicas, que queda sustituido por el que figura como anexo.

- Disposición adicional segunda. Desconcentración de competencias en los contratos de suministros
- Disposición transitoria primera. Expedientes iniciados y contratos adjudicados con anterioridad a la entrada en vigor de este real decreto.
- Disposición transitoria segunda. Clasificación exigible para los contratos de obras.
- Disposición transitoria tercera. Clasificaciones de los contratos de servicios otorgadas con anterioridad a la entrada en vigor del real decreto.
- Disposición transitoria cuarta. Vigencia de las clasificaciones otorgadas antes de la entrada en vigor del real decreto.
- Disposición transitoria quinta. Expedientes de clasificación y de revisión de clasificación iniciados a solicitud del interesado tras la publicación del real decreto

## NUEVA LEY DE CARRETERAS

Se suele considerar que la carretera tiene un **triple aspecto**, como **dominio público**, como **obra pública** y como **soporte para la prestación de un servicio público**, regulándolos las diversas legislaciones conforme a su momento histórico.

Ahora se deroga la Ley de Carreteras de 1988, tras más de un cuarto de siglo, para una **nueva adaptación a los tiempos**, lo que supone, entre otros aspectos:

- Adecuarse a unas mayores exigencias **medioambientales**.
- Armonizar su regulación con el **urbanismo** que ha de tener sus propias soluciones de comunicación.
- Evitar solapamientos y conflictos de **competencias** con la Comunidades Autónomas y Ayuntamientos,
- Desarrollar el concepto de **servicio público viario**, como base de la gestión de carreteras,
- Controlar la excesiva proliferación de **accesos a las vías**, que han de ser compatibles con el fin principal de la vía,
- Redefinir las **zonas de protección**, creándose la **zona de limitación a la edificabilidad** e introduciendo el concepto de **servidumbre acústica** en su delimitación, modificando la **distancia de la línea límite de edificación** en diferentes tipos de carreteras y elementos de las mismas,
- Agilizar el procedimiento para posibilitar los **intercambios de titularidad** entre las distintas redes, especialmente cesiones gratuitas a Ayuntamientos de tramos que sean travesías urbanas,
- Mejorar las garantías en las **carreteras en redacción**,
- Actualizar el **catálogo** de carreteras del Estado y modificar las categorías de vías.

La Ley consta de 49 artículos en **cuatro capítulos**:

- **Capítulo I. Disposiciones generales.**
- **Capítulo II. Planificación, proyecto, construcción y explotación de carreteras.**
- **Capítulo III. Uso y defensa de las carreteras.**
- **Capítulo IV. Travesías y tramos urbanos.**

# Química verde

## Innovative Asphalt Chemicals

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

Total compromiso con la innovación y desarrollo de alternativas ecológicas.

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

## Nosbur®

### Especialidades para aplicaciones asfálticas

**Fibras** de celulosa granulares, **Pigmentos de alto rendimiento** para mezclas en caliente, **Ligante sintético** granular, **ECO-aditivo** para la fabricación de mezclas en frío ensacables, **Antiadherentes** y limpiadores de base vegetal (alternativos al gasóleo), **Ceras** y **Tensoactivos** para la fabricación de mezclas semicalientes, **Activantes de adhesividad** (activa y pasiva), **Asfalto natural** y endurecedores de ligante, **Polímeros**, **Caucho NFU** y resinas, **Acidificantes**, **Rejuvenecedores (RAP)**, aditivo **Antihielo**, **Emulgentes (Anio y Cat)**, dispersiones **SBR (Látex)**, **Solventes ecológicos**, revestimientos **Antiqueroseno**, **Pinturas** decorativas resistentes al tráfico, **sistemas para Impresión** de pavimentos, tratamientos **Protectores** de gran desempeño, **Estabilizantes** para suelos, tratamientos **Antipolvo...**



Grupo  
**Campi y Jové**  
Dept. Asfáltica

# Noticias del sector

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

## Licitación un Proyecto de obra por el sistema de Compra Pública Innovadora

En el verano de este año, la Autoridad Portuaria de Huelva ha sacado a licitación un Proyecto de obra por el sistema de Compra Pública Innovadora, denominado: "Refuerzos ultradelgados para condiciones de tráfico pesado y bajo ruido de rodadura", para la pavimentación de la Avenida Francisco Montenegro, situada en el citado Puerto.

En el Plan Estratégico del Puerto de Huelva 2012-2017, la Autoridad Portuaria de Huelva tenía previsto acometer la renovación de la Avenida Francisco Montenegro, con el objetivo de transformarla en una vía urbana, más acorde con las actuaciones de integración con la ciudad que se están realizando ya en la zona. El firme antiguo existente en esta Avenida está formado por; esencialmente, un pavimento de hormigón en masa con juntas desviadas con respecto al eje de la calzada, en un espesor de 23 cm., sobre una capa bituminosa impermeabilizante apoyada sobre capas granulares de base y subbase. La categoría de tráfico pesado que soporta es la T0 (de 2.000 a 4.000 vehículos pesados/día). El firme tiene algo más de 40 años y actualmente se encuentra deteriorado por el tráfico soportado durante su vida útil.

El Proyecto establecía tres tramos de actuación diferenciados de 898, 685 y 425 metros de longitud respectivamente. Las condiciones técnicas que tenían que cumplir las soluciones de refuerzo innovadoras que se presentasen a la licitación eran las siguientes:

- Recrecimiento de un pavimento de hormigón deteriorado mediante un refuerzo con un espesor máximo de 10 cm.
- Categoría de tráfico pesado T0.
- Un nuevo pavimento con una emisión de ruido a 50 km/h de 90 db(A) medido mediante la metodología CPX.

- Ejecución del refuerzo en dos capas.
- La primera de base o como sistema antirreflexión de grietas, con un espesor máximo de 6 cm., y, entre otras condiciones, permitirá reducir las emisiones fabricándola y poniéndola en obra a una temperatura inferior a 135°C.
- La segunda o capa de rodadura, con un espesor máximo de 4 cm., debería tener elevada macrotextura y resistencia al deslizamiento, una durabilidad mínima de 10 años y un muy buen comportamiento en cuanto al ruido de rodadura.
- Deja abierta la posibilidad de utilizar pavimentos delgados de hormigón como refuerzo, siempre que cumplan las condiciones de durabilidad y bajo ruido de rodadura.

El Proyecto se ha licitado y se ha adjudicado a la empresa OHL S.A. con el asesoramiento técnico de su empresa filial ELSAN S.A., en el tema de los tipos y espesores de los distintos tipos de pavimentos a construir para cumplir las prescripciones técnicas del Proyecto.

La iniciación de los trabajos ha sido a mediados del mes de noviembre de 2015 y está prevista su terminación el 31 de diciembre de este mismo año.

Las distintas mezclas bituminosas propuestas han sido del tipo SMA, en general con un porcentaje de ligante entre el 7 y 8% en peso de árido, con la incorporación de fibras de celulosa y utilizando en todos los casos betunes modificados del tipo PMB 45/80-65. En las dos capas intermedias de los tramos 1 y 3 (proyectados con soluciones bituminosas) las mezclas propuestas son semicalientes, es decir, fabricadas y puestas en obra a 135°C (aproximadamente) como exigía el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

En uno de los tramos se ha proyectado una mezcla tipo SMA 8 en la que, para reducir el ruido de rodadura, se ha sustituido el 2% en peso del árido grueso, por granulo de caucho procedente de NFU de tamaño de 21 a 7 mm.



### Nuevo calendario de Asefma

La Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (Asefma) ha editado un calendario para 2016 lleno de significado, pues tiene como objetivo recordar que las carreteras hay que conservarlas.

El buen estado del pavimento puede prevenir accidentes de tráfico, por lo que los fabricantes españoles de asfalto abogan por la conservación preventiva para garantizar la seguridad vial. En consecuencia, los Presupuestos Generales del Estado, dentro del Programa 453C, deben establecer una partida estable, programada y suficiente que recoja las necesidades reales de los degradados pavimentos españoles y del uso real de las carreteras.

### El coche autónomo pasa por España

Tras hacer su debut, el pasado día 2 de octubre, con un viaje en modo autónomo de París a Burdeos, el prototipo de PSA Peugeot Citroën cruzó la frontera francesa para completar un circuito de alrededor de 3.000 km que va desde París a Madrid a través de la ciudad de Vigo. El prototipo recibió una cálida bienvenida por parte de la vicepresidenta Soraya Sáenz de Santamaría, quien señaló que “no hay necesidad de pensar en el futuro, porque éste ya está aquí. Antes de darnos cuenta, este vehículo será el medio normal para circular por las carreteras del mañana”. El viaje por España ha sido posible gracias a la estrecha colaboración del Centro de Tecnología Automotriz de Galicia (CTAG), que hizo frente

a los desafíos del hombre-máquina de interfaz en modo autónomo.

En el camino de vuelta, el vehículo pasó por Perpignan, Marsella y Lyon antes de regresar al centro técnico de Vélizy del Grupo PSA Peugeot Citroën. El vehículo circuló en modo autónomo, sin la participación del conductor, en los tramos autorizados. El coche ajusta su velocidad automáticamente y cambia de carril para adelantar, teniendo en consideración los otros vehículos, los límites de velocidad y la infraestructura.

En julio de 2015, el grupo francés se convirtió en el primer fabricante de automóviles en recibir autorización para llevar a cabo pruebas en carretera abierta. En 2016, PSA dispondrá de 15 prototipos en su flota.

### Una web para conocer el estado de las carreteras

La asociación francesa *40 millions d'automobilistes* (40 millones de automovilistas) ha lanzado la web [www.jaimalamaroute.com](http://www.jaimalamaroute.com), desde la que se da conocer el estado de las carreteras, proponiendo a los automovilistas que aporten datos sobre las vías que supongan un problema de seguridad.

El trabajo de los editores de este *site* no termina en la recopilación de datos, sino que va más allá, y pretende comprobar sobre el terreno las informaciones adquiridas y elaborar, durante el primer trimestre de 2016, un mapa de carreteras de Francia con el reflejo de las vías más degradadas, con el fin de interpellar a las Administraciones aludidas y a sus responsables.

Se estima que 47% de los accidentes de tráfico que se producen en Francia se deben a motivos relacionados con la infraestructura vial. Sin embargo, se subraya desde esta plataforma, los presupuestos asignados al mantenimiento y creación de infraestructuras en el país vecino están cayendo desde hace muchos años: cada año, se reduce en un 25% el presupuesto dedicado a la carretera. Junto con esto, el número de accidentes de tráfico está aumentando de nuevo desde 2014. *40 millions d'automobilistes* no deja de repetir la importancia de disponer de una red bien cuidada. Por este motivo, la asociación decidió hacer frente a los problemas de infraestructura, a través de esta web, que ayuda a identificar las carreteras más peligrosas.

## Asefma y LanammeUCR promueven la digitalización del sector del asfalto

La digitalización del sector del asfalto y la pavimentación vuelve a la palestra. En esta ocasión, el escenario no fue otro que el XVIII Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto (CILA) que celebró en Bariloche (Argentina) entre los pasados días 16 y 20 de noviembre. Los asistentes pudieron conocer de primera mano las estrategias de comunicación *online* que se están desarrollando con éxito en España y Costa Rica.

Coincidiendo con el final de las sesiones matutinas del martes, se celebró en el área de la exposición comercial del XVIII CILA una breve sesión de 20 minutos sobre las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) aplicadas a empresas y centros de investigación vinculados a las mezclas asfálticas.

Los disertantes encargados de ofrecer su visión y experiencia en la aplicación de las TIC fueron Juan José Potti, presidente de Asefma, y Luis Guillermo Loría, coordinador del Programa de Infraestructura del Transporte en el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR).

Juan José Potti realizó un recorrido histórico sobre la evolución de las tecnologías de la comunicación desde la celebración del primer CILA en 1981. En menos de tres décadas esta cumbre “se ha consolidado como el primer congreso internacional de habla hispana sobre asfalto”, apuntó.

“El espíritu del CILA está plenamente vigente”, afirmó el presidente de Asefma. Sin embargo, “han cambiado mucho las condiciones y exigencias”. El número de investigaciones enviadas para valoración del comité científico crece constantemente y también son mayores las oportunidades para difundir dicho conocimiento.

En esta línea, expuso la experiencia de Asefma en la realización de eventos técnicos mediante *streaming* con el instituto técnico Itafec, en la digitalización de sus investigaciones y en la comunicación *online* para difundir las preocupaciones, avances y retos del sector del asfalto a toda la sociedad.

Según apuntó Juan José Potti, desde 2012 Itafec ha retransmitido en *streaming* 43 eventos técnicos vinculados

al sector viario. “Los eventos técnicos cada vez tienen más usuarios activos y el alcance cada vez es mayor”, afirmó. En esta línea resaltó el I Congreso Multisectorial de la Carretera, que contó con la participación de 362 usuarios en el debate *online* generado en Twitter y generó más de 9,2 millones de impresiones; y la X Jornada Nacional de Asefma, que con sus 10,3 millones de impresiones logró posicionarse como el evento con mayor alcance del sector viario.

También afirmó que Itafec está trabajando en la digitalización del patrimonio científico de este CILA y que los archivos estarán disponibles en formato DVD con acceso desde la biblioteca de archivos 2.0 de la plataforma [www.itafec.com](http://www.itafec.com). Respecto a la disponibilidad *online* de comunicaciones técnicas de anteriores ediciones, apuntó que es un asunto que se debatirá en la próxima reunión de delegados CILA, en la que él participará.

Por su parte, Luis Guillermo Loría aportó la experiencia que está desarrollando LanammeUCR en la difusión de sus investigaciones mediante el uso de los medios de comunicación social (Social Media). Además del empleo de redes como Facebook o Twitter, el centro de investigación costarricense también está generando audiovisuales informativos que difunde *online* vía YouTube y recientemente ha iniciado una estrategia de comunicación aperturista, que propicia el diálogo con la prensa y otros medios de comunicación tradicionales.

## Málaga acoge el debate sobre innovaciones aplicadas a la conservación de carreteras

El Ayuntamiento de Málaga celebró, el pasado día 22 de octubre, la III Jornada de conservación de pavimentos urbanos bajo el lema “Innovaciones en conservación viaria, mejora continua”, que pudo seguirse *online* gratuitamente desde la plataforma de Itafec.

Durante esta tercera edición se expusieron las últimas tecnologías aplicadas al mantenimiento de carreteras urbanas y se acogió la visión de los usuarios de las mismas. También estuvieron presentes varios consistorios españoles, que explicaron sus modelos de gestión y experiencia en conservación de aceras y pavimentos urbanos.

El programa de la III Jornada de conservación de pavimentos urbanos se articuló en cuatro ejes temáticos:

- innovación en la conservación viaria;
- presupuestos destinados y tipos de contratos;
- nuevas técnicas de conservación;
- percepción de la conservación por el usuario.

Dicho evento también sirvió para conocer la iniciativa Foro Nacional de Conservación de pavimentos urbanos, que presentó el secretario general de la Federación Española de Municipios y Provincias, Juan Ávila.

La Jornada estuvo dirigida a administraciones de carreteras, técnicos de ayuntamientos, proyectistas, ingenieros, técnicos de conservación, empresas de pavimentación y laboratorios de control. El evento fue patrocinado por UTE Eiffage Infraestructuras-Conacon, que garantiza la gratuidad de la visualización *online* vía *streaming*; y contó, además, con la colaboración de reconocidas entidades del sector como Asefma, Ceacop, ACP, Ciccp, Citop, ACEX, Coamálaga, Coaat, Opitima y Coiaaor.

### **Más investigadores y mayor protagonismo de la financiación, objetivos de la quinta edición del Foro Transfiere**

El Foro Transfiere, Foro Europeo para la Ciencia, Tecnología e Innovación, cumplirá los próximos 10 y 11 de febrero de 2016 su quinta edición en el Palacio de Ferias y Congresos de Málaga (Fycma). El comité organizador del foro se reunió el pasado día 27 de octubre en Madrid para avanzar en las líneas estratégicas del evento, que pasan por el reforzamiento del sector financiero y más presencia de investigadores, así como de empresas demandantes de tecnología. En la presente convocatoria el país invitado será Corea del Sur

'Transfiere' reúne en su comité organizador la mayor representación nacional de agentes implicados en la investigación y el desarrollo, con más de 130 entidades públicas y privadas. Así, la convocatoria de 2016 intensifi-

cará las acciones para la captación de investigadores, a la par que se reforzará la presencia del sector de la financiación –agente fundamental en el proceso de transferencia de conocimiento entre la universidad y los circuitos comerciales– con la asistencia de empresas de capital riesgo y fondos de inversión. Junto a ello, se implementará una agenda de citas *online* para la celebración de reuniones en torno a los principales sectores productivos, tales como el de las TICs, la sanidad, el medio ambiente, la infraestructura y el transporte, la industria, la energía, y los sectores agroalimentario, aeronáutico y aeroespacial, sin olvidar las administraciones públicas. Junto a ello, se pondrá en marcha un *workshop* específico de compra pública innovadora en los diferentes sectores productivos.

Hay que mencionar también la dimensión internacional del encuentro, que busca la convergencia del sistema investigador español en el mercado global. En este sentido, el país invitado de Transfiere 2016 será Corea del Sur, por lo que los asistentes al evento tendrán la oportunidad de conocer en profundidad las estrategias y políticas específicas de este país para poner en valor su capital innovador.

'Transfiere' avanza en su consolidación como escaparate prioritario de la innovación española, al aglutinar en su última edición más de 2.300 participantes, 2.050 perfiles tecnológicos, medio centenar de universidades, 220 grupos de investigación y 130 expertos internacionales en su programa de conferencias y mesas redondas. Asimismo, tuvieron lugar 5.000 reuniones de trabajo en día y medio de trabajo. La cita está coorganizada por el Ayuntamiento de Málaga, a través del Palacio de Ferias y Congresos de Málaga, la Junta de Andalucía y el Ministerio de Economía y Competitividad.

### **Se propone celebrar el Día Internacional de la Conservación de Carreteras**

La European Union Road federation (ERF) propone celebrar el Día Internacional de la Conservación de Carreteras, para recordar la necesidad de una conservación preventiva para garantizar la seguridad vial. La fecha propuesta para celebrar este día será el día 21 de marzo.

# Resumen técnico del XVIII Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto

El XVIII Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto (XVIII CILA) se desarrolló recientemente entre el 16 y el 20 de Noviembre pasado en la ciudad de San Carlos de Bariloche en la Patagonia Argentina.

**Dr. Ing. Fernando Martínez,**  
martinez\_coco@yahoo.com.ar  
Secretario Permanente Alterno del CILA

Este importante evento sobre el asfalto y sus aplicaciones se desarrolló con 14 sesiones orales paralelas entre los salones Dr. Jorge Agnusdei e Ing. Helio Farah donde fueron presentados más de 80 trabajos técnicos. Cada sesión contó con una mesa moderadora que a través de un excelente trabajo motivaron la intervención de los asistentes con sus preguntas y comentarios y permitió un respeto muy estricto a los tiempos asignados para estas actividades.

Una variante innovadora que se incorporó a este CILA fueron las 6 sesiones de e-Posters en las cuales se presentaron más de 100 trabajos científico-técnicos a través de 4 ó 5 pantallas electrónicas. Cada expositor contó con 12 minutos para una breve descripción de su trabajo, los objetivos y conclusiones del mismo más otros 3 minutos de preguntas e intercambio de ideas con el autor de la presentación. Estas sesiones fueron atendidas por un numeroso e interesado público lo que permitió una interacción directa y concreta entre el expositor y su auditorio a lo que se agregó un excelente trabajo de los moderadores de estas sesiones que permitió que el público fuera rotando entre las distintas pantallas dentro de los tiempos asignados.

El programa técnico incluyó además 6 sesiones especiales en donde destacados especialistas extranjeros expusieron sobre los últimos avances en distintas temáticas vinculadas al asfalto y sus aplicaciones.

La primera de ellas denominada "Últimas tendencias en el diseño de mezclas asfálticas en caliente" fue presentada por el Dr. Félix Pérez Jiménez de España y el Ing. Michael Anderson y el Dr. Jorge Prozzi, estos dos últimos de los Estados Unidos. La segunda sesión especial se denominó "Cómo incentivar la calidad y la innovación en mezclas asfálti-

cas" y fue presentada por el Ing. Michael Cote de los Estados Unidos y el mencionado Dr. Jorge Prozzi.

La sesión especial "Mezclas asfálticas, medio ambiente y sustentabilidad" estuvo a cargo del Ing. Alberto Bardesi de España, el Dr. Félix Pérez Jiménez, el Ing. Michael Anderson y el Ing. Luis Picado Santos de Portugal. Finalizada la misma, el Ing. José Luis Prieto Menéndez realizó una presentación sobre "Eurobitume: Organización y actividades".

El programa de sesiones especiales culminó con las denominadas "Últimas tendencias en ligantes asfálticos de uso vial" y "Avances recientes en la caracterización del comportamiento de mezclas asfálticas" que fueron presentadas, la primera de ellas, por el Dr. Hussain Bahia de los Estados Unidos y el Ing. Bardesi en tanto que el Dr. Bahia tuvo a su cargo la segunda y última sesión especial.

En total el programa técnico se desarrolló con más de 38 horas de intensa actividad en tres días en los cuales resaltaron algunos aspectos tales como el muy buen ajuste de horarios de comienzo y fin de sesiones con un muy alto standard de cumplimiento lo que posibilitó cambiar entre los salones en donde se desarrollaban las sesiones paralelas y seleccionar las presentaciones. Por otra parte, se registraron sólo tres ausencias en las presentaciones programadas lo que mostró la efectividad del trabajo previo de confirmación por parte del Comité Organizador respecto a la presencia y predisposición de los autores que realizaron, en la mayoría de los casos, sus exposiciones con una alta calidad técnica.

Hubo también una muy buena participación en el espacio de preguntas incentivadas por los moderadores. Sin embargo resulta evidente que debemos mejorar nuestras habilidades para formular las preguntas así como en responder las mismas de manera concisa y concreta permitiendo un mayor número de intervenciones dentro de las limitaciones que el tiempo de este espacio de discusión nos impone. Los trabajos presentados pueden ser agrupados dentro de seis temáticas generales:

## Resumen técnico del XVIII Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto

- Asfalto y Emulsiones
- Mezclas, Diseño y Evaluación
- Construcción y Gestión de Carreteras
- Diseño Estructural de Pavimentos
- Sustentabilidad y Mezclas a Menores Temperaturas
- Agregados

El 50 % de los trabajos corresponden a las dos primeras temáticas (18 % Asfalto y Emulsiones y 32% Mezclas, Diseño y Evaluación) con estudios fundamentalmente desarrollados a escala de laboratorio. El 21% correspondió a la temática de Construcción y Gestión de Carreteras, el 15% al Diseño Estructural de Pavimentos en tanto que Sustentabilidad y Mezclas a Menores Temperaturas y Agregados se llevaron el 7% de los trabajos cada una. Estos porcentajes muestran que el CILA todavía tiene una brecha que cerrar entre los estudios de laboratorio y las aplicaciones reales.

Algunos aspectos novedosos que dejó este congreso han sido el incremento de trabajos sobre mezclas elaboradas y colocadas a menores temperaturas, la utilización de la nanotecnología y los avances registrados en los métodos y equipos de caracterización de los asfaltos y las mezclas asfálticas. Los aspectos vinculados a la sustentabilidad, el ciclo de vida y la huella de carbono resultaron también temas que han sido tratados en varios trabajos. La aparente dicotomía respecto a mezclas más flexibles o más rígidas para enfrentar los problemas de fisuración por fatiga o la formación de roderas resulta en soluciones que varían para los distintos países y condiciones locales. Finalmente, resulta evidente el empuje que resulta de la aplicación de tecnologías modernas para la mejora de la calidad a través de los Sistemas de Gerenciamiento y Evaluación de los pavimentos.

Este CILA trajo también la novedad de su transmisión en directo por streaming y que pudo visualizarse gratuitamente gracias al patrocinio de la Comisión Permanente del Asfalto de Argentina, la empresa Eiffage Infraestructuras S.A. de España, al Centro de Innovación Tecnológico de AMAAC y a la empresa Tra Senda Ingeniería S.A. de CV de México, la APT International Conference y Lanamme de la Universidad de Costa Rica y a la Asociación Iberoamericana del Asfalto (AIIA). El número de participantes de distintos países del mundo que han seguido el CILA por esta vía han determinado que esta modalidad sea repetida en los próximos Congresos permitiendo una participación masiva que no conoce de limitaciones por razones de costos de traslado y alojamiento en la propia sede.

Este XVIII CILA ha sido un éxito técnico gracias a los miembros del Comité Técnico que tuvieron a su cargo la revisión y aceptación de los trabajos, los moderadores de las sesiones orales con la difícil tarea de respetar horarios e incentivar preguntas, los moderadores de las sesiones de e-Posters enseñando y aprendiendo esta novedosa forma de interacción autor-público y por supuesto, a los autores de trabajos y la audiencia que acompañó las presentaciones colmando la capacidad de los salones.

A modo de cierre resultan oportunas para este CILA las palabras del Ing. Félix Lilli quien fuera Presidente de la Comisión Permanente del Asfalto de la Argentina que en una oportunidad manifestó “Vinimos por Tecnología y nos vamos con Tecnología”.

#36

### AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“El betún es uno de los materiales más utilizados en el mundo de las carreteras, cuya conservación resulta inimaginable si no se dispusiese de betún asfáltico” (Tribuna de J. A. Soto , número 18)

#INGENIERÍA

# Calendario de eventos

## AÑO 2016

10-14 de enero TRB	TRB 95 <sup>th</sup> Annual Meeting	Washington DC (EEUU) www.trb.org
19-22 de enero ISSA	Slurry Seal Workshop	Las Vegas, Nevada (EEUU) www.slurry.org
7-10 de febrero NAPA	NAPA Annual Meeting	La Quinta, California (EEUU) www.asphaltpavement.org
17-19 de febrero DAV	Deutsche Asphalttage	Berchtesgaden (Alemania) www.asphalt.de/site/
23-26 de febrero AEMA-ISSA-ARRA	AEMA-ARRA-ISSA Annual Meeting	Bonita Springs, Florida (EEUU) www.aema.org
13-16 de marzo AAPT	91 AAPT Annual Meeting	Indianapolis, Indianapolis (EEUU) www.asphalttechnology.org
15 de marzo Eurobitume	Bitumen & Asphalt Day	Bruselas (Bélgica) www.eurobitume.eu/events
22-24 de marzo World of Asphalt Show Management	World of Asphalt 2016	Nashville, Tennessee (EEUU) www.worldofasphalt.com
12-14 de abril CRP	8 <sup>o</sup> Congreso Rodoviario Português	Lisboa (Portugal) http://8crp.lnec.pt/
17 de abril Eurobitume	Swiss Bitumen Day	Berna (Suiza) www.eurobitume.eu/events
1-3 de junio EAPA - Eurobitume	6 <sup>th</sup> Euroasphalt&Eurobitume Congress	Praga (Chequia) www.eapa.org/events
7-9 de junio RILEM	8 <sup>th</sup> RILEM International conference on 'Mechanisms of Cracking and Debonding in Pavements'	Nantes (Francia) //mcd2016.sciencesconf.org/
18-21 de julio Western Research Institute	ISAP 2016 Symposium	Jackson Hole, Wyoming (EEUU) www.isap2016symposium.org
28-30 de septiembre FGSV	Deutscher Strassen-und Verkehrskongress 2016	Bremen (Alemania) www.fgsv.de
11-14 de octubre	National Pavement Preservation Conference	Nashville, Tennessee (EEUU) www.nationalpavement2016.org
16-19 de octubre IALCEE	Fifth International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering. IALCEE 2016	Delf (Holanda) www.ialcee2016.org
1-4 de noviembre IBEF	6 <sup>th</sup> International Symposium on Asphalt Emulsion Technology, ISAET'16	Arlington, Virginia (EEUU) www.aema.org

## AÑO 2017

8-12 de enero TRB	TRB 96 <sup>th</sup> Annual Meeting	Washington DC (EEUU) www.trb.org
23-26 de enero ISSA	Slurry Systems Workshop	Las Vegas, Nevada (EEUU) www.slurry.org
29 de enero - 1 de febrero NAPA	NAPA Annual Meeting	Orlando, Florida (EEUU) www.asphaltpavement.org
14-17 de febrero AEMA-ISSA-ARRA	AEMA-ARRA-ISSA Annual Meeting	Tucson, Arizona (EEUU)
7-11 de marzo CONEXPO	CONEXPO	Las Vegas, Nevada (EEUU) www.conexpoconagg.com
12-14 de junio EATA	7 <sup>th</sup> EATA Conference	Dübendorf (Suiza)

# HA NACIDO NOVAFIR

Nueva publicación  
sobre firmes y pavimentos



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

YA A LA VENTA EL PRIMER NÚMERO - [www.cinter.es](http://www.cinter.es)

Una edición de David Hernando,  
con Manuel G. Romana y Miguel Ángel  
del Val como editores adjuntos.

## NOVAFIR

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

## EL NÚMERO UNO

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



Editado por CINTER  
con la colaboración de ASEFMA





Porque...  
forma parte de  
nuestra **HISTORIA**

El asfalto empezó a emplearse  
para la construcción de vías de  
comunicación en **MESOPOTAMIA**  
alrededor del año **1.200 A. C.**

**01**  
2016

REFORZANDO el firme, consolidando el FUTURO →

**ENERO 2016**

Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas

[f/asfma](#) [@asfma\\_es](#) [/company/asfma](#)

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



Porque...  
te permite disfrutar de tu  
**AFICIÓN favorita**

En Francia hay más de **25.000 Kms** de  
**CARRILES BICI** y vías acondicionadas para  
ciclistas, la mayoría de ellas **EN ASFALTO.**

**02**  
2016

REFORZANDO el firme, consolidando el FUTURO →

**FEBRERO 2016**

Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas

[f/asfma](#) [@asfma\\_es](#) [/company/asfma](#)

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



Asefma es la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas. Una asociación de empresas que reúne en la actualidad a más de 140 empresas. Asefma es la referencia nacional del sector.

Asefma representa a un sector fuertemente industrializado, más de 2.000 millones de euros en bienes de equipo, que mantiene más de 30.000 puestos de trabajo, empleo directo, con más del 70% en contratación fija. Asefma representa a un sector de oficio.

Desde Asefma se ha impulsado de manera decidida la adaptación al proceso de Mercado CE y además, lidera importantes iniciativas en materia de I+D como la construcción del Centro Tecnológico Europeo del Asfalto (EUCAT) o el Proyecto Fénix, [www.proyectofenix.es](http://www.proyectofenix.es)



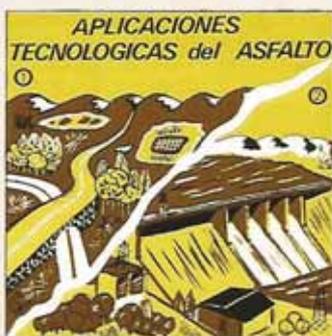
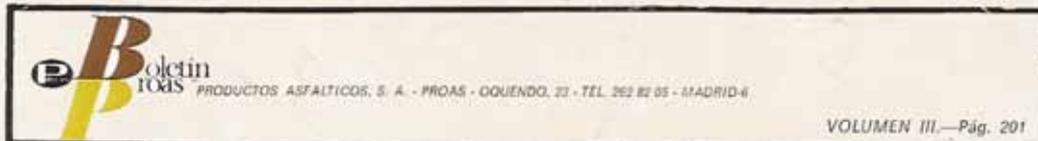
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES  
DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASEFMA)

Avda. General Perón, 26  
28020 Madrid  
[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)

# Mirando al pasado

Documento publicado en julio-agosto de 1975.



## COMENTARIO DE ACTUALIDAD

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

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

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

*Por un lado, hace ya algún tiempo que en los países con cargas por eje elevadas en los vehículos industriales, ha aparecido el problema de las roderas, al que se intenta dar solución desde el punto de vista del ligante mediante la modificación de la viscosidad de este o de su susceptibilidad térmica. Por otra parte, el precio de los productos petrolíferos en general sufrió a principios de 1974 un incremento que, en el caso del asfalto, fue del orden del 100 por 100 en casi todos los países y que parecía hacer atractivo el intento de sustituir el asfalto por otros materiales si ello fuera posible. En este último aspecto conviene hacer notar, sin embargo que las modificaciones del precio del asfalto a lo largo de la década anterior habían sido tan pequeñas que realmente la subida de precios de 1974 no suponía más que poner el precio del asfalto al mismo nivel relativo en que se encontraba en 1964, pero esto no altera el hecho de que la subida estimuló los intentos de cambio.*

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

*Han empezado hace poco los estudios sobre la posible sustitución parcial del asfalto por azufre en los aglomerados, ya que se calcula que hacia 1980 el precio del azufre será competitivo con el del asfalto en este tipo de aplicaciones. Veremos lo que pasa, pero parece razonable suponer que al final se llegará de nuevo a la misma conclusión de siempre: basta la aplicación de una técnica adecuada para lograr mejores resultados al precio más económico utilizando como aglomerante simplemente el de siempre: asfalto.*



## Producir aglomerados decorativos ahora es más fácil

con

# PEP

PIGMENT ENROBÉS POLYMÈRE  
(pigmento dispersado en polímero)



Respetuoso con el medio ambiente.



Limpieza total en su manipulación.



Fácil y completa dispersión en el aglomerado; mayor rendimiento que la forma polvo.



Permite la dosificación automatizada sin atranques.



[www.gc-colors.es](http://www.gc-colors.es)



G&C Colors es distribuidor exclusivo del PEP para España, Portugal e Iberoamérica.  
PEP es un producto de Somefor Resources.

# Asphalt Institute and Social Media



**Pete Grass**  
President  
Asphalt Institute  
@Asphalt06

Social media is an essential component of the Asphalt Institute's (AI) overall communications strategy. Most of us have our preferred "channels" to receive news or to keep up with current events. For some the time-honored newspaper can fill this role. For others it is the evening news on television. Maybe you subscribe to a weekly news magazine. The offerings in a digital world are different so we need a coherent strategy to manage all these delivery channels and to integrate them into our communications plan.

Digital devices offer a new dimension we may not think about too much – that of a conversation on any given topic – hence the term social media. We're sharing, hence social, but also exchanging ideas or views. It is the modern day version of the letter to the editor, but immediate.

For us to succeed in our communications goals, we must have consistent messages across all platforms. For the Institute, this means that our magazine Asphalt, its website version and all of our other communication vehicles must align. We have a presence on Facebook, LinkedIn, Twitter and YouTube for our direct social media content. Together with our internal, member-only communications, these vehicles help form a complete communication suite for our audience.

One of our first full-scale social media efforts was a marketing initiative called FavoriteRoad.com. This website, supported via other social media vehicles, is where we aimed to provide a space for drivers to share the story of their favorite road. Our bet was that most drivers would share the experience of driving on a smooth, safe, asphalt surfaced road en route to a favorite destination or along a particularly scenic highway. This website, and its social media connections provided the forum for the conversation and was initially quite successful. Ultimately, it became more road-tourism focused and digressed from our marketing strategy.

Through FavoriteRoad.com, we learned a lot about social media – here are a few nuggets:

- Multiple formats (Facebook, LinkedIn, Twitter and YouTube for example) must align for clear messaging
- The conversation is beyond those of us in the industry – participants can be anyone!
- Photos and video mean a richer participant experience
- Links in short media (like a tweet) which take you to a website are less effective
- Real time posts or messages are far better than scheduled ones
- Repeated messages can turn off your audience as being "machine like." What's social about that?

Today we use social media for a host of reasons including the promotion of our time sensitive educational offerings or to announce a new publication release. It is also very useful to share content with a broad and often international audience and to manage the brands of the Asphalt Institute.

We're using tools to target specific audiences – for example, all departments of transportation in a set region of the country, or a state's pavement design engineers. Targeted messaging is an important aspect of effective use of social media. Executed properly, it can avoid high numbers of unfollows due to over messaging.

We're also expanding the dimension of our messages by including others in the conversation. Our 2015 Asphalt Institute Chairman joined twitter as have many of our members. They are part of our planned expansion of the conversation in this arena. We are blending these multiple identities, with consistent messages to help inform, educate and advance our industry. Our goal is to foster deeper relationships with our audience and to move people up the ladder of engagement.

Social media isn't without challenges. Any organization must think about how rouge posts are handled, planning hashtag use and ensuring the feeds are actively monitored. We've seen one example at an industry show where a poorly publicized hashtag was overrun by a rouge poster who had a very large following. That particular poster was generally negative and cast an enduring gloom over the event.

Internal policies for employee use of social media must be considered. We need to encourage its use, yet set guidelines for employee interaction and appropriateness. We must still manage our corporate brand and identity.

How are you using social media as part of your communication plan?

# La forma más fácil de trabajar con betunes asfálticos

The image shows a purple smartphone mockup displaying the ditecpesa app interface. The app has a white header with the ditecpesa logo and name. Below the header is a grid of six menu items: DESCUENTOS (Todas tus ofertas), BIBLIOTECA (Documentación técnica), CAMBIO DE PRECIOS (Actualizados día a día), NOTICIAS Y VÍDEOS (Novedades del sector), SEGURIDAD Y SALUD (Prevención), and MEDIO AMBIENTE (Somos sostenibles). Below the grid is a video player showing a scene with asphalt tanks and trucks. Callouts with icons point to each feature: a discount tag for 'Descuentos', a bookshelf for 'Biblioteca', a hard hat for 'Seguridad y salud', a tree for 'Medio Ambiente', and a tanker truck for 'Pedidos'.

**Descuentos**  
Todas tus ofertas

**Biblioteca**  
Documentación técnica

**Seguridad y salud**  
Prevención

**Medio Ambiente**  
Somos sostenibles

**Pedidos**  
Realiza tus pedidos

Nueva aplicación para Smartphone ditecpesa, la forma más fácil de trabajar con betunes asfálticos. Haz tus pedidos con un solo clic, recibe los mejores descuentos el primero, consulta la información técnica en la biblioteca y recibe todas las noticias y novedades del sector. ¡En tú bolsillo!

Ditecpesa es una empresa global dedicada a la comercialización y fabricación de betunes asfálticos, betunes modificados y emulsiones.

Descárgatelo en:



## ditecpesa

www.ditecpesa.com  
ditecpesa@ferrovial.com



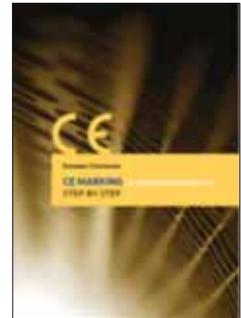
# Lecturas recomendadas

## **Guía “Marcado CE de los productos de construcción paso a paso”. 2015. 26 pp.**

Esta guía explica el procedimiento de marcado CE de los nuevos productos de construcción y cómo proceder cuando se introducen cambios en los mismos (por ejemplo, en los procesos, en las materias primas o en los ensayos) y se hace, por tanto, necesario revisar los documentos correspondientes. La guía puede resultar de valiosa ayuda para las empresas, ya que las exigencias del marcado CE han cambiado desde el 1 de julio de 2013 y es posible que sea necesario actualizar el marcado CE de sus productos.

[http://ec.europa.eu/growth/tools-](http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item_id=8419&lang=en&title=CE-marking-for-construction-products-%27step-by-step%27-guide-now-available-in-all-EU-languages)

[databases/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item\\_id=8419&lang=en&title=CE-marking-for-construction-products-%27step-by-step%27-guide-now-available-in-all-EU-languages](http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item_id=8419&lang=en&title=CE-marking-for-construction-products-%27step-by-step%27-guide-now-available-in-all-EU-languages)



## **Informe “Thermodynamics between RAP/RAS and virgin aggregate during asphalt concrete production. A literature review”. Illinois DOT. Septiembre 2015. 79 pp.**

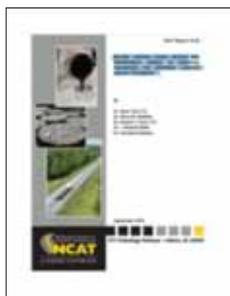
La utilización de fresado en las mezclas asfálticas está limitada en muchos casos por los procesos de transferencia de calor entre las diversas materias primas que componen la mezcla. Este informe recoge numerosos aspectos prácticos, con abundante información sobre las configuraciones de las instalaciones industriales.

<https://apps.ict.illinois.edu/projects/getfile.asp?id=3571>

## **Informe “Assessment of an Incentive-Only Ride Specification for Asphalt pavements”. Virginia Centre for Transportation Innovation and Research. Septiembre 2015. 47 pp**

En el año 2013 Virginia DOT inició un programa de incentivos a la mejora de la regularidad superficial de los pavimentos asfálticos. En este informe se recogen las experiencias y las conclusiones obtenidas, nada claras en muchos casos, lo que ha llevado a la administración a una revisión completa del programa de incentivos inicialmente planeado.

[http://www.virginiadot.org/vtrc/main/online\\_reports/pdf/16-r2.pdf](http://www.virginiadot.org/vtrc/main/online_reports/pdf/16-r2.pdf)



## **Informe: NCAT 15-05 “Refined limiting strain criteria and approximate ranges of maximum thicknesses for designing long-life asphalt pavements”.**

**NCAT. Septiembre 2015. 38 pp**

El concepto de pavimento de larga duración se basa en conseguir que el deterioro por fatiga sea irrelevante mediante un diseño del pavimento que limite el umbral de deformación por debajo de unos límites. En esta publicación del NCAT se concluye que es más adecuado el uso de una distribución acumulativa de deformaciones en lugar del ya conocido FEL (failure endurance limit) y muestra igualmente la aplicación práctica en la estimación del espesor de pavimentos.

<http://www.ncat.us/files/reports/2015/15-05.pdf>

## APARATOS PARA ENSAYOS DE MATERIALES – INSTRUMENTACIÓN CIENTÍFICA

PAVETEST, LA DIVISIÓN DE MATEST, HA DESARROLLADO UN RANGO COMPLETO DE SISTEMAS DE ENSAYO DINÁMICO PARA TECNOLOGÍA DE PAVIMENTOS

- DTS 16: SISTEMA DE ENSAYO DINÁMICO SERVO-NEUMÁTICO 16 kN (manual o motorizado)
- DTS 30: SISTEMA DE ENSAYO DINÁMICO SERVO-HIDRAULICO 30 kN
- DTS 130: SISTEMA DE ENSAYO DINAMICO SERVO-HIDRAULICO 130 KN
- 4 PBA: SISTEMA SERVO-NEUMÁTICO DE FLEXIÓN EN 4 PUNTOS
- CDAS: Sistema de adquisición de datos y Control de última generación
- TestLab Software: Software innovador y flexible que cubre todos los niveles de operador



				
<p><b>EN 12697-24</b>                      Anexo E – Ensayo de tracción indirecta en muestras cilíndricas</p>	<p><b>EN 12697-25</b>                      Compresión cíclica. Método de ensayo A – Compresión Uniaxial cíclica con confinamiento</p>	<p><b>EN 12697-44</b>                      Propagación de fisura por el ensayo de flexión con una probeta semicircular</p>	<p><b>EN 12697-26</b>                      Anexo C – Tracción indirecta en muestras cilíndricas (IT-CY)</p>	<p><b>EN 12697-25</b>                      Compresión cíclica. Método de ensayo B – Ensayo de compresión cíclica Triaxial</p>

PARA MÁS DETALLE SOLICITE FOLLETO SEGÚN EQUIPO DE SU INTERÉS  
 EQUIPOS SUJETOS A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO

# PITRA-PAVE: Programa de Multicapa Elástica

Durante muchos años, la determinación del desempeño de un pavimento, a través de sus respuestas mecánicas estructurales: esfuerzos, deformaciones y deflexiones, se basó en la solución de la teoría definida por Boussinesq en 1885, ideada para una masa homogénea elástica y semi-infinita.

Paulina Leiva Padilla  
Luis Guillermo Loría Salazar  
Daniel Clark Araya

Posteriormente en 1943, Burmister desarrolló el método de multicapa elástica, que resuelve las respuestas cuando la razón de módulos entre la subrasante y su capa inmediata es cercana a la unidad, en caso de que esta sea más grande, la ecuación propuesta debe ser modificada. Burmister propuso primero la solución para un sistema de dos capas, extendiéndolo a uno de tres capas y finalmente con el desarrollo de las computadoras, de múltiples capas (multicapa elástica, LET por sus siglas en inglés). Los supuestos básicos establecidos para la definición de la teoría de multicapa elástica son: capa homogénea, isotrópica y lineal-elástica, el peso del material es despreciable, cada capa tiene un espesor definido con excepción de la última capa, se aplica una presión de carga uniformemente distribuida sobre un área circular y finalmente, las condiciones en la interfaz entre capas se transfieren de manera completa (Huang, 2004).

Recientemente, con la finalidad de volver a las bases de la ingeniería, se ha introducido el uso de la teoría multicapa elástica, para la verificación del desempeño de la estructura diseñada mediante la tradicional teoría AASHTO 93, ante el desarrollo de los deterioros por fatiga y deformación permanente principalmente.

Esta nueva filosofía de diseño, que además define la caracterización mecánica de los materiales del pavimento, requiere de una calibración adecuada de los modelos empíricos para los materiales y condiciones climáticas de la región en que va a ser utilizada.

Con la finalidad de garantizar diseños óptimos, que permitan tanto un desempeño estructural y funcional adecuado del pavimento a lo largo de su vida de diseño, como la utilización eficiente de los recursos del Estado, desde el año 2010, el Programa de Infraestructura del Transporte, del La-

boratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, de la Universidad de Costa Rica (PITRA-LanammeUCR), a través de su Unidad de Materiales y Pavimentos (UMP), ha venido gestando toda una línea de investigaciones, para la generación de una guía de diseño para Costa Rica, que pueda ser extrapolable a los países de la región.

Dentro de este contexto, recientemente se ha desarrollado la herramienta de cálculo PITRA-Pave, software de multicapa elástica concebido en el PITRA-LanammeUCR, que es el fundamento para el desarrollo del algoritmo de cálculo PITRA-ME, que se espera esté a disponibilidad del público el próximo año.

El PITRA-Pave se ha ideado de manera que sea amigable con el usuario, por lo que es de fácil uso. Al ser un software multiplataforma (Windows, MacOS, Linux), no restringe su uso a ningún usuario; su aspecto y rendimiento es el mismo en los diversos sistemas operativos. Tal como se muestra en la Figura 1, la interfaz se divide en cuatro módulos: capas, cargas, puntos, y resultados.

Con el PITRA-Pave, es posible analizar datos de hasta 40 capas, y condiciones de carga de rueda simple y múltiple mediante la ubicación de cargas en cualquier punto de la superficie.

Las respuestas calculadas con el PITRA-Pave, han sido validadas sistemáticamente contra las obtenidas por otros software de multicapa elástica: 3D-Move, Weslea, Bisar, EverStress, entre otros; destacándose su eficiencia en la necesidad de menores tiempos de cálculo.

La descarga del PITRA-Pave se puede hacer de manera gratuita mediante el centro de descarga de la UMP-PITRA-LanammeUCR: <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/index.php/centro-de-descarga/intro.html>

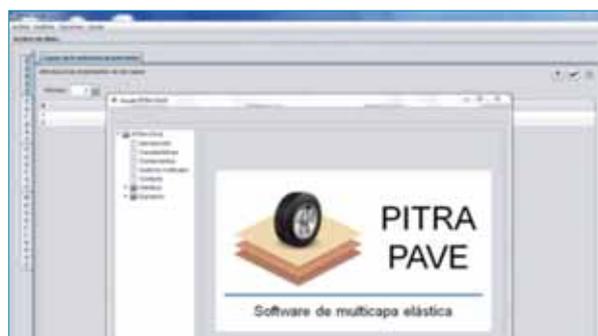


Figura 1. Interfaz general del PITRA-PAVE.

[www.itafec.com](http://www.itafec.com)

Los tiempos están cambiando  
Entra en la web y regístrate



**Lucía Miranda**  
"Me parece una forma moderna y eficaz de acceder a los archivos del sector"



**Miguel Ángel del Val**  
"Reconozco que inicialmente la idea me sorprendió, pero ahora estoy plenamente convencido"



**Ángel Sampedro**  
"Es un camino nuevo al que me uno y animo a otros a que hagan lo mismo"

Ya hay más de 5.000 usuarios

# ¿A qué esperas?



[Acceder a mi cuenta](#)

[INICIO](#) • [SERVICIOS](#) • [EVENTOS](#) • [TIENDA](#) • [NOTICIAS](#) • [CONTACTO](#)

Español



## Mayor impacto a través de las redes sociales

Antes, durante y después del evento

Desde la gestión de las redes sociales Facebook, Twitter y LinkedIn, **itafec** dará a conocer previamente, a toda su red de contactos, cuándo se va a realizar el evento, congreso o jornada, potenciando las inscripciones y la presencia en los medios de comunicación pero además, el evento no termina en la clausura



### Retransmisión Online

Visualización en directo en nuestro portal: con un solo click usted podrá asistir al evento desde cualquier parte del mundo

[MÁS INFORMACIÓN](#)

### Gestión y Coordinación

Itafec dispone de una pasarela de pago y TPV para facilitar las inscripciones desde cualquier lugar del mundo

[MÁS INFORMACIÓN](#)

### Comunicación

Por medio del gabinete de comunicación experto de Itafec lanzamos una campaña de información previa del evento

[MÁS INFORMACIÓN](#)

### Tienda de recursos

La grabación del evento genera unos archivos digitales que, junto a textos y presentaciones del evento, pueden ser alojados y comercializados en Itafec

[MÁS INFORMACIÓN](#)

## Noticias Recientes

[#XVII Congreso CILA, un ejemplo de gestión 2.0 con tiempos muy ajustados](#)  
12 / 12 / 2013

La gestión del Social Media del XVII Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto (CILA) a tan solo 37 días del mayor evento del sector de las carreteras en Iberoamérica fue para ITAFEC una oportunidad pero, ante todo un gran reto...

## Agenda de Eventos

DICIEMBRE 2013

Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
						1
2	3	4	5	6	7	8

## I+D+i. Proyectos destacados



El segundo programa SHRP (Strategic Highway Research Program) concluye en 2015 y en él se han llevado a cabo importantes avances tecnológicos.

De dicho programa se pueden destacar dos aspectos: en primer lugar que es un programa orientado a la demanda, en el que cuatro áreas estratégicas fueron identificadas: Safety, Renewal, Reliability y Capacity.

Centrándonos en el mundo de la pavimentación asfáltica, el área que trata de forma más detallada dicho campo es la denominada "Renewal".

Bajo esta área se buscaba cubrir lagunas en investigación y desarrollo destinadas a producir herramientas fáciles de usar para que los métodos de diseño y las soluciones de construcción innovadoras puedan aplicarse de manera más amplia. Se han probado y evaluado objetivamente métodos alternativos para proveer a las agencias de transporte con la información que necesitan para entregar proyectos más rápidamente.

Los resultados de los trabajos realizados (completados en casi un 90%) se pueden descargar del siguiente enlace:

[http://www.trb.org/StrategicHighwayResearchProgram2SHRP2/Pages/Renewal\\_Projects\\_303.aspx](http://www.trb.org/StrategicHighwayResearchProgram2SHRP2/Pages/Renewal_Projects_303.aspx)

El segundo elemento destacable de este programa SHRP2 es la creación de normativa, métodos de ensayo, guías prácticas que han sido recopilados bajo el nombre "SHRP2 Solutions" y que también son de acceso público:

<http://shrp2.transportation.org/pages/Renewal.aspx>

Como resumen puede decirse que el programa SHRP2 ha recopilado las necesidades que los gestores de la red de carreteras han identificado y los resultados se han orientado a la solución de dichas necesidades, huyendo de los enfoques "bottom-up" que han sido utilizados de forma frecuente en los programas de I+D+i desarrollados en Europa.



*"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:



@asefma\_es

(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)



# XVIII Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto 2015, primer e-CILA de la historia

Los eventos técnicos, desde hace algún tiempo, han dejado de ser exclusivamente presenciales, para tener su 'otra' versión, la digital. En el sector viario, este modelo está siendo posible gracias al impulso y profesionalidad de @Itafec, que ya ha retransmitido en directo vía streaming más de 40 eventos de naturaleza técnica. De esta manera, se incorporan numerosos técnicos que interactúan a través de las redes sociales, mientras observan on line o presencialmente lo acontecido en directo.

**Francisco Lucas, @curro\_lucas**  
Jefe de Asistencia Técnica y Desarrollo. Repsol

La principal red elegida para hacerlo es Twitter, la cual permite, por sus características, postear "tweets" en menos de 140 caracteres, en tiempo real, con opiniones, comentarios, imágenes, vídeos, enlaces ("links") y acceder a lo expuesto por otros usuarios vinculando el tweet con un #hashtag, etiqueta que hace referencia nominalmente, de alguna manera, al evento en cuestión. Adicionalmente, este contenido es permanente, por lo que con posterioridad se pueden hacer análisis más detenidos de los comentarios emitidos.

Recientemente se ha celebrado en Bariloche (Argentina) el XVIII Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto 2015. Durante su desarrollo, ha generado más de 900 tweets originales, que han llevado asociados 1.720 "retweets" (número de veces compartidos por los usuarios).

En este artículo he querido señalar los que, en mi opinión, son los temas que mayor interés han suscitado en la red, asociados al hashtag #XVIIIICILA, y que al lector pueden darle un flash de lo que ha sido este magnífico congreso. Como dice el maestro 2.0 Freddy Sánchez-Leal @saintloyal, la comunicación en redes debe cuidar lo técnico, pero sin aburrir, cuidar los términos empleados, selección de las mejores fotografías y vídeos que acompañen al texto, y finalmente, el "charme" o encanto que transmiten.

## 1. Hermandad

El CILA, por encima de todo, es un evento con un fuerte carácter personal, que reúne, desde hace décadas, a técnicos hispano-



parlantes pertenecientes al sector del asfalto, cuyo vínculo va más allá de lo meramente profesional. Este aspecto ha quedado muy patente en la red, pues este tipo de comunicación se presta a ello.

## 2. Personalidades relevantes a nivel mundial

En todo colectivo profesional existen personalidades destacadas. En la red, este aspecto se pone de manifiesto con las numerosas intervenciones que en el auditorio digital despiertan sus intervenciones. Las audiencias en streaming suben como la espuma y, lo más importante, la transferencia de conocimiento, también.



## 3. Compartir conocimiento e innovación

Compartir los últimos avances en un sector es probablemente el principal objeto de un congreso de naturaleza técnica. La red y el

## XVIII Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto 2015, primer e-CILA de la historia



contenido digital nos permiten acceder al mismo de forma inmediata, y sin estar necesariamente presentes. De forma adicional, los recursos audiovisuales disponibles nos aproximan más a la realidad de estas innovaciones, fomentando el desarrollo, la transferencia tecnológica y la mejora de la red viaria de los países.

### 4. Formación

La red es pública. Su acceso es libre en cualquier punto del planeta donde haya conexión a internet. Por ello, la posibilidad de tener un formato digital en un congreso permite que colectivos no profesionales accedan a su contenido. En dicho sentido, es de destacar la importante labor formativa que un evento de estas características puede llegar a tener, congregando a estudiantes y universitarios que desean complementar su formación académica, accediendo a contenido e identidad digital facilitada por los profesionales. Tienen referencias y, a la vez, ellos mismos se hacen visibles.



### 5. Recursos digitales e internet

El XVIIIICILA 2015 podía calificarse como el Primer Congreso 2.0 Internacional del sector viario a nivel mundial. Esta circuns-

tancia ha quedado muy patente, no sólo durante los días del Congreso, sino previa y posteriormente al mismo. En este CILA se ha hablado mucho de asfalto, pero también mucho de redes y de conectividad. La pulsera Itafec, que reconoce a aquellos profesionales del asfalto 2.0, ha causado sensación. Pero más allá de ello, nos ha dejado una infinidad de recursos digitales de naturaleza técnica con carácter permanente para su consumo, que anteriormente, en un entorno analógico, se limitaba a la edición de una publicación en papel, que pasaba a engrosar, en el mejor de los casos, nuestras bibliotecas técnicas. Posibilidad de ver intervenciones en directo, vídeos de las mismas a disposición, e-books y e-posters... y sin olvidar la posibilidad de mantener contactos personales y profesionales a través de la red una vez finalizado el congreso.

Finalizó el XVIIIICILA 2015, pero no ha finalizado el XVIII e-CILA 2015. Siempre podremos acceder a su contenido y recordar momentos que quedarán para la historia de este entrañable y magnífico Congreso. Redactando este artículo, me ha venido a la cabeza la cita de Francisco de Quevedo, que resume en una sola frase la esencia de CILA: "El árbol de la vida es la comunicación con los amigos; el fruto, el descanso y la confianza en ellos".

¡Nos vemos en Madrid (y en la red) en el #InterCILA 2016!

# Observatorio del sector

En esta sección se incluyen indicadores que permitan obtener una radiografía del sector de la carretera, considerando datos de tipo económico. En esta ocasión, se analiza la importancia de la conservación de firmes y la trayectoria seguida por el Ministerio de Fomento en la materia.

Tal y como se explica en el editorial de este número, licitaciones correspondientes a esos proyectos de clave 32 han sufrido un importante recorte presupuestario entre 2009 y 2014, hasta el punto de que no hubo licitaciones en 2011 y 2012 y fueron muy bajas en los demás años de referencia. Una situación que se ha reproducido en la mayoría de las administraciones españolas titulares de carreteras. Como consecuencia, se estima que el déficit acumulado en tareas de mejora y reposición de estos elementos en el conjunto de las redes de carreteras españolas se encuentra actualmente por encima de los 6.500 millones de euros.

Como explicó el presidente de la Asociación Española de la Carretera en el transcurso del I Congreso Multisectorial de la Carretera, además de su incidencia positiva en la seguridad vial, las operaciones de mantenimiento preventivas contribuyen a prologar la vida útil de las carreteras de un modo sostenible y a reducir costes. Por este motivo, es necesario garantizar una financiación estable y suficiente y un compromiso para gestionar las carreteras como un servicio público de primera necesidad para los ciudadanos. El presidente de Asefma incidió en este punto, al afirmar que las obras de conservación ofrecen "retorno inmediato en empleo y competitividad".

## *Cambio de tendencia para el sector viario*

En mayo de este año, la Dirección General de Carreteras presentaba tres nuevas licitaciones de rehabilitación y mejora de firmes en carreteras de La Coruña, Lugo y Granada, que marcaron el inicio de una tendencia positiva en la actividad productiva del sector. Ya en el mes de octubre, el Ministerio de Fomento anunciaba la licitación de 16 proyectos de conservación de carreteras por un importe total de 21.899.196,21 euros. Dichas actuaciones afectan a la Ciudad Autónoma de Ceuta y a las provincias de Alicante, Asturias, Ávila, Burgos, Cantabria, Cádiz, Castellón, Córdoba, Girona, Huelva, Huesca, Madrid, Pontevedra, Segovia, Sevilla, Teruel, Valencia, Valladolid y Zaragoza. Del total de los proyectos de licitación anunciados, tres corresponden a rehabilitación del firme. Estos anuncios realizados hoy se sumaban a los 51 publicados en los días anteriores veintisiete por importe de 62,64 millones de euros; diez por importe total de 11,55 millones de euros; y catorce por 40,49 millones de euros. Todos ellos corresponden a conservación de carreteras y se canalizan a través de SEITSA. El año 2015 cierra con una inversión de 134 millones de euros en proyectos de clave 32.



Licitaciones de proyectos de Clave 32 (refuerzos de firmes) entre 2005 y 2015.

# Conquistando al mundo a pesar de la furia de la tormenta...

Y cualquier otra cosa que el clima le arroje

En Macismo usamos nuestros años de investigación y experiencia en mantenimiento de carreteras para desarrollar productos innovadores que transforman el comportamiento típico de los materiales asfálticos, dando soluciones especializadas.

Nuestros aditivos proporcionan soluciones duraderas para el mantenimiento de carreteras y funcionan bajo todas las condiciones climáticas. Macfix® es la tecnología de asfalto frío con más rápido crecimiento en el planeta, nosotros sabemos cómo servir a los climas más inhóspitos del mundo.



**macfix**®

Tecnología de asfalto frío



**rapfix**®

Tecnología de reciclado



**asphix**™

Agentes de adhesión

**macismo**  
asphalt innovations

Para obtener más información sobre nuestros productos y su disponibilidad en todo el mundo  
Llama al +441905 454 993, e-mail [info@macismo.com](mailto:info@macismo.com) o visita [www.macismo.com](http://www.macismo.com)

# Hágalo con **macfix**<sup>®</sup>



## Fabrique su propia mezcla de asfalto frío de alta calidad para la reparación de pavimentos



### **macfix**<sup>®</sup> Tecnología de asfalto frío

### Asfalto frío Premium para reparaciones permanentes e instantáneas

- ✓ Utilizando un 99 % de su propia materia prima local podrá crear una mezcla de asfalto frío de alta calidad y almacenable.
- ✓ Reparaciones instantáneas y permanentes de baches y recortes de servicios públicos en superficies bituminosas o de hormigón.
- ✓ Macfix<sup>®</sup> asfalto frío Premium puede almacenarse a granel con una vida útil de al menos 2 años, manteniendo su maleabilidad en climas fríos con temperaturas de hasta -10 °C.
- ✓ Macfix<sup>®</sup> asfalto frío Premium puede aplicarse en todo tipo de climas, incluyendo bajo la lluvia, sin necesidad de poner imprimación asfáltica o sellante.
- ✓ Una vez terminada la reparación será resistente a surcos y podrá ser abierta al tráfico de manera inmediata.
- ✓ Los aditivos líquidos Macfix<sup>®</sup> se fabrican con mezclas de componentes cuidadosamente seleccionados que aportan unas propiedades únicas como excelente maleabilidad, almacenable, adhesión mejorada y resistencia a los daños causados por la humedad y a la degradación por UV.
- ✓ Los aditivos líquidos Macfix<sup>®</sup> han sido diseñados para mezclarse y aplicarse de forma segura, con un punto de inflamación alto y un bajo o inexistente contenido de compuestos orgánicos volátiles (COV).
- ✓ Es fácil de usar ya que puede dosificarse desde un bidón o un gran recipiente para mercancías a granel (GRG/IBC) directamente al mezclador o a la tolva de pesaje. También puede pre-mezclarse con el betún.

Para obtener más información llama al +441905 454993, visita [www.macismo.com](http://www.macismo.com) o envía un email con tus requerimientos a [info@macismo.com](mailto:info@macismo.com)

**macismo**  
asphalt innovations

**NUEVO  
PARA  
2015**



Asphalt Recycling

UN REVOLUCIONARIO Y NUEVO  
SISTEMA DE CALENTAMIENTO Y  
ALIMENTACIÓN PARA EL RAP

Para obtener más información envía un email a [enquiries@macismo.com](mailto:enquiries@macismo.com)

**rapfix**<sup>®</sup>  
recycling technology



## 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*

Repsol Lubricantes y Especialidades, S.A.  
Más información en [repsol.com](http://repsol.com)