

# ASFALTO

## y pavimentación

Número 10 · Volumen III · Tercer trimestre · 2013

número **10**

### **Dos obras de refuerzo tras más de 900 días**

Fiel a la promesa del Ministerio de Fomento, el 25 de julio de este año han salido a licitación las dos primeras obras de refuerzo de firmes, Clave 32, tras más de 900 días.

Más información en página 62

# INTRAME

## PLANTAS ASFÁLTICAS ▶ DEL TIPO ESTACIONARIO

Producciones de 80 a 400 t/h.

Equipos de reciclado en frío y en caliente como accesorios.



## ◀ PLANTAS ASFÁLTICAS ULTRA-MÓVILES

Producciones de 80 a 400 t/h.

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





Número 10 · Volumen III  
Tercer trimestre · 2013

#### 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, Nuria Querol,  
Baltasar Rubio, 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 10 · Volumen III · Tercer trimestre · 2013

## Editorial

¿Falta un indicador mediático para informar a la sociedad sobre el estado de las carreteras?

05

## Tribuna

Francisco José Lucas Ochoa

07

## Tribuna

José Antonio Soto

09

## Reciclado de materiales bituminosos: conclusiones del proyecto DIRECT-MAT (Técnicas de demolición y reciclado de materiales para la carretera)

11

Ana Isabel González Abadías, Baltasar Rubio Guzmán

## Las características superficiales de las carreteras ya no son sólo una cuestión de seguridad y confort

27

José Luis Peña

## Secciones fijas

Descripción de ensayos para mezclas bituminosas, Normativa,  
Calendario, Publicaciones, Mirando al pasado, Redes sociales,  
Lecturas recomendadas, Observatorio del sector

39



**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@galpennergia.com](mailto:buzon.espana@galpennergia.com)



# ¿Falta un indicador mediático para informar a la sociedad sobre el estado de las carreteras?

Los ciudadanos son cada vez más conscientes de la degradación progresiva de los pavimentos de las carreteras españolas. No hace falta que nadie se lo diga, por lo que no se puede afirmar que, quien subraye esta degradación, esté provocando una alarma injustificada. Por otro lado, los medios de comunicación tradicionales (prensa, radio, televisión) se han empezado también a hacer eco de una situación que se torna cada día más preocupante.

Sin embargo, parece que quienes deben tomar decisiones siguen aún sin darse cuenta de cuál es el problema real, ni tampoco de que urge adoptar medidas. Ciertamente, el estado de conservación de las carreteras españolas no figura entre las principales preocupaciones de nuestros dirigentes políticos, mucho más interesados en inaugurar que en conservar. Se argumenta que la falta de presupuesto para las carreteras es debido a las enormes dificultades económicas y, como justificación, se nos bombardea con toda suerte de indicadores al respecto. La lógica más elemental aconsejaría entonces paralizar o suprimir las nuevas inversiones en infraestructuras de transporte ante la verdadera prioridad: conservar lo que ya tenemos.

No hemos podido hasta ahora esgrimir un indicador mediático que sirviese para poner de manifiesto ante la opinión pública cuál es el estado de conservación de nuestras carreteras. Pero quizás ha llegado el momento de elaborar alguna herramienta que permita trasladar la situación real de los pavimentos de las carreteras y que ayude a los políticos a entender qué se les está diciendo, con la esperanza, por supuesto, de que a continuación tomen decisiones y actúen. Esa herramienta puede ser el empleo de un indicador numérico, de una nota en definitiva, que informe de cuál es la situación en un momento dado y cuya variación en el tiempo real refleje, por tanto, cómo va evolucionando dicha situación, sea a mejor o a peor.

En las administraciones viarias que tienen implantados verdaderos sistemas de gestión, los indicadores, y sus corres-

pondientes modelos de evolución, se emplean habitualmente en la gestión viaria como elemento indispensable de la planificación de la conservación, de cara a la optimización de las actuaciones. Sin embargo, aquí estamos hablando de algo mucho más sencillo y que ha de tener una clara fuerza mediática, para que pueda ser comprendido sin dificultades por los responsables políticos, por los medios de comunicación y por los ciudadanos.

Ejemplos de indicadores mediáticos hay muchos. En los últimos tiempos, quizás el que ha tenido más éxito es la denominada prima de riesgo, a pesar de que algunos ciudadanos no sepan exactamente lo que es y de que se exprese en una escala un tanto extraña. Pero todos sabemos que, si la prima de riesgo sube por encima de 200, las cosas no van nada bien; que si supera los 400, la situación es muy preocupante y que, si pasa de 600, estamos al borde del abismo.

El indicador mediático de las carreteras podría ser simplemente una nota de 0 a 10. No hay que olvidar que en todos los países, el referente de las calificaciones académicas es algo que la gente entiende con facilidad. Y ya hay precedentes. La American Society of Civil Engineers (ASCE) elabora periódicamente lo que denomina "Report Card for America's Infrastructure", es decir, un boletín de calificaciones (grades) de cada una de las infraestructuras relacionadas con el transporte, el agua, la energía y el medio ambiente. En su web (<http://www.infrastructurereportcard.org>) lo expresan muy claramente:

*"The American Society of Civil Engineers is committed to protecting the health, safety, and welfare of the public, and as such, is equally committed to improving the nation's public infrastructure. To achieve that goal, the Report Card depicts the condition and performance of the nation's infrastructure in the familiar form of a school report card —assigning letter grades that are based on physical condition and needed fiscal investments for improvement".*

## Editorial

Leer las calificaciones y las informaciones que la ASCE proporciona para cada infraestructura, y en cada estado de la Unión, resulta tremendamente aleccionador.

Considerando como punto de partida lo que señala la propia ASCE en el párrafo que se ha reproducido, el indicador mediático sobre el estado de las carreteras podría integrar distintos aspectos: un juicio técnico sobre dicho estado, el monto de las inversiones necesarias para que ese estado fuera aceptable (en definitiva, para que se recupere el valor patrimonial), el impacto sobre el medio ambiente (por ejemplo, en términos de emisiones de CO<sub>2</sub>) y, finalmente, la valoración de los conductores profesionales. Por supuesto, el indicador debe recalcularse con una cierta periodicidad, probablemente mensual o trimestral, y naturalmente distinguiendo entre administraciones (en las regionales y en la estatal discriminando, si fuese posible, provincia a provincia). Urge, pues, desarrollar este indicador mediático, que haga posible, de manera más o menos continua, valorar el estado de conservación de nuestras carreteras, e informar de ello a toda la sociedad y a los responsables políticos a través de los medios de comunicación. Es una tarea que deberíamos considerar del máximo interés.

De momento, la pregunta surge sola: ¿cuál sería la nota global de las carreteras españolas en este verano de 2013?

# Conducimos hacia el futuro usando el espejo retrovisor



**Francisco José Lucas Ochoa**

Jefe de Asistencia Técnica  
y Desarrollo (Asfaltos)  
Repsol  
fjlucaso@repsol.com

La comunicación es uno de los pilares básicos en el que se apoya cualquier tipo de relación humana, ya sea de un individuo con otro individuo, del individuo con un colectivo y viceversa, y entre colectivos. No es importante sólo lo que se dice, sino también cómo se dice.

Según el periodista D. Manuel Campo Vidal, el español comunica poco y mal. No sé si es muy adecuado generalizar, pero para el mismo, las clases dirigentes españolas están entre las que peor comunican de Europa, ese *eurobarómetro* con el que parece que todo ha de medirse. Nuestra supuesta élite intelectual y líderes tienen dificultades para hacer llegar su mensaje con claridad. Con un agravante peligroso: no lo saben, y algunos hasta creen lo contrario.

Para el Premio Nobel de Literatura, D. Gabriel García Márquez, el mundo se divide en dos grupos de personas, "*los que saben contar historias y los que no saben*". Entre las personas que saben, hay también dos subgrupos, los que lo hacen de una forma innata y los que han aprendido posteriormente.

Todos los profesionales que nos dedicamos a la carretera, salvo honrosas y reconocidas excepciones, nos hemos formado precisa y exclusivamente en eso, en construir carreteras. Nuestra formación en comunicación, académica y empírica, es sencillamente, nula. Y lo que es quizá peor, no le damos ningún tipo de valor a ello. Al menos, hasta ahora. Tampoco se trata de ser comunicadores excepcionales, sino de hacerlo medianamente bien, en concordancia con las responsabilidades profesionales.

Hace aproximadamente dos años, Juan José Potti me llamó y me dijo: "*Curro, quiero organizar una Jornada Técnica sobre Redes Sociales en carreteras, ¿puedo contar contigo?*" Reconozco que mi primera reacción, que hago pública ahora, fue pensar: "*Definitivamente, a este hombre se la ha ido la ca-*

*beza*". Nuestro sector estaba (y está) poblado de *redesaurios*, término acuñado por mi buen amigo Ángel Sampedro, que define a aquel profesional, de edad típicamente madura, que siente tanta aversión por las redes sociales, como la de los felinos al agua. El reto era sin duda... ¡Misión Imposible! Dos años después de ello, no puedo sino pensar absolutamente lo contrario, habida cuenta del éxito de audiencia de las dos jornadas relacionadas con esta temática, y la incorporación de un buen puñado de profesionales del sector a las redes sociales.

Hasta dicha fecha, yo ya era consciente de la potencialidad de las redes sociales, lo cual, por otro lado, tampoco tenía demasiado mérito, pues otros sectores y profesionales, no vinculados necesariamente con la comunicación y con las nuevas tecnologías, ya lo estaban haciendo hace tiempo. El individuo se constituye por sí en un canal de comunicación, y dueño del mensaje que quiere emitir. La dimensión y focalización de su audiencia, el receptor, es tan alta y precisa como el profesional sea capaz de *move* dentro de las redes sociales, y en cualquier caso, con una potencialidad sólo limitada por el idioma, el tiempo que desee o pueda dedicar y sus capacidades comunicativas.

Los canales y medios, históricamente, han estado en manos de sólo unos pocos, con lo que siempre existe la tentación para sus propietarios de la manipulación del mensaje hacia el receptor, incluso en los países más civilizados y con mayor tradición democrática. Sin duda, ese es el gran salto de la comunicación a nivel global, que ya predijo en su día el profesor canadiense de literatura inglesa Herbert Marshall McLuhan, reconocido por muchos como el padre de las redes sociales y que ha pasado a la posteridad como uno de los grandes visionarios de la presente y futura sociedad de la información. Durante el final de los años 60 y principios de los 70, McLuhan acuñó el término *aldea global* para describir la interconexión humana a escala global generada por los medios electrónicos de comunicación. Es conocida su sentencia "*el medio es el mensaje*". El mensaje no se puede alterar, porque en la era digital el emisor, es en la misma persona, emisor y canal. Y hay tantos canales, como individuos que usan las redes.

Asefma representa a un sector tremendamente castigado por la crisis económica española. No, no es el único, pero es

cierto, y coincidirá el lector conmigo, que hay una serie de elementos, que quizá, lo diferencien de otros. En última instancia, el valor que aporta a la sociedad el sector del asfalto está íntimamente relacionado con dos de los derechos constitucionales en el ámbito personal, como son el derecho a la libertad de circulación y el derecho a la integridad física. Mantener nuestras carreteras en condiciones funcionales óptimas, son requisitos necesarios, aunque no únicos, para garantizar la máxima movilidad del usuario y en las condiciones más seguras.

Asefma ha querido lanzar este mensaje de alerta, que no alarma, a la sociedad. No ha habido medio de comunicación español que no se haya hecho eco de ello, pero... ¿son los medios de comunicación tradicionales realmente los que han llevado este mensaje a la sociedad? ¿Hasta qué punto dicho mensaje ha sido comunicado adecuadamente o el mismo ha sido distorsionado involuntariamente, cuando no voluntariamente? Confusiones entre conservación ordinaria, extraordinaria, rehabilitación, "que sí se conserva" ... "que no se conserva", volviendo loco al lector, y a la pobre usuario de la carretera... No, pocos artículos han reflejado fidedignamente lo que estaba, y por desgracia, está ocurriendo: nuestras carreteras se mueren, porque sus firmes, el corazón de la carretera, no está siendo atendido. Así de sencillo. El verdadero mensaje ha estado en las redes sociales, lanzado por los propios profesionales y que ha llegado a la sociedad. Buena prueba de ello ha sido la recogida de firmas para elevar al Congreso el Manifiesto en Defensa de la Carretera, elaborado por la Asociación Española de la Carretera (AEC). Sin el empleo de las redes sociales, tanto para la emisión del mensaje como para la recogida de apoyos en diferentes ámbitos de la sociedad, esto sencillamente no habría sido posible.

Es de destacar la labor que esta asociación ha realizado en el proceso de digitalización individual de los propios profesionales, con constancia y con cariño, siendo consciente de que el individuo presenta una resistencia innata al cambio en la mayoría de los casos. Para ello, ha sido necesario un proceso de digitalización previo. Una organización es difícil que se lance a comunicar en redes sociales, si previamente no ha habido un proceso de reflexión por parte de sus dirigentes. La inversión es mínima, y las contraprestaciones muy altas. En lo referente a la comunicación, la cual sólo es una de las partes que conforman el ámbito digital de una organización, las alternativas al no empleo de las redes sociales, son altamente costosas y de dudosa efectividad, y en la ma-

yoría de los sectores están quedando en un plano muy secundario, cuando no han desaparecido.

Precisamente por ello, cuando me han pedido participar en un debate del tipo "*Redes sociales sí o redes sociales no*", he declinado amablemente mi participación. Ese es un debate que no existe. Nuestro sector cuenta con numerosos ejemplos, a pesar del poco tiempo de instalación en dicho plano de comunicación. Las jornadas técnicas llegan a más profesionales y son más económicas. La difusión del conocimiento es más habitual e interactuamos con profesionales de otros países. Una mayor conectividad nos hace crecer como profesionales, y extrapolado a las organizaciones, crecen en visibilidad y transparencia. Como conjunto, nuestros valores son más reconocidos. Las preocupaciones de nuestro sector, son transmitidas en tiempo a los decisores y a la sociedad. Pero Redes sociales también es escuchar. Escuchar a nuestros *clientes*, a nuestros *partners*, a nuestros colectivos de interés, a nuestra competencia...

El modelo de comunicación, sencillamente, ha cambiado. La cuestión radica en otras preguntas, básicamente en el *cómo* y en el *para qué*. Para contestar a esas preguntas hace falta perspectiva, perspectiva que hoy por hoy, nadie puede tener, pues el tiempo de experimentación es insignificante como para que nadie pueda aseverar con absolutismo prácticamente nada. En cualquier caso, sería deseable que ese proceso, en el que Asefma ha sido punta de lanza en el sector de la carretera, tuviera prolongación en los socios que la constituyen, así como entre sus profesionales.

He tenido el honor de dar sendas conferencias sobre redes sociales en los Colegios Profesionales de Ingenieros de Caminos y de Montes, y en las mismas he hecho a los asistentes una doble invitación. En primer lugar, no hay expertos en redes sociales, no puede haber expertos en un fenómeno conceptual tan incipiente, por lo que animo al lector a que experimente por sí mismo, y busque su *cómo* y su *para qué*. En segundo lugar, una invitación a dejar de preguntarnos cómo usar las redes sociales para hacer lo que ya hacíamos... y plantearnos cosas nuevas haciéndolas de manera diferente.

No puedo finalizar este artículo sin hacer referencia de nuevo al profesor McLuhan, el cual empleó una expresión muy carreteril para alertarnos de que "*conducimos hacia el futuro usando el espejo retrovisor*". Miremos hacia delante, sin mirar atrás, pues el pasado, sin duda nos condicionará. Asefma lo ha conseguido.



## I+D+i en carreteras



**José Antonio Soto**  
Vocal de la revista  
Asfalto y Pavimentación

Si de algo podemos presumir en el sector de las carreteras, es en el crecimiento e importancia que se ha dado a la I+D por parte de las empresas fabricantes de mezclas asfálticas, de los fabricantes de ligantes bituminosos y de las universidades.

Una prueba de ello es el gran número de proyectos de investigación impulsados por el sector, las publicaciones en revistas y la participación en congresos nacionales e internacionales de carreteras.

Sin embargo, todo este esfuerzo, que además ha supuesto una gran inversión en personal y equipos, hasta el momento no se ha visto compensado con aparición de nuevos proyectos. Pero una cosa sí hemos conseguido: estamos preparados para ser la primera potencia en tecnología de pavimentos asfálticos... cuando pase la crisis.

Dicho esto, la realidad es que disponemos de una gran despensa llena de ideas *en conserva*. Seremos, o quizás lo seamos ya, la gran reserva tecnológica de carreteras a escala mundial.

Es evidente que se ha puesto una gran voluntad, saber hacer y mucha ilusión en conseguir grandes avances en nuevas técnicas de carreteras o en mejora de las existentes, que nos darían la posibilidad de construirlas mejor, de hacerlas más seguras y duraderas, pero... únicamente hemos conseguido promesas.

Y hasta ahora, ¿quién se ha beneficiado de todo este esfuerzo? Desde luego, las carreteras no, ni los usuarios, ni tampoco las empresas que han invertido en comprar maquinaria y contratar a investigadores, por lo que tan sólo han conseguido alguna subvención y un cierto prestigio tecnológico.

Disponemos de toda la gama de ligantes bituminosos: modificados con polímeros o con polvo de neumáticos, betunes aditivados para mejorar sus características y cualquier emulsión bituminosa posible. Con todos ellos, podemos fabricar todas las mezclas asfálticas que cumplan la vigente normativa europea, mezclas en caliente, semicalientes, templadas y en frío. También podemos realizar reciclados de todo tipo, mezclas con fibras...

Todo esto puede dar mucho juego. Sólo falta que salgan proyectos donde aplicarlos. Al parecer, la intención de la Administración de Carreteras es dirigir los nuevos proyectos hacia las técnicas a baja temperatura, de las que ya existen ciertas experiencias en obras y tramos experimentales. ¡Bienvenidos sean!

Quizás no estén los tiempos para grandes inversiones en I+D, pero sí para utilizar lo que ya tenemos experimentado y disponible antes que se nos estropee en la *despensa*.

Hay que destacar que, en el último lustro, la mayor parte de las nuevas tecnologías de pavimentos de carreteras se han liderado desde las empresas fabricantes de mezclas en colaboración con las universidades, por lo que somos los mayores expertos y, sin embargo, esto no será efectivo hasta que las diferentes administraciones no las plasmen en proyectos. Se impone, por tanto, una estrecha colaboración con ellas para reducir los plazos en la incorporación de estas nuevas técnicas.

Otro asunto que hay que destacar en el sector de carreteras es la aparición de nuevas iniciativas en ASEFMA, como la puesta en marcha de Aleas, desde donde se van a analizar en profundidad algunos de los nuevos ensayos de mezclas, como la giratoria o el ensayo de pista, para constatar que todos los laboratorios los están realizando bajo las mismas premisas, así como nuevos grupos de trabajo como el de diseño de mezclas y la formación.

El círculo se cerrará con la puesta en marcha del centro tecnológico EUCAT, a la espera de aprobación presupuestaria, en donde podrán ponerse a punto, ya a escala real, las diferentes soluciones de nuevos pavimentos, con la posibi-

lidad de cursos de formación, puesta a punto de maquinaria etcétera.

No podemos olvidar la labor iniciada por la Plataforma Tecnológica de la Carretera, desde la que se está desarrollando una serie de actividades y grupos de trabajo complementarios con los actuales de ASEFMA.

Estamos pues, además de aportando nuevas tecnologías, colaborando para que se realice un correcto control de calidad de las obras, y todo ello redundará en una mejor ejecución de nuestras carreteras.

Sería maravilloso que las diferentes administraciones sepan valorar todo este esfuerzo del sector, dirigido a la mejora de nuestras carreteras. En este sentido, parecía que el Gobierno iba a impulsar la denominada Compra Pública Innovadora, iniciativa gestada en 2010 y que se pondría en marcha durante 2013. Con ella se pretendía que, en las adjudicaciones de nuevos proyectos de obra pública, se valorase positivamente el grado de implicación en I+D de las empresas.

Sin embargo la noticia aparecida a final de marzo en la prensa, en donde se comenta que volveremos, "por transparencia", a las subastas puras y duras, puede cargarse de un plumazo todo el interés por la innovación.

En este momento, tenemos en la *despensa* todos los ingredientes para confeccionar un buen menú, y además lo sabemos cocinar, sólo nos falta el comensal que sepa degustarlo.

Así pues, pensemos, invirtamos en lo imprescindible, saquemos provecho de lo que ya tenemos y cualquier nueva tecnología deberá venir acompañada de proyectos y no de promesas.

En un futuro no muy lejano, nuestras carreteras y nuestros bolsillos lo agradecerán.

# Reciclado de materiales bituminosos: conclusiones del proyecto DIRECT-MAT (Técnicas de demolición y reciclado de materiales para la carretera)

El principal objetivo del proyecto DIRECT-MAT (Dismantling and RECYcling Techniques for road MATerials) ha sido facilitar que las experiencias nacionales en el campo de la demolición y el reciclado de materiales relacionados con la carretera puedan ser compartidas y divulgadas entre países europeos, para beneficio de todos ellos. Incluido en el 7º Programa Marco de la Unión Europea y desarrollado entre los años 2009 y 2011, el proyecto ha contado con la participación de 20 centros de investigación de 15 países europeos. Los procesos de demolición y reciclado de materiales de la carretera han sido objeto de estudio de numerosos trabajos de investigación nacionales en los últimos años. Sin embargo, los resultados de los mismos raramente han beneficiado al resto de países europeos. El principal logro del proyecto ha consistido en la elaboración de una base de datos donde se ha volcado toda la información recopilada durante el desarrollo de los trabajos, y que actualmente es de acceso público. La base supone una valiosa herramienta de consulta para todos los agentes interesados en la amplia variedad de técnicas de reciclado que se llevan a cabo en la actualidad a nivel europeo. El presente artículo pretende dar a conocer los trabajos desarrollados por el grupo de materiales bituminosos, constituido en el marco de las investigaciones del proyecto DIRECT-MAT.

**Palabras clave:** Reciclado, materiales para la carretera, base de datos, guías de buenas prácticas, materiales bituminosos

The main objective of the DIRECT-MAT (Dismantling and RECYcling Techniques for road MATerials) project has been to facilitate the dissemination at an European scale of national field experience regarding the dismantling and recycling of road related materials, for the benefit of all European countries. Included within the 7th Framework Programme of the EU, this was a three year project developed between 2009 and 2011, and was comprised of 20 partners from 15 participating countries. The processes of demolition and road material recycling have previously been studied in national research projects in the last years; nevertheless, the results of those projects almost never benefit other European countries. The most important result of the project has been the development of a Web database where all the information gathered during the project has been uploaded. Nowadays, it has public access. The database is a very useful research tool for stakeholders interested in the wide variety of recycling techniques that are being carried out in Europe. This article describes the works developed by the bituminous materials working group, one of the seven groups set up in the framework of the DIRECT-MAT project researches.

**Keywords:** Recycling, Road materials, Database, Best Practices Guides, Bituminous materials

Ana Isabel González Abadías, agonzalez@cedex.es  
Baltasar Rubio Guzmán, brubio@cedex.es

Centro de Estudios del Transporte del CEDEX

# Reciclado de materiales bituminosos: Conclusiones del proyecto DIRECT-MAT (Técnicas de demolición y reciclado de materiales para la carretera)

## 1. Introducción

En los últimos años, muchos países europeos han acumulado numerosas experiencias sobre técnicas de reciclado de los residuos de materiales de la carretera en la propia carretera. Sin embargo, se ha comprobado que las prácticas nacionales difieren considerablemente de unos países a otros. Además, los documentos y bases de datos disponibles no suelen estar traducidos a un idioma común. Como consecuencia, los logros y experiencias de los diferentes países no se comparan, por lo que el resto de los países no puede beneficiarse de ellos.

El proyecto DIRECT-MAT (Dismantling and REcycling Techniques for road MATerials) nació con el objetivo de crear instrumentos para que las experiencias nacionales en el campo de la demolición y el reciclado de materiales relacionados con la carretera puedan ser compartidas y divulgadas entre países europeos. El proyecto, incluido en el 7º Programa Marco de la Unión Europea, comenzó en enero de 2009 y finalizó en diciembre de 2011. En él participaron 20 centros de investigación de 15 países diferentes.

Para alcanzar los objetivos del proyecto, se ha elaborado una base de datos que recopila las investigaciones validadas

existentes, así como experiencias prácticas en obra. Además, contiene una colección de Guías de Buenas Prácticas (en adelante GBP) para la demolición y reciclado de diferentes tipos de materiales, elaboradas tomando como referencia las distintas experiencias de los países participantes.

Las tareas se dividieron entre un total de siete grupos de trabajo. Los trabajos comenzaron con la revisión de la documentación nacional existente, para continuar con el análisis de datos tomados de casos prácticos, con el objetivo de generar informes sobre las técnicas de demolición, reutilización y reciclado. Por último, se redactaron las GBP en base a los resultados y conclusiones extraídas de todos los trabajos anteriores.

El presente artículo se centrará en la descripción de los trabajos llevados a cabo por el Grupo de Trabajo 4, encargado del estudio de los materiales bituminosos. Más concretamente, se presentará un resumen de la información aportada por la recopilación de experiencias prácticas y las GBP. El CEDEX, a través del Centro de Estudios del Transporte, ha participado en el grupo de materiales bituminosos. En la Tabla 1 se relaciona el resto de los componentes, la mayor parte de ellos pertenecientes al Foro Europeo de Laboratorios de Investigación de Carreteras, FEHRL (Forum of European National Highway Research Laboratories).

Tabla 1: Participantes Grupo de trabajo 4 (Materiales bituminosos) del proyecto europeo DIRECT-MAT.

Nº	Nombre de la organización	País
1 (*)	Braunschweig Institute of Technology (TUBS/ISBS)	Alemania
2	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC)	Francia
3	Belgian Road Research Centre (BRRC)	Bélgica
4	Swedish Geotechnical Institute (SGI)	Suecia
5	Danish Road Institute (DRI)	Dinamarca
6	Laboratorio Nacional de Engenharia Civil (LNEC)	Portugal
7	Institute for Transport Sciences (KTI)	Hungría
8	University College Dublin (UCD)	Irlanda
9	Swedish National Road and Transport Research (VTI)	Suecia
10	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)	España
11	Slovenian National Building and Civil Engineering Institute (ZAG)	Eslovenia
12	The Highway Institute (IP)	Serbia
13	Road and Bridge Research Institute (IBDIM)	Polonia

(\*): Coordinador

## 2. Recopilación de casos de estudio

Tras la revisión bibliográfica llevada a cabo en las primeras etapas del proyecto, los componentes del grupo de trabajo presentaron casos de estudio que reflejaban las experiencias relacionadas con las técnicas de reciclado. Más concretamente, se solicitó que, para cada caso, se aportaran datos relacionados con la obra, la caracterización de los materiales, tanto in situ como en el laboratorio, y el comportamiento a corto y medio plazo del pavimento resultante.

En la Tabla 2 figura el número de casos prácticos aportados por cada país participante en el grupo de materiales bituminosos.

Se puede apreciar que las técnicas de reciclado de materiales bituminosos que se han registrado en un mayor número de casos han sido las de reciclado in situ en frío y mezcla caliente en planta. Esto no significa necesariamente que sean las técnicas más comunes, sino que se han documentado mayoritariamente.

Durante el análisis de los casos de estudio registrados se detectó cierta tendencia a informar solamente de las experiencias positivas. Así pues, es posible que la recopilación llevada a cabo no represente la experiencia global europea; de hecho, se circunscribe a un número limitado de países. Sin embargo, su estudio puede ser útil para detectar cuáles son los problemas más frecuentes a la hora de aplicar las diferentes técnicas de reciclado.

Las conclusiones deducidas del análisis de los 41 casos de estudio presentados fueron las siguientes, dependiendo del tipo de técnica que se trate:

- **Técnicas de demolición:** El fresado es la técnica más extendida para la demolición de firmes flexibles. Existe el consenso general de que el fresado selectivo capa a capa es la mejor práctica para conseguir una mejor homogeneidad del material recuperado. Sin embargo, no se aplica en todos los casos, dado que implica mayores costes y tiempos de operación.
- **Caracterización del material recuperado de mezclas bituminosas:** Una óptima caracterización del material recuperado reduce la necesidad de mezclarlo con material virgen y, por tanto, posibilita porcentajes de reciclado mayores. En la Figura 1 se muestra una fotografía de una instalación de clasificación de material bituminoso recuperado. La caracterización de los materiales del firme previa a la demolición es especialmente importante en las técnicas de reciclado in situ, donde el material demolido no se suele mezclar con otros materiales. Para el caso del reciclado en planta, se trata de mezcla bituminosa recuperada normalmente de diferentes orígenes, por lo que la caracterización previa tiene menor relevancia.
- **Reciclado en caliente en planta.** Este tipo de técnica ha sido aplicada con éxito en vías con alta intensidad de tráfico pesado. Ninguno de los casos de estudio ha abor-

Tabla 2. Casos de estudio presentados por cada país.

		Países												
		Alemania	Bélgica	Dinamarca	Eslovenia	España	Francia	Hungría	Irlanda	Polonia	Portugal	Serbia	Suecia	Total
Demolición		1							1				2	
Técnica	Mezcla caliente en planta (Hot in plant mix)	1				2	3	2		1	2		3	14
	Mezcla semicaliente en planta (Warm in plant mix)													0
	Mezcla fría en planta (Cold in plant mix)			1						1		1	2	5
	Reciclado in situ en caliente (Hot in place)				1			2				1		4
	Reciclado in situ en frío (Cold in place)	2			4	2	1			1	2		4	16
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>41</b>

## Reciclado de materiales bituminosos: Conclusiones del proyecto DIRECT-MAT (Técnicas de demolición y reciclado de materiales para la carretera)



Figura 1: Clasificación y almacenamiento de material bituminoso recuperado.

dado los problemas de reciclado de material bituminoso que contenga betunes modificados con polímeros o con caucho.

- **Reciclado en frío en planta.** Los cinco casos de estudio recopilados han demostrado un buen comportamiento a largo plazo de los firmes. En contraposición con la técnica equivalente in situ, la composición de la mezcla se controla más fácilmente en planta.
- **Reciclado in situ en caliente.** Esta técnica exige una meticulosa caracterización previa del firme. Su utilización no es muy frecuente.
- **Reciclado in situ en frío.** La aplicación generalizada de una capa de rodadura encima de la mezcla reciclada indica la falta de confianza en la capacidad de los materiales reciclados en frío para soportar directamente la circulación del tráfico. Si bien el tipo de maquinaria utilizada en la mayoría de los casos de estudio es la misma, los procedimientos de ensayo utilizados para caracterizar y optimizar las características de los materiales varían considerablemente de unos países a otros.

### 3. Guía de buenas prácticas

En la GBP "Best Practice guide for the dismantling of asphalt roads and use of recycled materials in asphalt layers" (Guía de Buenas Prácticas para la demolición de carreteras asfálticas y uso de materiales reciclados en capas asfálticas), de consulta pública a través de la base de datos, se ha tratado de resumir, de forma práctica, toda la información obtenida en las etapas previas del proyecto DIRECT-MAT. Cuando existe

un consenso internacional sobre un determinado procedimiento de reciclado, éste se puede catalogar como "Buena Práctica". En otras ocasiones, las técnicas varían considerablemente entre países, por lo que la GBP presenta un resumen de los posibles enfoques.

El documento se estructura en los siguientes capítulos: Introducción, caracterización previa de los firmes, demolición, reciclado en planta de materiales granulares y materiales tratados con conglomerantes hidráulicos, reciclado en planta de material bituminoso recuperado (en adelante RAP, haciendo referencia al acrónimo en inglés-reclaimed asphalt pavement), Reciclado in situ de RAP y líneas de investigación recomendadas.

El diagrama de flujo de la Figura 2 representa las distintas técnicas de demolición y reciclado de material recuperado de mezclas bituminosas:

En los siguientes apartados se resumen las principales conclusiones alcanzadas.

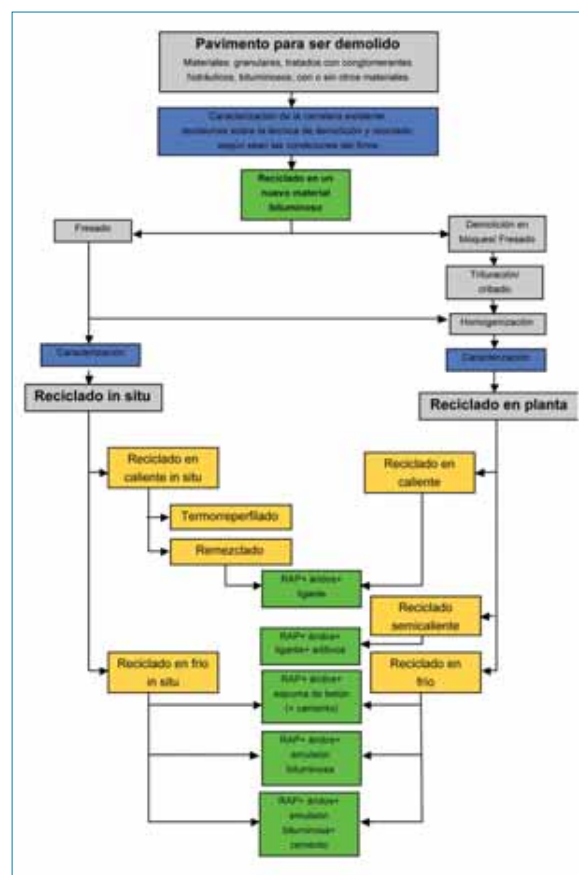


Figura 2: Diagrama de flujo de las técnicas de demolición de firmes flexibles, así como del reciclado de material bituminoso recuperado.

Tabla 3. Opciones de reciclado recomendadas para firmes con pavimento bituminoso.

Condiciones del pavimento (inspección visual)	Técnica de reutilización/reciclado									
	Rehabilitación de la capa de rodadura		Rehabilitación de capas bituminosas				Rehabilitación de capas bituminosas y capas tratadas con conglomerantes hidráulicos/capas granulares			
			In situ		En planta		In situ		En planta	
	Caliente en planta	Caliente in situ	Caliente	Frío	Caliente	Frío	Caliente	Frío	Caliente	Frío
Irregularidad (roderas)	x	x <sup>2)</sup>	o <sup>4)</sup>	o <sup>4)</sup>	o <sup>4)</sup>	o <sup>4)</sup>	-	-	-	-
Irregularidad (por falta de capacidad estructural)	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x
Resistencia al deslizamiento	x	x <sup>3)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-
Piel de cocodrilo	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x
Desprendimientos	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Baches	-	-	-	-	x	x	-	-	x	x
Grietas longitudinales	o <sup>1)</sup>	o <sup>1)</sup>	x	x	x	x	x	x	x	x
Grietas transversales	o <sup>1)</sup>	o <sup>1)</sup>	x	x	x	x	x	x	x	x

x viable, o viable con aclaraciones, - no viable / no económico

<sup>1)</sup> si las grietas tienen su origen en la superficie del pavimento.

<sup>2)</sup> Termorreperfilado si el deterioro tiene su origen en una baja compactación, remezclado o termorregeneración si su origen es falta de estabilidad.

<sup>3)</sup> Termorregeneración.

<sup>4)</sup> Si el origen de las roderas es la capa intermedia.

### 3.1 Caracterización del firme bituminoso que se va a demoler

Las razones por las que un firme debe ser demolido o rehabilitado pueden ser un excelente indicador de las condiciones en las que se va a encontrar el material recuperado, y de las mejores opciones para el reciclado. La Tabla 3 refleja, dependiendo de las condiciones actuales del firme, las técnicas de reciclado más adecuadas para cada caso.

### 3.2 Demolición

Para la demolición de los materiales bituminosos, los métodos existentes son el fresado y la demolición en bloques. El

primero permite una demolición más selectiva, así como la obtención de un material más homogéneo y de mejor calidad. Las principales ventajas del fresado son:

- La profundidad de fresado es variable, dependiendo de los equipos disponibles.
- Se obtiene como resultado un material con una granulometría que permite su uso directo en nuevas mezclas, sin operaciones adicionales como trituración o cribado. Esta es una condición necesaria en las técnicas in situ.
- La técnica de fresado capa a capa permite la recuperación de material procedente de un solo origen, caracterizado por una gran homogeneidad, permitiendo su uso en mezclas con altos porcentajes de reciclado.

## Reciclado de materiales bituminosos: Conclusiones del proyecto DIRECT-MAT (Técnicas de demolición y reciclado de materiales para la carretera)

Tabla 4: Límite de las variaciones de las características del RAP.

País	Granulometría [%]			Contenido de ligante [%]	Penetración [1/10 mm]	Punto de reblandecimiento TR&B [°C]
	< 0,063 mm	>0,063; < 2 mm	> 2 mm			
Austria	x	x	x	x	-	x
Bélgica <sup>1)</sup>	±3		±10	±1	±10	±10
Dinamarca	Sin especificar					
Francia	±2-3	±7,5-10		±0,5 - 1	±7,5	±4
Alemania	x	x	x	x	-	x
Hungría	Sin especificar para porcentajes de reciclado bajos					
Irlanda	Sin especificar					
Polonia	x	x	x	x	-	x
Portugal	±1,5	±3	±5	±0,4	±4	-
Serbia	Sin especificar					
Eslovenia	Sin especificar					
España	±1,5	±3	±5	±0,4	±4	-
Suecia	x	x	x	x	x	x
Reino Unido	Sin especificar					

x La medición de la variación de las características del RAP se tiene en cuenta para conseguir la homogeneidad de la mezcla asfáltica (directriz técnica – valor umbral sin especificar)

<sup>1)</sup> Si no se cumplen las tolerancias, el contenido de RAP permitido se reduce a la mitad del valor.

- El fresado selectivo facilita la separación de sustancias peligrosas que puedan estar contenidas en el firme, como alquitrán o amianto.

La demolición en bloques es una técnica que se adapta mejor a pequeñas obras o a tramos de firme que van a ser demolidos en su totalidad.

### 3.3 Reciclado *en planta* de material bituminoso recuperado (RAP)

#### 3.3.1 Caracterización / control de calidad

El reciclado en planta de material bituminoso recuperado (RAP) requiere de un buen control de calidad. Dependiendo del tipo de técnica que se vaya a aplicar (caliente, semicaliente o frío), se evaluarán unos determinados parámetros durante el diseño de la mezcla.

Para que las MBC (mezclas bituminosas en caliente) que contienen RAP satisfagan los mismos requisitos exigidos a las

MBC convencionales, se deben cumplir requerimientos adicionales para ajustar la granulometría o asegurar la homogeneidad. Muchos países han introducido exigencias en cuanto a esta última, relacionados con la granulometría, el contenido de betún y los ensayos de penetración y punto de reblandecimiento del betún recuperado, tal y como se puede apreciar en la Tabla 4.

#### 3.3.2 Manejo del material recuperado en la planta

El material recuperado se debe tratar en la planta, con objeto de mejorar sus características y así conseguir mayores porcentajes de reciclado. Pueden distinguirse tres fases: trituración, clasificación y cribado, y acopio y homogeneización.

Durante la **trituración**, se procesan materiales de firme procedentes de las distintas operaciones de demolición, con el objetivo de conseguir tamaños más reducidos.

A continuación, y con el fin de mejorar la homogeneidad de las diferentes fracciones tras el fresado y/o trituración, se aconseja realizar el proceso de **cribado** clasificando el material





Figura 3: Ejemplo de unidad móvil de trituración y cribado.

de acuerdo con los tamaños exigidos (Figura 3). Gracias a la separación del material por fracciones, el material resultante con menor tamaño máximo y con la granulometría más apropiada puede utilizarse en las mezclas bituminosas de mayor calidad.

Por último, en la fase de **acopio y homogenización** se procede al almacenamiento en acopios separados, que permiten clasificar el material de acuerdo con sus diferentes características (tamaño máximo de partícula, granulometría, tipo de betún, origen del material, etc). Estos acopios deben ser controlados regularmente para asegurar la adecuada calidad del material, de tal forma que se mantengan constantes sus propiedades y composición. Esto exige disponer de zonas de acopio. Además, dado que el contenido de agua puede reducir el porcentaje de utilización del material reciclado, es aconsejable que los acopios estén techados.

Mediante la adecuada gestión del material reciclado entrante en la planta y el establecimiento de acopios homogéneos, las características del material almacenado en cada acopio se pueden controlar fácilmente para que sus propiedades sean constantes.

Resulta imprescindible llevar a cabo las fases de trituración, clasificación y cribado, y acopio y homogeneización, cuando se trabaja con altas tasas de reciclado.

### 3.3.3 Reciclado en caliente en planta

Se trata de la técnica más común en Europa. En la mayoría de los países, estas mezclas bituminosas recicladas son técnicamente equivalentes a las convencionales, pudiéndose aplicar en todo tipo de capas y categorías de tráfico. En general, las mezclas que contienen materiales bituminosos recuperados deben cumplir los mismos requerimientos que si no los incluyeran. El contenido de material reciclado en la mezcla depende tanto del diseño como de la producción de la mezcla:

- Diseño de la mezcla: tipo de mezcla, propiedades del material reciclado (granulometría, viscosidad del betún, homogeneidad...)
- Producción de la mezcla: tipología de la planta, técnica de alimentación y contenido de agua del RAP.

Varios trabajos de investigación han constatado que la utilización de material reciclado no tiene una influencia negativa en los resultados de los ensayos de laboratorio. Sin embargo, otros establecen que el uso de este tipo de materiales puede empeorar algunas propiedades finales de la mezcla bituminosa (sensibilidad al agua, resistencia a la fisuración por fatiga y resistencia a la formación de roderas).

En relación con el diseño de la mezcla, para estimar las propiedades del ligante resultante se utilizan las ecuaciones 1 y 2, en relación con los parámetros de penetración y de la temperatura de anillo y bola (TR&B):

$$\log pen_m = \frac{b_0}{100} \times \log pen_0 + \frac{b_n}{100} \times \log pen_n + \frac{b_t}{100} \times \log pen_t$$

Ecuación 1

$$T_{R\&B,m} = \frac{b_0}{100} \times T_{R\&B,0} + \frac{b_n}{100} \times T_{R\&B,n} + \frac{b_t}{100} \times T_{R\&B,t}$$

Ecuación 2

Donde  $b_0$ ,  $b_n$  y  $b_t$  son los porcentajes de ligante nuevo envejecido y otro posible tipo en el ligante total de la mezcla ( $b_0 + b_n + b_t = 100$ ).

## Reciclado de materiales bituminosos: Conclusiones del proyecto DIRECT-MAT (Técnicas de demolición y reciclado de materiales para la carretera)

Estas ecuaciones no son válidas para los casos de ligantes envejecidos modificados con polímeros. El ligante resultante de la combinación del ligante virgen y el procedente del RAP deberían cumplir las mismas especificaciones.

La homogeneidad del material recuperado tiene una importancia determinante en el contenido máximo de material reciclado en la mezcla. En este sentido, la separación de acopios, según el origen o tipo del material, es una buena práctica, sencilla de llevar a cabo cuando se utilicen altas tasas de reciclado.

Podría decirse que la homogeneidad (expresada a su vez mediante las variaciones de las características más representativas del RAP), define el contenido máximo de RAP de una mezcla. En la Figura 4 se expresa, según las especificaciones alemanas, la forma de determinar el contenido máximo de RAP de una mezcla en función de la variación de sus propiedades.

Las marcas rojas determinan los intervalos de las propiedades medidas del RAP. El valor más alto en el eje de ordenadas de la parte izquierda del gráfico determina el porcentaje de RAP para la capa de base. Cuanto más elevado sea el intervalo de variación, menor será el porcentaje de RAP permitido.

Los límites para el porcentaje de RAP vienen condicionados fundamentalmente por el tipo de la central de fabricación de mezclas. Generalmente, se utilizan tres tipos de plantas (a, b y c en la Tabla 5), a las que se pueden añadir módulos adicionales para mejorar los porcentajes de reciclado, tal y como se describe en la Tabla 5.

Las figuras 5 y 6 representan esquemas de las plantas descritas.

Es importante tener en cuenta que, para disgregar totalmente el RAP, debe aplicarse un tiempo de mezclado mayor que para las mezclas bituminosas elaboradas exclusivamente con materiales vírgenes.

Por otro lado, durante el proceso de producción de la mezcla, la humedad debería ser lo más baja posible. De lo contrario, la capacidad de la planta asfáltica podría verse influida negativamente.

Por último, en cuanto a las tasas de reciclado, algunos estudios han informado de la utilización de porcentajes de material recuperado superiores al 70%, si bien lo más frecuente es que los porcentajes varíen entre 10% y 40%. Proporciones mayores suelen estar limitadas por el coste de

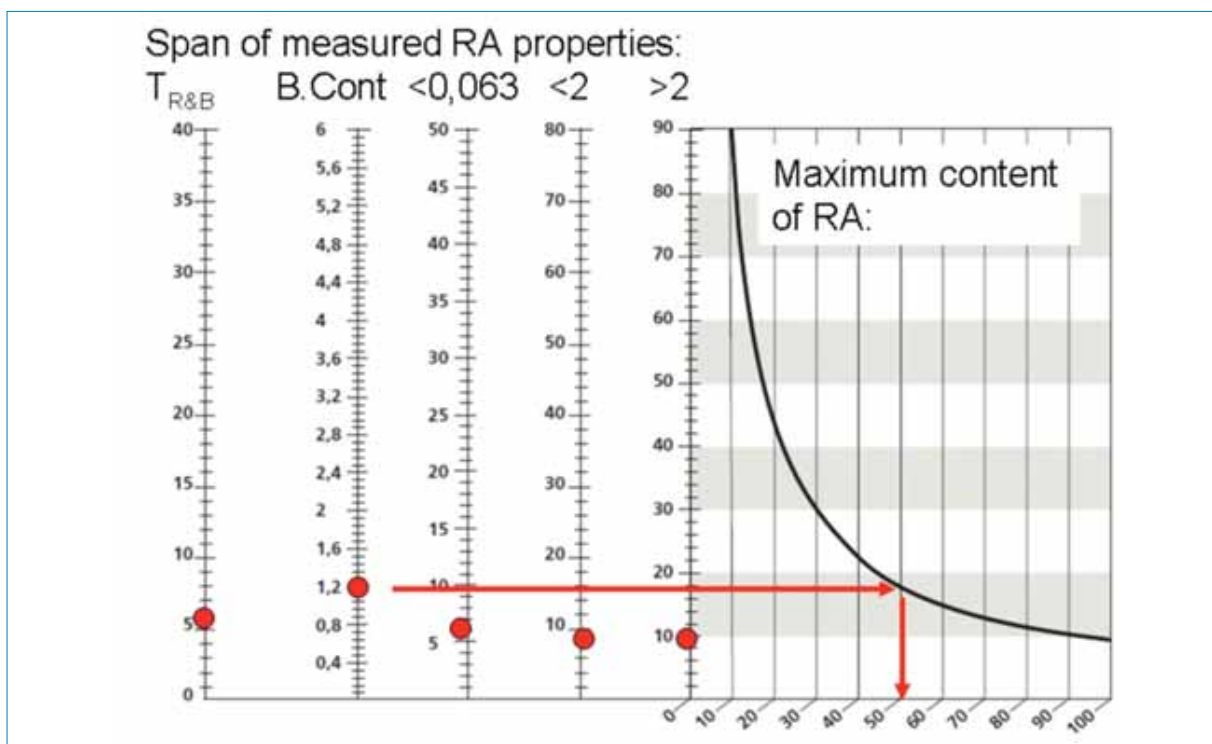


Figura 4: Contenido máximo de RAP dependiendo de la variación de sus propiedades, según las especificaciones alemanas. Fuente: Synthesis of national and international documents on existing knowledge regarding the recycling of reclaimed road materials in asphalt, DIRECT-MAT, 2010.

Tabla 5. Características y porcentajes de reciclado de los diferentes tipos de plantas.

1	Calentamiento indirecto del RAP al ponerse en contacto con los áridos en el mezclador. Se calienta durante el tiempo de mezclado.	Opción	1: Dosificación con la balanza de dosificación de áridos 2: Dosificación con una balanza extra
	Porcentaje máximo de RAP: 30%		
2	Calentamiento indirecto del RAP al ponerse en contacto con los áridos en el mezclador (incorporación continua). RA Pse añade con los áridos calientes. No es posible el tamizado en caliente de los áridos.	Opción	1: Adición al final del TS (*) 2: Adición en el elevador de cangilones 3: Adición del cribado en caliente en el bypass.
	Porcentaje máximo de RAP: 30%		
3	Calentamiento conjuntamente con los áridos. Puede provocar un envejecimiento del ligante del RAP. No es posible el tamizado en caliente de los áridos.	Opción	1: Adición en la mitad del TS 2: Adición en el secador cerca del mechero
	Porcentaje máximo de RAP: 20%		
4	Con tambores paralelos. Calentamiento separado del RAP y los áridos. El RAP se calienta en un tambor paralelo. Evita el envejecimiento del ligante.	Opción	1: Dosificación con la balanza de dosificación de los áridos. 2: Dosificación con una balanza extra
	Porcentaje máximo de RAP: 60%		
b) Planta continua de TSM (**)	El RAP se calienta en el tambor como los áridos. Puede provocar un envejecimiento del ligante del RAP.	Opción	1: RAP se incorpora al tambor como los áridos 2: RAP se incorpora por el anillo de reciclado
	Porcentaje máximo de RAP: 25%		
c) Planta continua con tambores paralelos	Calentamiento separado del RAP y los áridos. Permite un calentamiento suave que evita el envejecimiento del ligante.	Opción	1: Dosificación con la balanza de dosificación de los áridos. 2: Dosificación con una balanza extra
	Porcentaje máximo de RAP: 60%		

(\*): Tambor-Secador

(\*\*): Tambor-Secador-Mezclador

las inversiones en equipamientos adicionales de las plantas que permiten mayores porcentajes de reciclado (equipamientos con unidades independientes de calentamiento).

### 3.3.4 Reciclado en frío en planta

Si bien es cierto que es una técnica menos frecuente que el reciclado en frío "in situ", puede resultar la más apropiada en determinadas circunstancias. Dependiendo de las necesidades o condiciones técnicas, se pueden emplear en la nueva mezcla ligantes tipo emulsión bituminosa, espuma de betún o cemento. No obstante, aunque la mayor parte de las plantas de mezclado existentes en el mercado admiten cualquier tipo de ligante, la emulsión bituminosa es la más empleada en estos ca-

sos. Normalmente, las mezclas recicladas se usan en capas de base, pero también pueden ser utilizadas en capas intermedias o de rodadura en carreteras secundarias.

El procedimiento de diseño es similar al de mezclas convencionales. La posibilidad de llevar a cabo ensayos adicionales depende de las especificaciones de cada país y de las particularidades de cada obra. Normalmente, el RAP no requiere de tratamientos especiales, a no ser que contenga un índice de contaminantes mayor del permitido.

Una de las ventajas de esta técnica es la posibilidad de tener en planta un mayor control sobre la proporción de materiales vírgenes, pudiéndose elaborar así mezclas que cumplan con requisitos más exigentes. Este tipo de plantas son capaces de alcanzar niveles de producción diaria bastante ele-

## Reciclado de materiales bituminosos: Conclusiones del proyecto DIRECT-MAT (Técnicas de demolición y reciclado de materiales para la carretera)

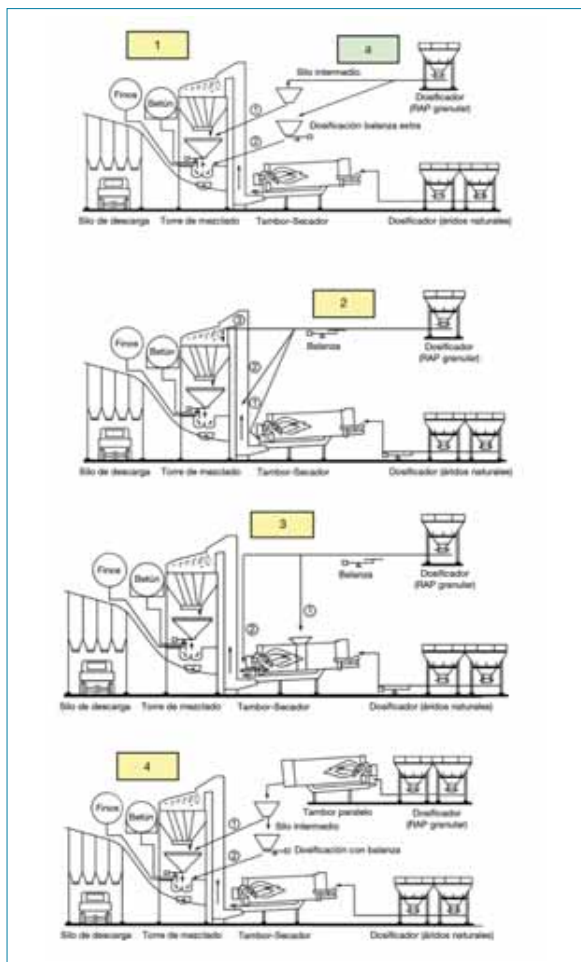


Figura 5. Plantas discontinuas. Synthesis of national and international documents on existing knowledge regarding the recycling of reclaimed road materials in asphalt, DIRECT-MAT, 2010.

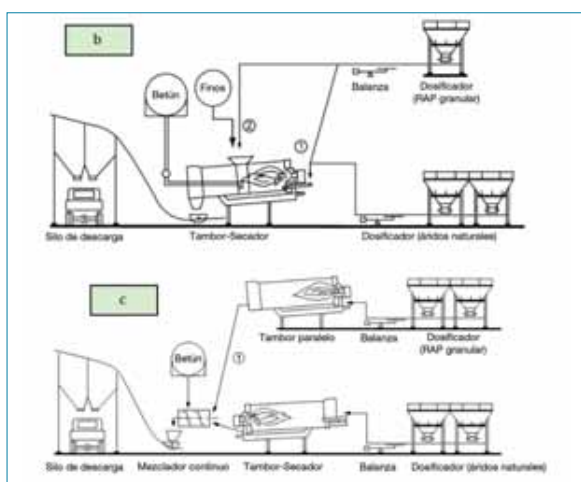


Figura 6. Plantas continuas de TSM y con tambores paralelos. Fuente: Synthesis of national and international documents on existing knowledge regarding the recycling of reclaimed road materials in asphalt, DIRECT-MAT, 2010.

vados de mezclas de alta calidad. Están compuestas, generalmente, de un mezclador continuo con ejes gemelos y palas ajustables, que normalmente son capaces de producir mezclas frías en modo continuo o discontinuo. Estas instalaciones no suelen suponer ningún tipo de limitación para el contenido de RAP, y es posible utilizar únicamente este material en la nueva mezcla. El tiempo de mezclado dependerá del tipo de ligante añadido, y la calidad del ligante reciclado.

Los tiempos de curado son una desventaja del uso de emulsión bituminosa o cemento, ya que dependen en gran parte de las condiciones de humedad y temperatura.

### 3.4 Reciclado *in situ* de material bituminoso recuperado

#### 3.4.1 Caracterización del firme

En general, las técnicas de reciclado *in situ* requieren de una inspección más exhaustiva del firme preexistente, ya que todo el material recuperado se reciclará directamente en el propio firme.

La homogeneidad de las secciones de firme se puede evaluar mediante el estudio de la documentación existente relativa al proyecto constructivo original, así como a partir de inspecciones visuales y de ensayos realizados con georradar (*Ground Penetration Radar - GPR*). Mediante la toma de testigos, se pueden estudiar la composición y propiedades de cada capa y la adherencia entre ellas.

#### 3.4.2 Reciclado *en caliente in situ*

Este tipo de reciclado comprende las siguientes técnicas:

- **Termorregeneración.** Consiste en el escarificado de la superficie del firme recalentado, la nivelación y compactación del material recuperado y la aplicación de una capa de rodadura.
- **Remezclado.** Tras el recalentado y escarificado del firme existente, éste se mezcla con nuevos áridos y/o betún, tras lo cual se vuelve a extender en una sola capa.
- **Remezclado "plus".** Combinación de los dos anteriores. El firme existente es recalentado, escarificado, mezclado con material nuevo y colocado de nuevo en el pavimento. Encima de esta capa reciclada se coloca una nueva capa as-

fáltica. Todo el proceso se lleva a cabo con una única máquina, que necesariamente habrá de contar con dos extendedoras.

La temperatura y espesor del pavimento calentado dependerán de la capacidad de calentamiento y la velocidad del tren de reciclado, pero también de las condiciones ambientales. Se necesitan temperaturas superiores a 80 °C en todo el espesor de fresado. Este tipo de fresado necesita menos energía mecánica y provoca una degradación de los áridos menor que el fresado en frío.

### 3.4.3 Reciclado en frío *in situ*

Las mezclas asfálticas en frío son aquellas cuyo ligante bituminoso se incorpora a la mezcla en forma de emulsión bituminosa o espuma de betún, permitiendo que la producción y puesta en obra de la mezcla se realice a temperatura ambiente. La técnica conlleva una serie de ventajas ambientales y económicas, como la reducción de costes energéticos y de emisión de contaminantes, o la reducción de tiempo y costes de transporte de materiales.

Las mezclas recicladas *in situ* con emulsión bituminosa presentan unas características muy apropiadas para ser utilizadas en capas de base, aunque sus características difieren de las MBC convencionales, ya que su módulo es más bajo que el de éstas, pero su rotura es más plástica y dúctil, permitiendo el movimiento de las fisuras existentes bajo el firme y su consiguiente absorción. Aunque se puede conseguir una buena cohesión de la mezcla utilizando la emulsión apropiada, la cohesión final depende de la densidad conseguida durante la compactación. Es decir, cuanto mayor sea ésta, mayor resulta ser el módulo de la mezcla y su cohesión; si bien no es fácil porque se trata de mezclas difíciles de compactar.

No existe un método de diseño de la mezcla comúnmente aceptado para este tipo de mezclas, y las recomendaciones y ensayos realizados varían enormemente de un país a otro. Los materiales recuperados pueden ser exclusivamente bituminosos o incluir otro tipo de materiales, como granulares. En ocasiones, se requiere la incorporación de materiales vírgenes o correctivos, como cemento o cal, para que la mezcla final cumpla los requisitos deseados.

Durante la producción de este tipo de mezclas también es normal añadir agua, para facilitar la envuelta de los áridos

por la emulsión bituminosa o la espuma de betún y, así, mejorar la trabajabilidad de la mezcla y su compactación. En general, los procedimientos de diseño de estas mezclas incluyen los siguientes pasos:

- Determinación de la granulometría del RAP y elección de la granulometría óptima para cumplir los requerimientos de calidad.
- Selección del tipo de emulsión bituminosa.
- Evaluación preliminar de la compatibilidad físico-química del material granular con la emulsión bituminosa/ espuma de betún.
- Determinación del contenido óptimo de agua para la optimización del manejo de la mezcla y la compactación de las capas.
- Determinación del contenido óptimo de betún residual.

Una vez que se determina la fórmula de la mezcla en el laboratorio, se llevarán a cabo tramos de prueba, con los siguientes objetivos:

- Ajuste de la velocidad de la máquina de reciclado, con objeto de conseguir la granulometría adecuada del material recuperado.
- Definición del procedimiento de compactación.
- Ajuste del contenido óptimo de agua, para conseguir una buena homogeneidad y compactación.
- Seguimiento del contenido de agua y evolución del curado.
- Estimación del tiempo necesario antes de la reapertura al tráfico.

La puesta en obra se lleva a cabo mediante “trenes de reciclado”, compuestos por una máquina recicladora conectada a tanques de agua y de emulsión bituminosa o espuma de betún, seguidos por el equipo de compactación. La selección y uso del equipo de reciclado y compactación tiene una gran influencia en las características finales y en la homogeneidad de la capa reciclada. A su vez, la profundidad del reciclado influye enormemente en la calidad de la mezcla. Otro elemento esencial a tener en cuenta para conseguir resultados satisfactorios es la compactación. Se necesitan equipos pesados, y se recomienda combinar rodillos metálicos con vibración (11 t o más) y neumáticos (23 t o más).

## Reciclado de materiales bituminosos: Conclusiones del proyecto DIRECT-MAT (Técnicas de demolición y reciclado de materiales para la carretera)

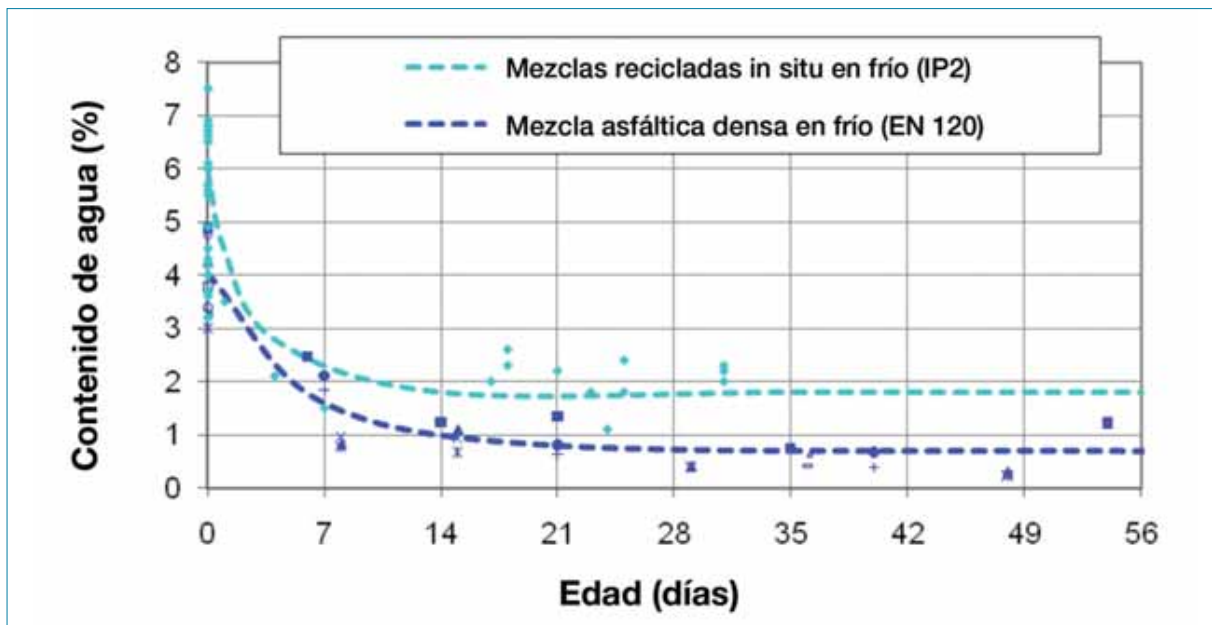


Figura 7. Evolución del contenido de agua de una mezcla en frío.

Los materiales correctivos, en caso de ser usados, se colocan en el pavimento previamente a las operaciones de reciclado. En todo momento habrá que prestar atención a las condiciones meteorológicas; las operaciones se deberían realizar con buen tiempo, con objeto de minimizar el tiempo de curado, permitiendo que la mezcla alcance sus características finales lo antes posible.

Debido a la posible variabilidad de las características de los materiales empleados, se recomienda la realización de ensayos mecánicos de control de calidad (resistencia a la compresión y tracción, sensibilidad al agua...), además de los que normalmente se llevan a cabo relacionados con la composición de la mezcla, como la granulometría, contenido de betún, densidad y contenido de huecos...

Uno de los aspectos más importantes relacionados con este tipo de técnica es el periodo de curado, ya que uno de los principales constituyentes de las mezclas es el agua, ya sea la añadida a la mezcla, como la contenida en la emulsión bituminosa. Después de la fabricación de la mezcla y la puesta en obra de la misma, la emulsión bituminosa rompe y el betún se separa del agua. En ese momento, el agua se va retirando gradualmente, primeramente mediante la compactación, y posteriormente mediante evaporación y el efecto del tráfico rodado. Al final del proceso de curado, una película continua y cohesiva de ligante mantiene los áridos uni-

dos. La Figura 7 muestra la evolución del contenido de agua durante un tiempo aproximado de dos meses tras la puesta en obra y se compara con mezclas curadas en laboratorio:

Por razones prácticas, el conocimiento de la evolución del curado es muy importante para la programación de los trabajos, ya que:

- La capa debe tener la suficiente estabilidad y resistencia cuando el tramo se reabra al tráfico, lo que implica un tiempo de curado mínimo de la superficie (normalmente 2 días).
- El contenido de agua de la mezcla debe haberse estabilizado antes de que la capa reciclada se cubra con otra nueva capa, de otra manera podría haber dificultades para que continúe la evaporación de agua (normalmente tres semanas).

Cuando la técnica es aplicada correctamente, las capas recicladas en frío in situ han demostrado un buen comportamiento después de 10 años de servicio.

### 3.5 Líneas de investigación recomendadas

#### Caracterización del firme existente

- Se podría potenciar la utilización del georradar para localizar defectos estructurales y heterogeneidades en el firme.

- El desarrollo de bases de datos con información sobre el diseño de mezclas e historiales de rehabilitación de las redes de carreteras existentes podría ayudar en la toma de decisiones en la fase de planificación respecto a las posibles estrategias de mantenimiento y rehabilitación, así como reducir los costes de la caracterización del firme existente.

#### **Técnicas de reciclado en frío**

- Dada la gran cantidad de procedimientos de diseño de la mezcla existentes, podría ser útil un esfuerzo normativo para estandarizar:
  - ensayos de compactación en laboratorio.
  - procedimientos de curado;
  - métodos de ensayo de comportamiento;
  - especificaciones de diseño de la mezcla.
- Sería útil potenciar la investigación sobre el efecto de los diferentes ligantes en el material recuperado o en la calidad del reciclado.

#### **Técnicas de reciclado en caliente**

- Se debería profundizar en el conocimiento de la interacción del betún virgen con el betún envejecido contenido en el RAP.
- Sería interesante llevar a cabo la evaluación de las necesidades de energía de los diferentes procedimientos de mezclado, con objeto de definir la huella de carbono de las diferentes tecnologías.
- Se debería establecer la comparación de las características de fatiga de las capas tradicionales y recicladas, ya que existe cierto riesgo de que la resistencia a la fatiga de las capas bituminosas con un alto porcentaje de RAP pueda ser peor que el de las capas con áridos vírgenes.
- Respecto a la ejecución de las técnicas de reciclado, se podría tratar de desarrollar metodologías efectivas para la reducción de los riesgos para la salud de los trabajadores durante el reciclado en caliente in situ.
- Sería conveniente la identificación y solución de problemas relacionados con los materiales bituminosos reciclados con betún modificado con polímeros o con caucho.

- Podría ser útil la evaluación del efecto de las marcas viales en la calidad del material recuperado y de las nuevas capas fabricadas con este material.

#### **Evaluación del comportamiento a largo plazo**

- Relacionado con la recopilación y el análisis de datos, se ha detectado que el grado de detalle es muy heterogéneo, posiblemente debido a la falta de información. La creación de una base de datos global para los tramos de ensayo realizados con técnicas de reciclado en carreteras europeas, que contenga información detallada sobre la estructura de los firmes, las propiedades de los materiales, las cargas de tráfico y las condiciones meteorológicas, entre otros, de diferentes países podría ser de gran ayuda para analizar el comportamiento a largo plazo de materiales específicos, técnicas constructivas, así como enfoques constructivos innovadores.
- Para el estudio del comportamiento a largo plazo y de las futuras necesidades de mantenimiento, se considera de gran utilidad la evaluación de la eficiencia de los costes y de los impactos ambientales, áreas que también se caracterizan por sus lagunas de conocimiento.

#### ***4. Base de datos***

La base de datos DIRECT-MAT es uno de los principales resultados del proyecto. Todos los datos recopilados en el mismo se han volcado en dicha base, que en la actualidad es de acceso público, previo registro en la web <http://www.direct-mat.eu/>. La información se estructura en tres bloques:

- Revisiones bibliográficas.
- Recopilación de datos de campo y laboratorio (casos de estudio).
- Guías de Buenas Prácticas (GBP).

La herramienta cuenta con un motor de búsqueda por conceptos y un apartado de definiciones técnicas. Además, para una consulta más cómoda de las revisiones bibliográficas y las GBP, la aplicación permite desplegar el índice de los documentos para poder acceder más rápidamente al capítulo buscado. Por otro lado, el texto cuenta con una serie de hipervínculos que permiten dirigirse a cualquier documento

## Reciclado de materiales bituminosos: Conclusiones del proyecto DIRECT-MAT (Técnicas de demolición y reciclado de materiales para la carretera)

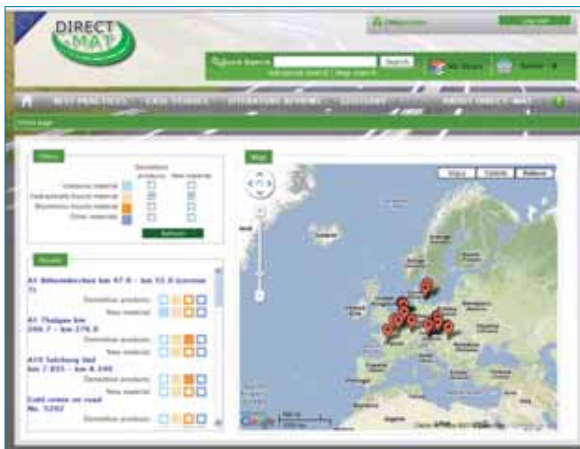


Figura 8: Ventana de la base de datos donde se pueden localizar los diferentes casos de estudio según su localización geográfica.

que se mencione (documentos de referencia, casos de estudio...) Asimismo, las revisiones bibliográficas incluyen una serie de anexos particularizados para cada país participante en los diferentes grupos de trabajo.

En lo que se refiere a los casos de estudio, la base de datos ofrece una tabla de filtrado previa, en la que se puede seleccionar el tipo de material demolido y final. Todas las experiencias están georreferenciadas sobre el mapa de Europa para indicar su país de origen e incluyen un resumen de las mismas (Figura 8).

La herramienta será actualizada periódicamente. En el apartado "Su opinión", el usuario puede comunicar nuevos casos de estudio rellenando un sencillo cuestionario. Un comité de expertos estudiará la información, y si se considera adecuada será incorporada a la base de datos. De la misma manera, también los usuarios pueden participar si consideran que algún dato ha quedado obsoleto y debería ser actualizado.

### 5. Conclusiones

Las investigaciones llevadas a cabo en el marco del proyecto DIRECT-MAT han permitido la recopilación de las múltiples técnicas existentes en la actualidad relacionadas con el reciclado de los diferentes materiales de la carretera en la propia carretera, y en particular, con el reciclado de materiales bituminosos.

El resultado del proyecto ha sido la elaboración de una serie de guías de buenas prácticas (GBP) sobre la demoli-

ción y utilización de los materiales reciclados, entre ellas la relativa a materiales bituminosos, y la creación de una base de datos que recopila la información generada en el proyecto.

Las GBP permiten resumir la experiencia europea en el campo del reciclado, con objeto de ser una referencia útil en la materia para todos aquellos interesados en el uso de estas técnicas. En los casos en los que los procedimientos aplicados internacionalmente difieren claramente de unas regiones a otras, las guías recopilan los principales enfoques para ayudar a los técnicos en el proceso de toma de decisiones. Además, las líneas de investigación propuestas contribuirán a la mejora de las técnicas de reciclado.

Con todo ello, se pretende animar al uso de tecnologías de reciclado en la ingeniería viaria. Para países con poca experiencia en este campo, las recomendaciones dadas en las GBP pueden suponer una gran ayuda para mejorar sus porcentajes de reciclado. Pero incluso en países donde estas prácticas son de uso común, las GBP pueden aportar luz sobre enfoques alternativos que podrían contribuir a reducir costes económicos y ambientales.

Por otra parte, la base de datos se presenta como una herramienta imprescindible para facilitar el manejo de la gran cantidad de información reunida. Se plantea ahora el reto de seguir manteniendo vivo el espíritu del proyecto mediante la actualización periódica de la información. El conocimiento evoluciona continuamente, y si las nuevas experiencias e investigaciones no se van incorporando a la base de datos, esta herramienta quedará obsoleta en poco tiempo. Por ello, se considera muy importante la incorporación en la base de datos de las experiencias que vayan produciéndose en los distintos países para que esta herramienta sea de utilidad en el futuro, así como la profundización en las necesidades de investigación identificadas en el proyecto.

### 6. Referencias

- Centro de Estudios del Transporte (CEDEX), 2011. Seminario de presentación del proyecto europeo DIRECT-MAT. Madrid, 9 de marzo 2011.
- Descantes, Y; Lumiere, L, 2011. Final Workshop. Database (presentación) WP6. Bruselas, 18 de octubre de 2011.



- DIRECT-MAT, 2011. "Best Practice Guide for de dismantling of asphalt roads and use of recycled materials in asphalt layers".
- DIRECT-MAT, 2011. "Report on practical application case studies regarding dismantling and recycling of asphalt".
- DIRECTMAT, 2010."Synthesis of national and international documents on existing knowledge regarding the recycling of reclaimed road materials in asphalt".
- Sinis Fernández, F.; Rubio Guzmán, B., González Abadías, A., 2011:" El proyecto DIRECT-MAT: Técnicas de demolición y reciclado de materiales para la carretera – Compartiendo conocimientos y prácticas". n° 161 Ingeniería Civil (ISSN: 0213-8468).
- González Abadías, A.; Ruiz-Ayúcar Berlinches, E.; Sinis Fernández, F. (2012): "Conclusiones del proyecto DIRECT-MAT: Técnicas de demolición y reciclado de materiales para la carretera" n° 167 Ingeniería Civil (ISSN: 0213-8468).

LAS CARRETERAS HECHAS  
CON BETUNES **ELASTER** AÚN ESTARÁN AHÍ  
CUANDO YA NO SEAN NECESARIAS.



**PROAS PRESENTA ELASTER, SU NUEVA GAMA DE  
BETUNES MODIFICADOS CON POLÍMERO.**

Tecnología punta aplicada al Betún para que tus carreteras  
sean más seguras, ecológicas y longevas.

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

**PROAS**

Innovando para ti

# Las características superficiales de las carreteras ya no son sólo una cuestión de seguridad y confort

Los criterios clásicos de toma de decisión para llevar a cabo las operaciones de mantenimiento de las carreteras se han basado en la preservación de la capacidad estructural del firme y de alguna de las características funcionales de la capa de rodadura.

En la última década se ha producido un gran desarrollo de las metodologías de análisis de impacto medioambiental, que están complementando a los enfoques tradicionales (económicos y de prestaciones). En el caso de las carreteras, los datos disponibles permiten afirmar que, en el caso de carreteras de alta intensidad de tráfico, la uniformidad de la capa de rodadura es un factor esencial para minimizar el impacto ambiental del tráfico al reducirse de forma sustancial el consumo de combustible.

En este trabajo se muestra un análisis comparativo de los impactos ambientales y económicos derivados de realizar operaciones de pavimentación que tengan como objetivo el optimizar la regularidad superficial de la capa de rodadura.

**Palabras clave:** asfalto, carretera, consumo combustible, regularidad superficial, resistencia a la rodadura

Standard decision making criteria for maintenance operations of roads have been based on keeping the structural integrity of the pavements and some functional characteristics of the wearing course.

In the last decade there has been a great development of methodologies regarding environmental impact assessment, which are complementing traditional approaches (financial and performance). In the case of roads, the available data support the conclusion that, in the case of high traffic roads, evenness of the wearing course is essential to minimize the environmental impact of traffic by reducing substantially fuel consumption.

In this paper it is shown a comparative analysis of the environmental and economic impacts resulting from paving operations which are focused in optimizing evenness of the wearing courses.

**Keywords:** asphalt, road, fuel consumption, evenness, rolling resistance

José Luis Peña, [jlpena@asefma.com.es](mailto:jlpena@asefma.com.es)  
Asefma

## 1. Introducción

El diseño de las infraestructuras y su posterior mantenimiento se ha venido realizando mediante criterios económicos y técnicos, estos últimos basados en la durabilidad y en las prestaciones funcionales. Los criterios medioambientales de diseño se restringían normalmente a la evaluación de impactos sobre entornos naturales de especial valor o, en el caso de los mapas de ruido, su impacto sobre las zonas habitadas.

Con la aparición de la sostenibilidad como concepto fundamental en el que se deben basar todas las actividades, se hizo necesario el desarrollo de herramientas que permitiesen realizar esta evaluación con unos niveles de precisión lo suficientemente altos.

El análisis de la sostenibilidad tenía, inicialmente, un marcado carácter medioambiental. Sin embargo, cada vez es más frecuente encontrar estudios que valoran paralelamente aspectos medioambientales y económicos. Para la mayor parte del público no especializado en estos temas, se suele asociar que los criterios económicos y medioambientales transcurren por caminos divergentes, lo que es cierto en algunos casos, pero también nos encontramos áreas de actividad en las que

## Las características superficiales de las carreteras ya no son sólo una cuestión de seguridad y confort

pueden ir perfectamente de la mano, como es el caso de la mayoría de las operaciones de conservación de las carreteras. En la actualidad, los análisis de sostenibilidad ofrecen un enfoque holístico, incluyendo aspectos económicos, sociales y ambientales.

Para llevar a cabo dicha tarea, una de las herramientas más utilizadas son el análisis de ciclo de vida (ACV) y el análisis de coste de ciclo de vida (ACCV). En este caso concreto, el estudio se centra en cómo optimizar el desarrollo de las obras de conservación de las carreteras, teniendo en cuenta incluso la fase de uso de la carretera.

### 2. Análisis de ciclo de vida

El ACV intenta recopilar los impactos potenciales generados por el sistema objeto de análisis. Los impactos tienen un mecanismo ambiental asociado que permite clasificarlos en diversas categorías. No todas ellas son igualmente fáciles de evaluar, siendo la cuantificación el hecho más relevante a la hora de poder tomar decisiones. Como en todo campo científico, la precisión de los datos es crítica para que los sesgos generados en el análisis no invaliden la certidumbre que se pretende conseguir.

La metodología de ACV está bastante desarrollada, existiendo normativa ampliamente consensuada para su aplicación práctica (ISO 14040; ISO 14044). En el caso concreto de la construcción y conservación de carreteras, los primeros trabajos fueron desarrollados en Suecia (Stripple, 2001). El número de trabajos realizados en este campo se ha ido incrementando de forma exponencial, comenzando a ser una metodología utilizada de forma común en muchos trabajos en los que los análisis medioambientales tienen importancia.

No es objeto de este trabajo entrar en detalle sobre el uso de la metodología ACV. Tan sólo recordar que en la mayoría de las publicaciones se suelen incluir como fases del análisis las siguientes: construcción, mantenimiento, uso y fin de vida. En este caso concreto, el análisis medioambiental se basará en las emisiones de gases de efecto invernadero, soslayando otros tipos de impactos (daños a la salud y a los recursos naturales), debido a la falta de datos publicados sobre estos últimos que sean relevantes para evaluar la influencia del estado de conservación de las carreteras sobre la fase de explotación.

Una herramienta complementaria al ACV es el análisis de coste de ciclo de vida (ACCV), que permite comparar, desde un punto de vista económico, diversas alternativas de construcción o mantenimiento de las carreteras. La unión del ACV y ACCV permite realizar una evaluación en profundidad de las diversas alternativas, siendo misión de los gestores de las infraestructuras decidir a qué componente se le presta más prioridad (la medioambiental o la económica) en el caso de que sean contradictorias, hecho que no siempre ocurre.

### 3. Efectos de la regularidad superficial del pavimento

Desde finales de los años 80, en EEUU se comenzaron a publicar diversos trabajos (Papagiannakis et al, 1997) sobre la influencia de la regularidad superficial de los pavimentos en la durabilidad de los mismos, debido a las cargas dinámicas inducidas al paso de los vehículos pesados, principalmente. Por medio de estos estudios, se llegaron a establecer valores límite de la regularidad superficial (Doseung L. et al, 2002), a partir de los cuales el deterioro del pavimento aumentaba de forma exponencial. Estudios como el realizado por la Perra R.W et al (1998) o el del TRB (2001) permitieron generar modelos de evolución de la regularidad superficial.

También se han realizado numerosos estudios que evalúan el coste que tiene, para los usuarios y para los gestores de las carreteras, la deficiente regularidad superficial de los pavimentos (Zhang et al 2010). En EEUU, muchos de estos estudios se entraron en los costes asociados que tenían sobre el mantenimiento de los vehículos. Consideraciones adicionales sobre cómo optimizar el mantenimiento de las carreteras se pueden leer en informes como el elaborado por C-SHRP (1996), en el que se demuestra que carreteras construidas con altos niveles de regularidad superficial tenían menos fisuración y permiten conservar durante más tiempo una buena regularidad superficial (Raymond et al, 2005).

El software HDM-4, ampliamente utilizado para la evaluación de infraestructuras viarias, también contempla la influencia de la regularidad superficial sobre los costes de operación de los usuarios (averías, mantenimiento, consumo de combustible etc). Sin embargo, ha sido a raíz de la popularización del ACV como metodología cuando se ha empezado a estudiar más en detalle el alcance real que puede tener la regularidad superficial.

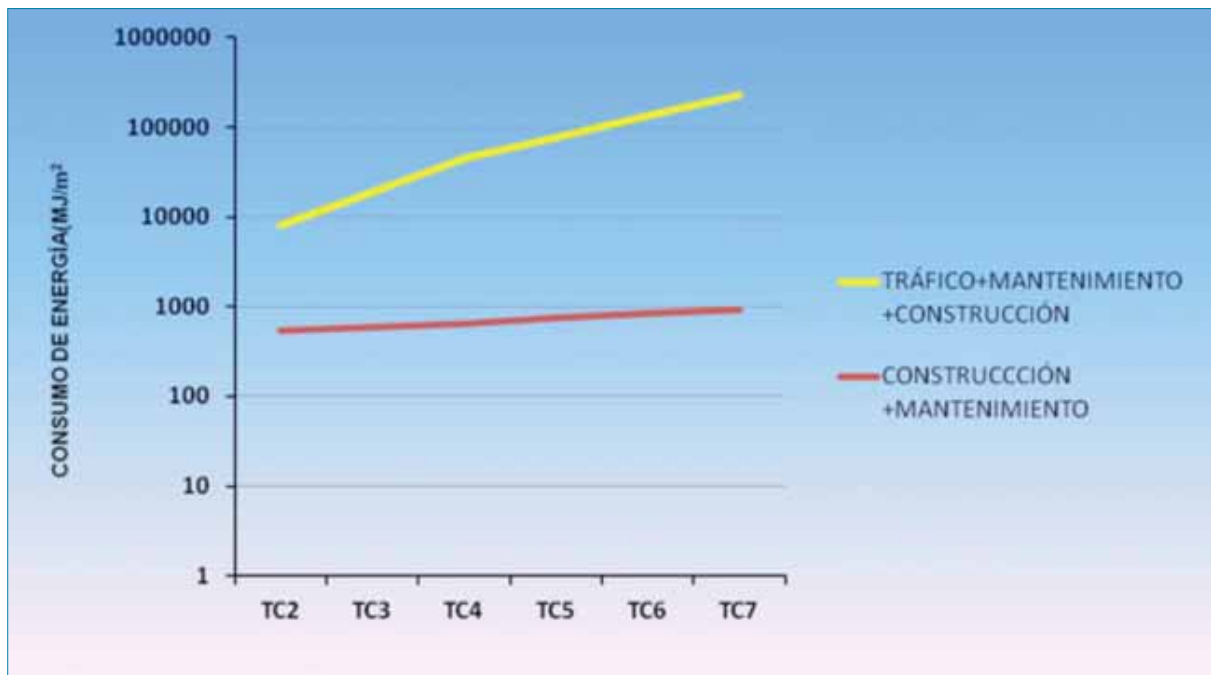


Figura 1. Consumo comparativo de energía de las diversas fases del análisis de ciclo de vida de las carreteras. Fuente Chappat et Bilal (2003)

Chappat y Bilal (2003) ya dan cuenta que la gran importancia relativa que tienen los impactos generados por el tráfico en comparación con los de la construcción y mantenimiento de las carreteras, especialmente en aquellas con intensidades de tráfico elevadas. Los datos del trabajo provienen, mayoritariamente, del trabajo publicado por Stripple (2001), pero el posterior análisis realizado es muy destacable.

Como puede verse en la Figura 1, el consumo energético del tráfico a lo largo del periodo que comprende el estudio (30 años) puede ser más de 100 veces el consumo energético implicado en la construcción y el mantenimiento de la carretera para intensidades de tráfico elevadas. Incluso en el caso de intensidades de tráfico bajas, el factor de proporcionalidad es de unas 10 veces.

Es evidente la gran importancia que tiene el factor tiempo en este tipo de análisis, siendo la durabilidad un requisito básico para favorecer la sostenibilidad. El concepto durabilidad, aplicado a una carretera, puede tener un doble sentido. El primero, y más genérico, atendiendo al tiempo que dicha infraestructura está operativa, independientemente de sus niveles de calidad de servicio. La segunda acepción se refiere a la capacidad de mantener las propiedades iniciales el mayor tiempo posible.

Es precisamente esta segunda acepción la que está presente en los nuevos criterios de diseño de firmes, que tienen como objetivo principal la construcción de pavimentos de larga duración (ELLPAG, 2009), y que se definen como “aquellos en los que, bajo un correcto diseño y construcción, los elementos estructurales duran indefinidamente, supuesto que las máximas cargas aplicadas y las condiciones ambientales no exceden los requisitos del diseño y que se lleva a cabo un adecuado mantenimiento de la capa de rodadura”. En el caso concreto que nos ocupa, la regularidad superficial, ésta puede empeorar debido a factores de diseño y construcción de la capa de rodadura (o incluso de las capas inferiores) o por factores estructurales que generen deformaciones generalizadas en el firme.

Desde un punto de vista de diseño del firme y de los materiales que lo componen, el concepto de pavimento de larga duración encaja perfectamente con las previsiones obtenidas a partir de la metodología de ACV: construir con un objetivo de gran durabilidad es sostenible, tanto desde un punto de vista económico como medioambiental. Asumiendo que el diseño estructural del firme es el adecuado, vamos a centrarnos en las consecuencias derivadas de la regularidad superficial de las capas de rodadura para ver su influencia en los

## Las características superficiales de las carreteras ya no son sólo una cuestión de seguridad y confort

consumos de combustible de los vehículos que transitan sobre las mismas.

### 4. Resistencia a la rodadura y consumo de combustible

De los datos vistos anteriormente, es fácil deducir que el consumo de combustible de los vehículos es el factor más importante en el ACV de carreteras de alta intensidad de tráfico. Por lo tanto, parece imprescindible actuar sobre el mismo de forma sistemática.

En los últimos años se han producido grandes avances en la tecnología de los motores de combustión debidos, en gran medida, a la aplicación de la electrónica. Gracias a estos desarrollos los consumos medios de los vehículos se han reducido sustancialmente. Es posible que si el desarrollo de vehículos eléctricos o híbridos alcance un nivel suficiente, el consumo de combustible vuelva a reducirse drásticamente. En cualquier caso, el consumo de cualquier tipo de combustible o energía que propulse un vehículo vendrá determinado por la resistencia a la rodadura del pavimento.

El análisis del consumo de combustible en función de las características de la capa de rodadura es un trabajo relativamente antiguo. Centrándonos en periodos relativamente recientes, Sandberg (1990) realizó un estudio sobre vehículos ligeros a diversas velocidades sobre pavimentos con variadas características de macrotextura (MPD) y regularidad superficial. Las variaciones de consumo estaban en el rango del 7 al 11%.

Un resumen de los principales trabajos efectuados fue elaborado por EAPA en 2004 bajo el título "Environmental Impacts and Fuel Efficiency of Road Pavements". Muchos de los estudios referenciados adolecían de imprecisión, por lo que si bien los resultados podían considerarse correctos en términos generales, su validez para llevar a cabo estudios de ACV y ACCV era muy limitada, máxime teniendo en cuenta las mejoras introducidas en la eficiencia de los vehículos que enmascaraban otros puntos de mejora de la eficiencia energética como es el caso de la resistencia a la rodadura.

Ha sido a raíz del desarrollo de diversos proyectos europeos como ECRPD (Energy Conservation in Road Pavement Design), TYROSAFE, SILVIA ó MIRIAM cuando se han comenzado a dar pasos precisos en el estudio de la correlación de las características superficiales de la carretera y la resistencia a la rodadura del vehículo.

Hammarström et al (2009), en el proyecto ECRPD, publicaron un detallado trabajo basado en el método de mediciones de vehículos en punto muerto. De dicho trabajo es especialmente destacable el análisis estadístico de los datos. Al igual que en trabajos anteriores, se confirma que el factor determinante es la regularidad superficial, aunque la macrotextura también tiene una importancia relativa. Ya dentro del proyecto MIRIAM, Hammarström et al (2012), se amplió el estudio de la modelización de la resistencia a la rodadura en diversos tipos de vehículos.

Otro de los trabajos más significativos es el de Chatti K. (2012). Este informe fue realizado para calibrar el modelo físico incluido en el software HDM-4. Como conclusiones más importantes podría destacarse que un aumento de 1 m/km en el IRI genera un incremento de combustible del 2% para vehículos ligeros, independientemente de la velocidad, mientras que en el caso de vehículos pesados la velocidad sí influye.

Los datos más recientes provienen del proyecto MIRIAM, en el que están involucrados laboratorios de Europa y EEUU. Karlsson et al (2012) han realizado un interesante trabajo analizando el impacto energético de la resistencia a la rodadura. En él se indica que la resistencia a la rodadura disminuye con la velocidad y que es más importante para vehículos pesados. Una consideración interesante para los gestores de carreteras es que el ahorro de combustible asociado a la resistencia a la rodadura tan solo tiene sentido cuando los vehículos aceleran o van a velocidad constante; es decir, en zonas de frenada o de bajada no hay ninguna influencia. Un aspecto especialmente importante del proyecto MIRIAM es el estudio comparativo de diversos equipos de medida de la resistencia a la rodadura. Del éxito de estas medidas depende en gran parte la validación de los diversos modelos que son la base de los cálculos de ahorro energético.

Una recopilación del estado del arte de los métodos de medición de la resistencia a la rodadura junto con un análisis crítico se puede encontrar en el trabajo de Sandberg (2011).

### 5. Análisis de la sostenibilidad de las obras de conservación de carreteras

Es evidente que a la luz de los datos disponibles es posible comparar los impactos generados por las características superficiales de un pavimento. En caso del encontrarse lejos

del óptimo, podemos proceder a realizar una obra de conservación del pavimento. Pero, ¿cuál es el nivel de retorno esperado de dicha actuación?

Un magnífico ejemplo de cómo llevar a cabo esta evaluación es el trabajo de Wang T. et al (2012) realizado por el Pavement Research Center de la Universidad de California. En este informe se analizan los impactos medioambientales (consumo de energía y emisiones de CO2) para diversos pavimentos (hormigón y asfalto) e intensidades de tráfico, comparando el resultado de realizar una actuación de conservación del pavimento frente a no hacer nada. Los resultados concuerdan con los estudios de Chappat (2003). En las carreteras de alta intensidad de tráfico, la energía consumida durante la fase de uso es de 7 a 11 veces superior a la energía consumida en el mantenimiento, obteniéndose el retorno de la "inversión", en términos de impacto medioambiental, en poco más de un año. Lo más importante del trabajo es que disponen de las herramientas para modelizar los deterioros y poder, por tanto, predecir cuál es la actuación más ventajosa.

## 6. Aplicación al caso español

El siguiente paso es verificar si las estimaciones realizadas en otros países tienen aplicación en el caso de la red de carreteras de España. En primer lugar, para centrar el campo de actuación y a la luz de los datos de otros países, el caso de retorno más evidente se produce en carreteras de alta intensidad de tráfico, por lo que se van a tomar como elementos del análisis tanto las autopistas de peaje, las autopistas libres y las autovías de la red a cargo del Estado.

Según los datos publicados por el Ministerio de Fomento (Mapa de Tráfico 2011), la red de carreteras del Estado incluía 2537 km de autopistas de peaje, 8243 km de autopistas libres y autovías y 588 km de carreteras de doble calzada. A partir de los datos del Mapa de Tráfico 2011 del Ministerio de Fomento se han recopilado los correspondientes a las carreteras con mayor intensidad de tráfico (Tabla 1).

Como resumen, la red de carreteras de Estado tiene más de 4500 km con IMD igual o superior a 20000 vehículos al día. A esta cantidad había que añadir las carreteras dependientes de las comunidades autónomas, que no han sido evaluadas en este trabajo. Por lo tanto, el potencial campo de actuación puede considerarse realmente relevante.

Para poder evaluar el impacto comparativo entre realizar obras que afecten a la regularidad superficial del pavimento y no efectuar ninguna actuación, se ha partido de las siguientes hipótesis de trabajo:

- La unidad de comparación es 1 km de longitud de calzada.
- El periodo de análisis es de 1 año.
- La actuación de reasfaltado se haría en todo el ancho de la calzada. Se ha tomado como ejemplo típico una sección con dos calzadas (22 m), lo que sitúa las estimaciones en la posición más desfavorable.
- El espesor medio a aplicar de mezclas bituminosas se ha estimado en 4 cm. Con los medios técnicos disponibles es factible realizar esta operación con un menor espesor, pero en aras de un criterio de prudencia el exceso de espesor se podría aplicar a la reparación en profundidad de zonas con ligeros daños estructurales.
- El ahorro en consumo de combustible se ha estimado en un 1,5%, que estaría en el rango bajo de las referencias

Tabla 1. Longitud de las carreteras estatales en España según IMD.

Rango de IMD	Longitud (km)
20.000 a 24.999	1.483
25.000 a 29.999	766
30.000 a 39.999	878
40.000 a 49.999	448
50.000 a 59.999	278
60.000 a 69.999	278
70.000 a 79.999	95
80.000 a 89.999	68
90.000 a 99.999	56
100.000 a 109.999	57
110.000 a 119.999	89
> 120.000	169

## Las características superficiales de las carreteras ya no son sólo una cuestión de seguridad y confort

bibliográficas más conservadoras (Wang T. et al 2012). En la reducción de combustible se ha incorporado el efecto de la regularidad superficial y de la macrotextura.

- La huella de carbono de las mezclas bituminosas se ha estimado en 65 kg/CO<sub>2</sub>, que correspondería a una mezcla tipo BBTM fabricada con BMP y áridos poco pulimentables.
- El consumo medio de combustible de los vehículos se ha estimado en 6 l/100 km a partir de datos del IDAE (2013). Los datos vuelven a ser prudentes, ya que se trata de vehículos nuevos y no se ha tenido en cuenta el consumo de los vehículos industriales.
- Precio medio del combustible 1,37 €/l (fuente [www.petromercado.com](http://www.petromercado.com))
- Precio de la mezcla asfáltica (puesta en obra): 70 €/t

Otras consideraciones que no se han tenido en cuenta en el estudio han sido las siguientes:

- Coste e impactos del fresado en las zonas donde fuese necesario (no se ha estudiado la alternativa de fresar únicamente el carril de vehículos lentos, que suele tener unas condiciones de rodadura muy inferiores).
- Coste e impactos de la pintura.
- Impacto positivo procedente de la generación de fresado que puede ser utilizado en otras obras (debido a las limitaciones normativas, no se ha considerado el uso de RAP en las formulaciones de las mezclas asfálticas para capas de rodadura). Tampoco se ha tenido en cuenta el impacto económico positivo generado por la recogida del fresado.
- La volatilidad en el precio del petróleo afectaría al coste de la mezcla asfáltica pero se compensaría en igual medida en el coste del combustible.

Partiendo de los datos anteriores, se ha procedido a calcular el impacto económico y la huella de carbono generada por dos opciones: no realizar ninguna actuación sobre el pavimento y la aplicación de una capa de rodadura nueva que permita mejorar la regularidad superficial (IRI) y optimizando la macrotextura. En el caso de la huella de carbono, se compara el efecto generado por la realización de la obra frente a la reducción de emisiones causada por el ahorro de combustible, mientras que en el estudio económico se compara el coste de la obra frente al ahorro generado a los usuarios

por el menor consumo de combustible de sus vehículos. Estudiando ambas opciones se ha procedido a calcular el tiempo (medido en años) necesario para compensar la huella de carbono generada por la obra y su coste asociado mediante el ahorro de combustible de los vehículos que transitan.

En términos medioambientales, utilizando la huella de carbono como criterio de comparación, la actuación sobre la calzada para optimizar la macrotextura y la regularidad superficial tendría un retorno como el mostrado en la Figura 2.

Podemos ver, que para IMD del orden de 70000 vehículos/día, en dos años se recuperaría el impacto de la huella de carbono.

Desde un punto de vista económico los resultados obtenidos se muestran en la Figura 3.

El análisis económico se ha simplificado, no teniendo en cuenta los retornos generados por la inversión en obra pública, pero tampoco se ha tenido en cuenta la merma en recaudación que generaría la menor recaudación tributaria al disminuir el consumo de combustible. En cualquier caso, para altas intensidades de tráfico las cifras mostradas indican que los periodos de retorno de la inversión son moderadamente aceptables.

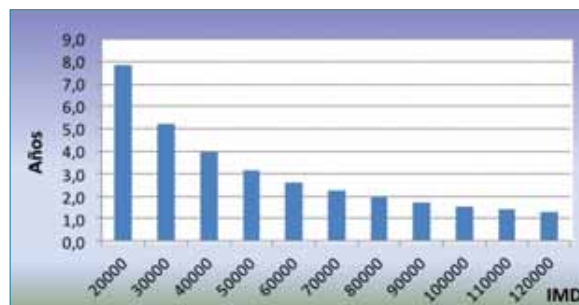


Figura 2. Tiempo necesario para compensar el impacto generado en la huella de carbono por las obras de pavimentación.

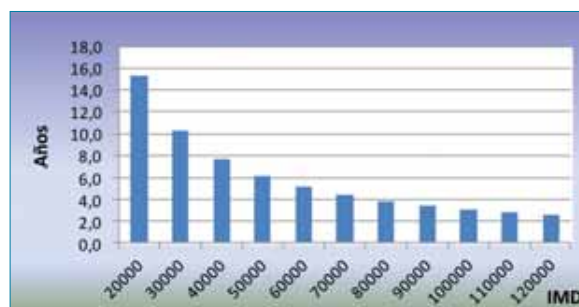


Figura 3. Tiempo necesario para recuperar la inversión de las obras de pavimentación.



El objetivo de esta evaluación simplificada es demostrar que vale la pena hacer un análisis pormenorizado desde el punto de vista ambiental y económico teniendo en cuenta la calidad de la rodadura sobre las carreteras y no tan solo su capacidad estructural. Un estudio más pormenorizado podría incluir detalles específicos como: zonas de rodadura que no afectan al consumo (pendientes de bajada), optimización de las zonas a actuar (carriles más deteriorados), optimización de los espesores de mezcla asfáltica mediante el uso de áridos de pequeño tamaño, unidades de obra menores, ahorros generados en el mantenimiento de los vehículos etc.

Otras consideraciones relativas a la efectividad de estas actuaciones están relacionadas con la influencia que tiene el comportamiento estructural del firme. Parece evidente que conseguir mantener la regularidad superficial es un objetivo muy "rentable", por lo que la calidad de la construcción, o de las actuaciones de rehabilitación que se hagan en el futuro, deberían tener en cuenta la durabilidad. Igualmente, la regularidad superficial mejora sustancialmente la durabilidad de los firmes en cuanto a capacidad estructural ya que elimina los puntos de sobrecarga del firme causados por los vehículos pesados tras el paso de una irregularidad del pavimento.

### *7. Optimización de las propiedades de la capa de rodadura*

Centrándonos en la superficie de rodadura, desde un punto de vista físico, cuanto más lisa fuese la misma, menor sería el esfuerzo necesario para hacer rodar los neumáticos. En términos prácticos, una superficie extremadamente pulimentada generaría problemas de seguridad vial, especialmente en condiciones de lluvia, razón por la que en el diseño de las capas de rodadura se exigen especificaciones de macrotextura y resistencia al deslizamiento. La mayoría de los estudios citados en apartados anteriores incluyen la macrotextura como un elemento que contribuye a aumentar la resistencia a la rodadura y, por lo tanto, incrementar el consumo de combustible. Sin embargo, un cierto nivel de macrotextura es necesario para incrementar la adherencia vehículo-pavimento en condiciones de lluvia. Por lo tanto, parece lógico que hay que conseguir un punto de equilibrio en las especificaciones de macrotextura de los pavimentos.

En diversos países europeos, se está prestando un especial interés al estudio del diseño y comportamiento de mezclas bituminosas con áridos de pequeño tamaño (proyecto OPTHINAL). El motivo de este interés está relacionado con el buen comportamiento que tienen desde el punto de vista de resistencia al deslizamiento unido a una baja generación de ruido.

De forma intuitiva podría parecer que el uso de áridos más gruesos en una mezcla bituminosa debe generar necesariamente una mayor resistencia al deslizamiento. La experiencia recabada en Francia con mezclas BBTM (Brosseaud et al. 2006) muestra la tendencia opuesta: al reducir el tamaño máximo del árido en la mezcla, la resistencia al deslizamiento se incrementa (Figura 4).

La posible explicación de este efecto es que las mezclas con menor tamaño de árido tienen una mayor área de contacto efectiva con el neumático, aumentando la resistencia al deslizamiento. Puesto que la macrotextura de una mezcla es necesaria para conseguir evacuar el agua superficial y mejorar de esta forma el agarre del neumático al pavimento y que las mezclas discontinuas con áridos de mayor tamaño suelen tener mayor macrotextura, lo que es perjudicial para la facilidad de rodadura del neumático, parece lógico que exista un punto de equilibrio entre ambos requisitos antagonistas. Así, sería necesario determinar la macrotextura mínima que se debe requerir a las mezclas bituminosas fabricadas con áridos de pequeño tamaño para que pudiesen optimizar simultáneamente la resistencia a la rodadura y la resistencia al deslizamiento. Desde un punto de vista económico y ambiental, la disminución del tamaño nominal del árido de las mezclas permite reducir sustancialmente el espesor de mezcla bituminosa a aplicar.

Actualmente se dispone de la tecnología y experiencia adecuada para diseñar mezclas en las que se puede optimizar el contenido de huecos (que controla la macrotextura) mediante el uso de ligantes de altas prestaciones que generan, además, mezclas con alta resistencia a la disgregación superficial, tal vez el mayor problema que deben afrontar las mezclas empleadas en capas de rodadura de carreteras con alta intensidad de tráfico.

Las normas UNE EN 13108 permiten tener en cuenta la mayor parte de estas consideraciones, por lo que sería interesante realizar pruebas a escala real que permitiesen la verificación y aplicación al caso español.

## Las características superficiales de las carreteras ya no son sólo una cuestión de seguridad y confort

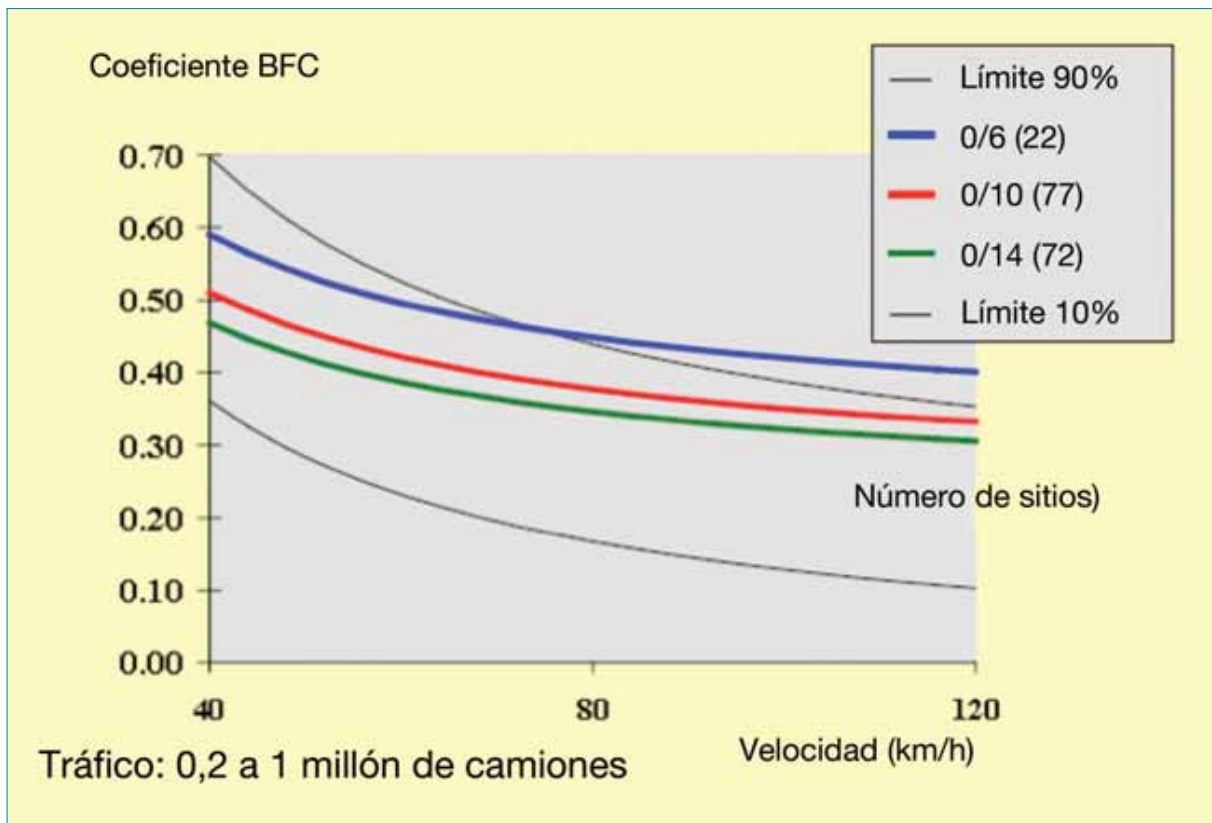


Figura 4. Influencia del tamaño nominal de árido de las mezclas asfálticas en la resistencia al deslizamiento.

### 9. Conclusiones

La conservación de los pavimentos se realiza actualmente teniendo en cuenta criterios que no consideran los impactos económicos y ambientales que el tráfico genera. Hasta hace poco, resultaba extremadamente difícil cuantificar estos impactos para poder compararlos con los generados por la realización de obras de conservación. Sin embargo, los numerosos estudios de ACV y ACCV que se están publicando proporcionan datos suficientes para poder abordar estos estudios con fiabilidad.

Las diversas experiencias internacionales existentes demuestran que la calidad de la rodadura de los pavimentos es un elemento muy destacado en los impactos generados por el tráfico de vehículo. Tanto la macrotextura como la regularidad superficial son los parámetros de control que permiten optimizar la resistencia a la rodadura de los vehículos.

Utilizando datos del mercado español, los periodos resultantes de retorno ambiental y económico son bastante cortos para las carreteras con alta intensidad de tráfico, por

lo que la conservación de las mismas debería hacerse teniendo en cuenta la resistencia a la rodadura que ofrece el pavimento.

Se debe evaluar cuál es el óptimo entre tamaño de árido, macrotextura y resistencia al deslizamiento para las mezclas recogidas en la normativa española, ya que así se podría mejorar la sostenibilidad de las carreteras aumentando, al mismo tiempo, la seguridad y el confort para los usuarios.

### 10. Bibliografía

- Brosseau, Y., Anfosso-Lédée F.: "French experiences with noise reducing thin layers". Technical Conference the Potential of Different Road Surface Designs in Road Traffic Noise Reduction. Madrid 2-3 October 2006.
- Buncher M. et al. "Perpetual Bituminous Pavements." Transportation Research Circular, number 503, December, (December 2001).
- Canadian Strategic Highway Research Program (C-SHRP) "Summary of Pavement Smoothness Specifications in Ca-

- nada and Around the World" Technical Brief 16, Canadian Strategic Highway Research Program, www.cshrp.org , Ottawa, Canada, 1999.
- Chappat L., Bilal J. "The environmental road of the future, life cycle analysis". 2003
  - Chatti K., Zaabar I.. "Estimating the Effects of Pavement Condition on Vehicle Operating Costs"- NCHRP report 720.TRB 2012.
  - Doseung, L. et al. "New pavement roughness thresholds to reduce dynamic truck loading". 7th International Symposium on Heavy Vehicle Weights & Dimensions Delft. The Netherlands. June 16 - 20.2002
  - EAPA. "Environmental Impacts and Fuel Efficiency of Road Pavements". 2004
  - ELLPAG Phase 1 and 2 reports. FEHRL 2009
  - Hammarström U., Eriksson J., Karlsson R., y Yahya M.: "Rolling resistance model, fuel consumption model and the traffic energy saving potential from changed road surface conditions". VTI rapport 748A. 2012
  - Hammarström, U., Karlsson R. y Sörensen, H.: "Road surface effects on rolling resistance – coastdown measurements with uncertainty analysis in focus. Deliverable D5(a) 2009.
  - Karlsson R., Carlson A., y Dolk E.: "Energy use generated by traffic and pavement maintenance. Decision support for optimization of low rolling resistance maintenance treatments". VTI notat 36A–2012
  - Mapa de tráfico 2011. Principales resultados provinciales y nacionales del tráfico registrado en la RCE. Ministerio de Fomento
  - National Asphalt Paving Association." Pavement Smoothness". Information Series 111, Lanhan, Maryland, 1996.
  - OPTHINAL. Optimization of Thin Asphalt Layers. Danish Road Directorate. 2011
  - Papagiannakis et al. "Impact of roughnes-induced dynamic load on flexible pavement performance" . 1997 . Transport Research Report paper.
  - Perera R.W., Byrum C, Kohn S.D."Investigation of development of pavement roughness". FHWA report RD 97-147.1998.
  - Raymond C.M. et al "Analysis of Influences on As-Built Pavement Roughness in Asphalt Overlays". FHWA Publication Number: FHWA-RD-03-049 November 2005.
  - Sandberg U.: "Rolling Resistance – Basic Information and State-of-the-Art on Measurement methods". Report MIRIAM\_SP1\_01.2011
  - Sandberg, Ulf S. I.: "Road Macro- and Megatexture Influence on Fuel Consumption". ASTM STP 1031 page 460-479, USA 1990
  - Stripple H.: "Life cycle assessment of Road. A pilot study for inventory analysis. Second revised edition". IVL Swedish Environmental Research Institute. 2001.
  - Wang T., Lee S., Harvey A., Kendal A., Lee E.B. y Kim C.: " UCPRC life cycle assessment methodology and initial case studies on energy consumption and GHG emissions for pavement preservation treatments with different rolling resistance". University of California research report UCPRC-RR-2012-02.
  - Zhang, H., Keoleian, G., Lepech, M., and Kendall, A. (2010). "Life-Cycle Optimization of Pavement Overlay Systems." J. Infrastruct. Syst., 16(4), 310–322.
  - Guía de vehículos turismo de venta en España, con indicación de consumos y emisiones de CO2. IDAE. 12ª edición. 2013 (<http://www.idae.es/Coches/PDF/GuiaFinalN.pdf>)
  - Precio actualizado de combustibles (<http://petromercado.com/precio-actualizado-combustibles.html>)

# Nuevas mezclas SMA

Durables y sostenibles

inside

VIATOP®

RETENMAIER 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 • info@jrsiberica.com

[www.sma-viatop.com](http://www.sma-viatop.com)

# Métodos de ensayo. UNE-EN 12697-34:2013. Ensayo Marshall

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

Determinación de la estabilidad, la deformación y el cociente Marshall de probetas cilíndricas de mezclas bituminosas tipo AC (UNE-EN 13108-1) o HRA (UNE-EN 13108-4) compactadas con el equipo de impacto (UNE-EN 12697-30).

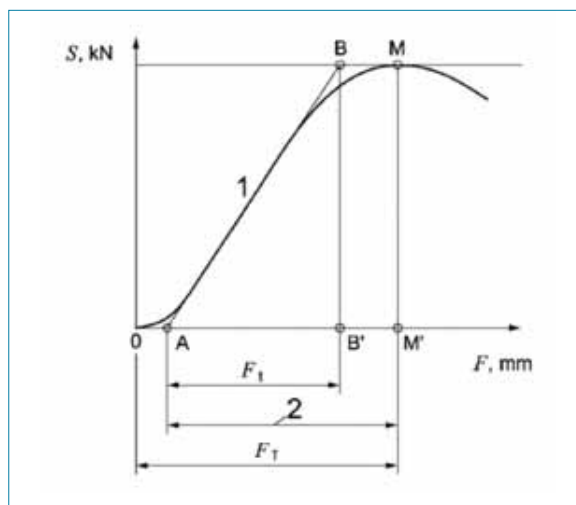
## 2. Método operativo

Se fabrica una serie de cuatro probetas con el compactador de impacto, aplicando una energía de 50 golpes por cada cara. La última revisión permite seleccionar otras energías, 35 golpes/cara para tráfico ligero o 75 golpes/cara para tráfico pesado.

Una vez frías a temperatura ambiente, se desmoldan y se determina la densidad aparente (UNE-EN 12697-6) y la altura de cada probeta (UNE-EN 12697-29), introduciéndolas posteriormente en un baño de agua a una temperatura de  $60 \pm 1$  °C durante un tiempo entre 40 y 60 minutos. Transcurrido ese período, se extrae la probeta del baño, se introduce en el centro de la mordaza y se aplica la carga a una velocidad de  $50 \pm 2$  mm/min, hasta alcanzar la lectura máxima de resistencia. El ensayo de rotura se debe realizar en un tiempo comprendido entre 4 y 32 horas después de desmoldarlas.

Para probetas con alturas diferentes a 63,5 mm, se corrige el valor de la estabilidad aplicando el factor de corrección por altura o volumen, obteniendo poca precisión en los ensayos realizados con probetas cuya altura no esté comprendida entre 60,5 y 66,5 mm.

Se registran gráficamente las curvas de rotura y se determinan los siguientes datos:



S = Estabilidad, en 0,1 kN

F = Deformación, en 0,1 mm.

Ft = Deformación tangencial, en 0,1 mm

FT = Deformación total, en 0,1 mm.

S/F = Cociente Marshall, en 0,1kN/mm

## 3. Equipamiento

Se precisa una prensa de rotura de probetas, de clase 2 o superior, con control de la velocidad de deformación a  $50 \pm 2$  mm/min y una capacidad de 28 kN, debiendo disponer de un registro gráfico para evaluar la curva de la fuerza frente a la deformación y realizar los cálculos posteriores.

Otros equipos: baño de agua, una estufa, un termómetro y una mordaza con las dimensiones normalizadas.

## 4. Puntos críticos

En el campo de aplicación se limita este ensayo para los tipos de mezclas AC y HRA, dejando fuera las mezclas tipo SMA o BBTM, que se utilizan de forma generalizada como capas de rodadura en carreteras y aeropuertos.

## Métodos de ensayo. UNE-EN 12697-34:2013. Ensayo Marshall



En los informes de los ensayos deben incluirse los tres valores de la deformación: F, Ft y FT, para lo cual es necesario disponer de un registro gráfico de las roturas. Al realizar el ensayo en prensas sin registro gráfico este dato puede originar confusiones al no ser posible realizar los ajustes de medida.

Las probetas se compactan con el equipo de impacto con 50 golpes por cada cara, permitiendo en la última revisión de la norma compactar probetas con 35 y 75 golpes por cada cara según el tipo de tráfico previsto (ligero o pesado), lo cual debe ser tenido en cuenta en las especificaciones.

Las mordazas de rotura deben cumplir las dimensiones señaladas en la norma, ya que en caso contrario pueden existir variaciones importantes en los resultados del ensayo.

### 5. Comentarios

El ensayo Marshall ha sido utilizado como método de diseño y control de calidad durante muchos años en España, y en la actualidad en numerosos países de todo el mundo. Es un procedimiento sencillo y con buena reproducibilidad, que permite obtener información sobre el comportamiento de la mezcla.

Con motivo de la aparición de las normas de producto para el mercado CE, se ha eliminado su obligatoriedad y las especificaciones del Pliego General PG-3 (Artículos 542 y 543), excepto para las mezclas fabricadas para los aeropuertos, lo que ha provocado su desuso generalizado.

### 6. Bibliografía

- UNE-EN 13108-1. Especificaciones de materiales. Mezclas tipo AC.

- UNE-EN 13108-4. Especificaciones de materiales. Mezclas tipo HRA.
- UNE-EN 12697-6. Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas.
- UNE-EN 12697-29. Determinación de las dimensiones de las probetas bituminosas.
- UNE-EN 12697-30. Compactación por impacto.
- UNE-EN 12697-34. Ensayo Marshall.
- UNE-EN 12697-35. Mezclado en laboratorio.

*Durante muchos años, el ensayo Marshall se ha utilizado como método de referencia para el estudio y control de calidad de las mezclas bituminosas. Con la aparición de la normativa europea de mezclas bituminosas (normas 13108) y el marcado CE, se ha eliminado su obligatoriedad y especificaciones, excepto para las mezclas empleadas en los aeropuertos.*

# Últimas actualizaciones en legislación, normativa y otras disposiciones

En esta sección se listarán, con periodicidad trimestral, la actualización de la legislación y otras disposiciones así como las normas UNE EN y los proyectos de normas, que se vayan publicando para diferentes materiales y comportamiento relacionados con las mezclas bituminosas. En esta entrega se recoge el listado de normas que se encuentran como proyecto de norma así como las publicadas en el periodo desde el 21 de mayo hasta 1 de septiembre de 2013.

## Sección Normativa

NORMAS DE ÁRIDOS	
Proyecto norma	Título
PNE-prEN 933-6	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 6: Evaluación de las características superficiales. Coeficiente de flujo de los áridos
PNE-FprA1EN 933-9	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno
PNE-EN 1097-11 (*)	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 11: Determinación de la comprensibilidad y la resistencia a compresión confinada de los áridos ligeros
PNE-EN 1097-6(*)	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua
PNE-EN 13043 (*)	Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas
PNE-EN 13179-1 (*)	Ensayos de áridos fillers empleados en las mezclas bituminosas. Parte 1: Ensayo del anillo y bola
PNE-EN 13242 (*)	Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerantes hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes
PNE-EN 16236 (*)	Evaluación de la conformidad de los áridos

NORMAS DE LIGANTES BITUMINOSOS	
Proyecto norma	Título
PNE-EN 1429 (*)	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del residuo por tamizado de las emulsiones bituminosas, y determinación de la estabilidad al almacenamiento por tamizado
PNE-prEN 12592	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la solubilidad
PNE-prEN 12594	Betunes y ligantes bituminosos. Preparación de las muestras de ensayo
PNE-prEN 12595	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la viscosidad cinemática
PNE-prEN 12596	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la viscosidad dinámica por viscosímetro capilar al vacío
PNE-prEN 12597	Betunes y ligantes bituminosos. Terminología
PNE-prEN 12607-1	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia al endurecimiento por efecto del calor y del aire. Parte 1: Método RTFOT (película fina rotatoria)
PNE-prEN 12607-2	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia al endurecimiento por efecto del calor y del aire. Parte 2: Método TFOT (película fina)
PNE-prEN 12607-3	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia al endurecimiento por efecto del calor y del aire. Parte 3: Método RFT (rotavapor)
PNE-EN 13808 (*)	Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de las emulsiones bituminosas catiónicas

NORMAS DE LIGANTES BITUMINOSOS (CONTINUACIÓN)	
Proyecto norma	Título
PNE-prEN 13924-1	Betunes y ligantes bituminosos. Marco para la especificación de los betunes especiales. Parte 1: Ligantes bituminosos de grado duro
PNE-prEN 13924-2	Betunes y ligantes bituminosos. Marco para la especificación de los betunes especiales. Parte 2: Ligantes bituminosos multigrado
PNE-EN 15322	Betunes y ligantes bituminosos. Marco para la especificación de los ligantes bituminosos fluidificados y fluxados
PNE-FprCEN/TS 16346	Ligantes bituminosos. Determinación del comportamiento de ruptura y la adhesividad inmediata de las emulsiones bituminosas catiónicas con un árido de 2/4 mm
PNE 51603	Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de las emulsiones aniónicas

NORMAS DE MEZCLAS BITUMINOSAS		
Norma	Título	Anula
UNE-EN 12697-42:2013	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 42: Cantidad de materias extrañas en asfalto reciclado	UNE EN 12697-42:2006
Proyecto norma	Título	
PNE-EN 12697-3 (*)	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 3: Recuperación de betún. Evaporador rotatorio	
PNE-prEN 12697-43	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 43: Resistencia a los combustibles	
PNE-prEN 12697-49	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 49: Determinación del rozamiento tras el pulido	
PNE-prEN 16333	Lechadas bituminosas. Especificaciones para aeropuertos	
PNE-prEN 12697-41	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 41: Resistencia a los fluidos de deshielo	

(\*) Normas que se encuentran ya aprobadas pero pendientes de traducción en España

### Comentario

En esta última revisión se incluye un proyecto de norma PNE 51603 sobre especificaciones de emulsiones aniónicas. Norma desarrollada en España para este tipo de emulsiones no contempladas en el Mercado CE



# Reglamento Europeo de Productos de Construcción

A partir del 1 de julio de 2013 entró en vigor el nuevo Reglamento de Productos de la Construcción nº 305/2011 que sustituye a la Directiva 89/106/CE que a partir de entonces queda derogada.

**Lucía Miranda Pérez**, [lucia.miranda@composan.com](mailto:lucia.miranda@composan.com)  
Composan Industrial y Tecnología

La entrada en vigor del nuevo reglamento, ya se presentó el pasado 9 de abril en una jornada técnica organizada por Asefma con el objetivo de explicar todos los cambios que afectan y que son necesarios a tener en cuenta para actualizar toda la documentación solicitada sobre los requisitos de Marcado CE de productos de la construcción.

En el documento del nuevo reglamento, aunque lo indicado no implica la realización de cambios drásticos, si introduce una serie de modificaciones con respecto a lo que describía la Directiva, que son necesarios tener en cuenta para cumplir con los requisitos reglamentarios.

Los cambios que introduce, afecta a todas las partes que intervienen en el Mercado CE por ello, a continuación se indican las consideraciones que deberán tener en cuenta, cada uno de los implicados.

## Normativa

Siguen manteniéndose las normas armonizadas que se aprobaron con la Directiva, que serán comunes para todos los países de la Unión Europea, y que son específicas para cada uno de los productos de construcción, en las que se definen las características a solicitar.

Las normas armonizadas no obstante, irán modificando su anexo ZA para incluir aquellos términos nuevos del Reglamento. Para ello la Comisión ha acordado que estos anexos se irán actualizando en las siguientes actuaciones:

- Cuando se produzca la revisión de la norma según los tiempos establecidos
- Cuando se emita un adendum o modificación de algún aspecto de la norma

- Cuando se decida emitir alguna información específica en el anexo ZA.

Aunque las normas armonizadas no dispongan del anexo ZA actualizado, al entrar en vigor el Reglamento el 1 de julio de 2013, no eximirá el cumplimiento de los requisitos.

Por otro lado, para aquellos productos que no disponen de una norma armonizada, se ha definido una sistemática y un proceso que permite la redacción y aprobación de documentos, semejante a las guías DITE que se indicaban en la Directiva, desapareciendo lo que en la Directiva se referenciaba como "productos innovadores" o "productos no tradicionales".

La nueva sistemática que se establece en el Reglamento para la redacción de las conocidas como DITES de la Directiva, se articula del siguiente modo:

- Se definen tres nuevos elementos:
  - DEE: Documento de Evaluación Europea
  - ETE: Evaluación Técnica Europea
  - OET: Organismo de Evaluación Técnica
- Cuando un fabricante dispone de un producto nuevo del que no se dispone de normativa y que considera de interés su posible normalización, puede emitir un "Documento de Evaluación Europea", en el que describa las características de su producto. Este proceso es voluntario y no está obligado a la obtención del Mercado CE siendo decisión del fabricante.
- El "Organismo de Evaluación Técnica" (OET), que será notificado por la Comisión en cada uno de los países miembros, será el encargado de recibir y evaluar las peticiones aportadas por parte del fabricante de los nuevos productos, a través de un DEE. Para ello, y una vez recibida la solicitud, debe comprobar si se dispone de algún documento que incluya características semejantes a las descritas. Se basará en

## Secciones fijas

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES PARA PRODUCTOS CUBIERTOS POR UNA NORMA ARMONIZADA

NT (Ref. de la Declaración de prestaciones): \_\_\_\_\_

1. Código de identificación único del producto: \_\_\_\_\_

2. Tipo, lote o número de serie o cualquier otro elemento que permita la identificación del producto: \_\_\_\_\_

3. Uso o usos previstos (con arreglo a la especificación técnica armonizada aplicable): \_\_\_\_\_

4. Nombre, marca registrada y dirección de contacto del fabricante: \_\_\_\_\_

5. En su caso, nombre y dirección de contacto del representante autorizado: \_\_\_\_\_

6. Sistema o sistemas de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones: \_\_\_\_\_

7. Identificación y tareas del organismo notificado:

7.1 Nombre del organismo notificado: \_\_\_\_\_

7.2 Número de identificación del organismo notificado: \_\_\_\_\_

7.3 Descripción de la tarea realizada por el organismo notificado: \_\_\_\_\_

7.4 Sistema de evaluación de las prestaciones: \_\_\_\_\_

7.5 Documento emitido (certificado de constancia de prestaciones, certificado de conformidad del control de producción en fábrica, informes de ensayo o cálculo —según corresponda): \_\_\_\_\_

Características esenciales (ver nota 2)	Prestaciones (ver nota 2)	Especificaciones técnicas armonizadas (ver nota 3)

9. Las prestaciones del producto identificado en los puntos 1 y 2 son conformes con las prestaciones declaradas en el punto 8.  
La presente declaración de prestaciones se emite bajo la sola responsabilidad del fabricante identificado en el punto 4.  
Firmado por y en nombre del fabricante por: \_\_\_\_\_  
(nombre, cargo)  
(lugar y fecha de emisión) (firma)

Figura 1: Modelo de declaración de prestaciones para un producto con norma armonizada.

esta búsqueda en las DITES que se hayan presentado cuando estaba vigente la Directiva. Si no existe ninguna información, se procederá a emitir una “Evaluación Técnica Europea” (ETE) del producto y los usos solicitados. Finalmente el OET tomará la decisión sobre el nuevo producto y se podrá emitir una declaración de sus características.

Este proceso es voluntario, y podrán existir en el mercado el mismo producto de diferentes fabricantes con o sin el Mercado CE.

En España uno de los organismos designados por la Comisión Europea como “Organismo de Evaluación Técnica” es el Instituto Eduardo Torroja.

La vía de la redacción de un Documento de Evaluación Europea (DEE), supone unas tareas y costes mayores que la vía de las normas armonizadas. No obstante el Reglamento prevé paulatinamente que los DEE pasen a convertirse en normas armonizadas.

### Fabricante

Al igual que se indicaba en la Directiva, sigue siendo el máximo responsable del Mercado CE en cuanto al control de producción de los productos que fabrica.

La sistemática de control es la misma y los cambios introducidos afectan principalmente a la documentación que debe disponer como evidencia de las características declaradas sobre el producto. Se modifica también el propósito del Marcado CE, ya que desaparece el concepto de “idoneidad al uso” pasando a denominarse “constancia de las prestaciones”. Estos cambios se traducen en sustituir la Declaración de Conformidad por una Declaración de Prestaciones según el uso previsto del producto.

Para asegurar este cumplimiento, el fabricante deberá disponer de toda la documentación técnica que se haya generado en el proceso de producción, y que permita demostrar las prestaciones del producto en relación con sus características esenciales, y a partir de aquí obtener el Mercado CE.

Con toda la información técnica disponible sobre el producto y su proceso de fabricación, se elaborará el documento de Declaración de Prestaciones según el modelo adjunto (Figura 1).

El fabricante que disponga del Mercado CE según los requisitos de la Directiva, no deberá proceder a realizar nuevamente los ensayos, o solicitar los nuevos certificados, al Organismo Notificado hasta que no coincida la fecha prevista de su renovación. Sólo será necesario proceder a realizar nuevamente los ensayos, si se han producido cambios en la norma armonizada o si las modificaciones de los métodos de evaluación pudieran dar lugar a cambios significativos en las prestaciones declaradas.

Respecto a la documentación técnica, se define un periodo de 10 años para su conservación. No será entregada al cliente, y solamente estará disponible para la Administración o las Autoridades de Vigilancia de Mercado.

También el Reglamento indica que quedarán excluidos de emitir dicha declaración y por tanto del Mercado CE, para los siguientes supuestos:

- Productos fabricados por unidad, o hecho a medida en un proceso no en serie, en respuesta a un pedido específico e instalado en una obra única determinada por un fabricante.
- Los productos fabricados en la propia obra
- Los productos para conservación del patrimonio

Además y como novedad, el Reglamento permite disminuir la carga de los procesos a seguir para la obtención del Mercado CE y para ello establece una serie de criterios:

- Compartir la información técnica entre fabricantes, de aquellos productos que sean de las mismas características. Por ejemplo en el caso de las mezclas bituminosas en caliente, sería compartir el ensayo de tipo de una mezcla, para un determinado uso previsto, con áridos de naturaleza semejante e idéntico ligante. En este caso ambos fabricantes deben documentar la cesión de la información compartida.
- Para el caso de PYMES y los sistemas de control 3 y 4, el fabricante podrá emitir una Declaración Técnica Específica, como sustituta del ensayo de tipo, en la que se describan las características de los productos, reduciendo de esta forma la documentación generada, así como los costes, pero buscando en todo momento la demostración de que el producto dispone de unas características que deben ser cumplidas para un uso previsto.

El Mercado CE se colocará sólo a los productos para los que el fabricante ha emitido la Declaración de Prestaciones, lo que implica el cumplimiento de todos los requisitos que afectan al producto, y se colocará antes de que el producto salga al mercado.

En cuanto a la Declaración de Prestaciones, el Reglamento también indica que el fabricante puede proporcionar esta información a través de su página web.



### Organismos notificados

Deben adaptarse a los requisitos del Reglamento, para la emisión de nuevos documentos, en el caso del sistema de evalua-

ción 2+, cambia el Certificado de Control de Producción en Fábrica por un Certificado de Conformidad de Control de Producción en Fábrica.

Los Organismos Notificados no serán responsables de la vigilancia del mercado, por ejemplo no será su competencia comprobar si el fabricante ha redactado correctamente la Declaración de prestaciones o si ha fijado correctamente el Marcado CE

### Agentes de Control

El Reglamento indica la necesidad de que cada uno de los países miembros designe a una serie de agentes responsables del seguimiento y el control del cumplimiento de todos los requisitos del Mercado CE de los productos de la construcción.

En España estos Agentes de Control corresponde a las Comunidades Autónomas que son las responsables de velar por que se exija a los fabricantes, los requisitos definidos en el Reglamento para todos los productos.

# VEGETAL BIOTEC



## Biotechnología

Especialistas en “química verde”, proponemos alternativas al uso de gasóleo y/o derivados petroquímicos para aplicaciones habituales en planta y en obra, como riego en camiones, extendedoras, palas y rastrillos, silos de transferencia... Con dedicación exclusiva para la industria asfáltica y de la carretera, presentamos innovadores productos de origen natural, que fomentan la **seguridad laboral**, la sostenibilidad **medioambiental** y protegen la **salud de los trabajadores**.

## BIO 3010

Antiadherente base vegetal y limpiador para mezclas bituminosas

### Productos:

- Ésteres vegetales de nueva generación
- Libres de solventes y COV
- Utilización segura
- 100% Biodegradables
- Sin olor
- Mejoras en ISO 14001
- Ahorro económico desde la primera aplicación



## Campi y Jové

## **Jornadas Técnicas organizadas por SIGNUS para la promoción del uso del polvo de caucho de NFU en las mezclas bituminosas, con la colaboración de ASEFMA**

La empresa española SIGNUS (Sistema Integrado de Gestión de Neumáticos Usados) inició, en mayo de 2009, la organización de Jornadas Técnicas para la divulgación del polvo de caucho de neumáticos fuera de uso (NFU) y sus posibles usos. En esa fecha, tuvo lugar en Sevilla la I Jornada Europea sobre Reciclado y Valorización de NFU, de cuyo desarrollo y ponencias hay amplia información en la página web de SIGNUS. A partir de 2012, y en colaboración con ASEFMA, se han desarrollado unas Jornadas más específicas sobre 'Mezclas bituminosas con polvo de neumático. Una solución técnica y ambiental'. En concreto, han tenido lugar tres Jornadas en Las Palmas de Gran Canaria (diciembre de 2012), Valencia (abril de 2013) y Zaragoza (mayo de 2013). En todos los casos, se ha contado con técnicos de las administraciones y empresas regionales, con una amplia participación.

La intención es continuar desarrollando estas Jornadas por el resto de comunidades autónomas españolas, para divulgar las ventajas que aporta la utilización del polvo de caucho de NFU en las mezclas bituminosas.

## **Medallas de la Carretera de la AEC y Premio de Seguridad Vial de ACEX**

Como todos los años, el pasado día 5 de junio de 2013, la Asociación Española de la Carretera hizo entrega de sus Medallas de la Carretera, con un total de 37 galardones a ingenieros, técnicos y operarios de carreteras, policías y guardias civiles, miembros de Cruz Roja y cargos de la Administración y de las empresas, que han destacado por su aportación especial y destacada a la carretera a través de su trabajo.

La Medalla de Oro se ha otorgado a la Marca España, una acción política de Estado cuyo objetivo es mejorar la

imagen de nuestro país, tanto en el interior como en el exterior; en beneficio del bien común.

La Medalla al Mérito Internacional, se ha otorgado a Felipe Rodríguez Laguens, director ejecutivo de la Agencia Nacional de Seguridad Vial del Ministerio del Interior de Argentina, por sus notables esfuerzos por reducir los elevados índices de siniestralidad vial en su país y en toda Latinoamérica.

A título póstumo, se le concede esta misma medalla a Jorge O. Agnusdei, vicepresidente de la Comisión Permanente del Asfalto de Argentina.

La Medalla de Plata se concedió a la Plataforma Pónle Freno, una iniciativa de responsabilidad social corporativa que promovió, en 2008, el grupo de comunicación Atresmedia, con el objetivo de sumar esfuerzos en la lucha por combatir las víctimas en la carretera.

Asimismo, se hizo entrega de once Medallas con Mención Honorífica a profesionales de la carretera que, en el desempeño de su labor, han colaborado o apoyado a la Asociación Española de la Carretera en su lucha por mejorar las infraestructuras viarias.

## **Premio Seguridad Vial de Acex**

Como en años anteriores, la Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX), ha organizado, en este caso la IX edición, su anual Premio Nacional a la Seguridad en la Conservación. A este se habían presentado un total de 13 candidatos, cuyos nombres y detalles de los trabajos presentados se pueden ver en la página web de la Asociación.

El pasado 13 de junio de 2013, en el Salón de Actos del Colegio Nacional de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, tuvo lugar el acto de entrega de los premios.

Los proyectos ganadores del IX Premio Nacional Acex han sido, en la Categoría General, el primer sistema prefabricado de protección de pasos salvacunetas Crossafe, de la empresa Cidro (Productos Tecnológicos de Seguridad Vial y Movilidad, S. L.) y, en la Categoría Asociados, la mejora de la seguridad mediante el empleo de máquina de humo caliente de alto rendimiento para ensayos de venti-

## Noticias del sector

lación y simulacros de la empresa asociada Aceinsa Movilidad, S.A. Más detalles de estos dos trabajos se pueden ver, como se ha indicado anteriormente, en la página web de la Asociación.

En este mismo acto, y por acuerdo de la Junta Directiva de ACEX, se hizo entrega de la Medalla Honorífica a Enrique Balaguer Camphuis, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, y a Juan Francisco Lazcano, presidente de la Confederación Nacional de la Construcción, "por su visión de futuro, al haber planificado la conservación integral de las carreteras de nuestro país de forma sistemática, por establecer el inicio de la conservación desde el momento de la puesta en servicio de la carretera y por llevar a la práctica un modelo de conservación que ha demostrado su eficacia y ha hecho que España sea referente de cómo asegurar la sostenibilidad del patrimonio viario y la mejora de la seguridad vial a través de la conservación integral de las carreteras".

## El Manifiesto a favor de la Carretera ya ha alcanzado las 5.000 firmas

El pasado día 25 de junio, mes y medio después de iniciada la campaña, se han alcanzado las 5.000 firmas en el Manifiesto a favor de la Carretera, alcanzando el objetivo inicialmente fijado.

La finalidad de esta iniciativa es elevar el Manifiesto y las firmas recibidas al Congreso de los Diputados, para que se adopten medidas urgentes que obliguen a la conservación anual de las carreteras mediante unos programas y con unos presupuestos mínimos fijados por ley aprobada por el Congreso.

La rápida respuesta de la sociedad demuestra el interés y la importancia que tiene la carretera y su conservación. Los medios de comunicación se han hecho eco de esta situación, tanto haciendo referencia al Manifiesto como

# Aglomerado COLOREADO

## Pigmento tradicional en polvo



**Sodemin, s.l.** Presenta un nuevo pigmento **Oxido Rojo en Escamas** para colorear aglomerado asfáltico fabricado a partir de betún natural, obteniendo excelentes rendimientos, principales características:

- Fácil Manipulación, no mancha, no irrita la piel ni las fosas nasales.
- Excelente rendimiento, superior al pigmento en polvo,
- Garantiza una larga vida al pavimento coloreado.
- Mejor rendimiento económico frente al pigmento en polvo.

Proponemos una prueba para contrastar rendimiento en sus instalaciones. Contacte con nuestro Dpto. Técnico.

Otros colores, Disponemos igualmente de Pigmento en escamas en color amarillo y blanco. Dispersiones de ALTO rendimiento, igualando y/o superando la capacidad del mismo pigmento en polvo.

En nuestra fabrica, en Marsella (Francia), disponemos de equipos especiales de formulación para conseguir cualquier color. Suministrado en sacos termo-sellados.

## NUEVO PIGMENTO EN ESCAMAS



PEP Ox. Rojo  
(Pigment Enrobé Polymère)  
Es un producto de:



Datos de contacto:

## Sodemin, s.l.

Sant Llorenç, 23

43850 Cambrils – Tarragona

tel. 902 014 232 - 630 97 73 53 fax. 902 014 299

[marc.mir@sodemin.com](mailto:marc.mir@sodemin.com) - [www.sodemin.com](http://www.sodemin.com)

de la situación actual de la conservación de las carreteras, especialmente del firme de las mismas, abandonado durante los últimos años, para que los Presupuestos del Estado del año 2014 recojan esta necesidad y empiecen a recuperar el tiempo perdido.

### **Medallas de la Cofradía de Santo Domingo de la Calzada**

El pasado día 10 de mayo de 2013 se entregaron, en la localidad riojana de Santo Domingo de la Calzada, las Medallas de la Cofradía del Santo, que, cada dos años, se entregan a aquellos ingenieros de Caminos, Canales y Puertos que, por su trayectoria profesional y por su contribución al desarrollo de las infraestructuras públicas, se han hecho merecedores de esta distinción. Este año, el acto fue presidido por el presidente de La Rioja, Pedro Sanz, y los galardonados y nuevos miembros de la Hermandad del Santo fueron los siguientes ingenieros de Caminos, Canales y Puertos: Roberto Alberola, Alberto Bardesi, Jordi Follia i Alsina, Ignacio García-Arango, Ángel González del Río, Francisco Millanes, José María Morera, Félix Edmundo Pérez y Jorge Urrecho.

### **V Edición del Premio Juan Antonio Fernández del Campo**

La Fundación de la Asociación Española de la Carretera ha presentado las Bases del "V Premio Internacional a la Innovación en Carreteras Juan Antonio Fernández del Campo". Este certamen, que tiene carácter bienal y que se viene convocando desde el año 2005, ha presentado una nueva convocatoria, promoviendo la investigación y la innovación viarias, contribuyendo a generalizar el uso del idioma español como lengua científica.

El Premio, que está dotado con 12.000 euros, ha conseguido en sus cuatro convocatorias anteriores la participación de un centenar de trabajos, por lo que se ha convertido en un referente para los investigadores del sector viario internacional en lengua española.

El plazo de presentación de los trabajos, para esta convocatoria, finaliza el próximo día 19 de mayo de 2014.

### **Trafic 2013**

Los próximos días 15 a 18 de octubre de 2013 se va a celebrar en el IFEMA, de Madrid, el Salón Internacional de la Seguridad Vial y el Equipamiento para Carreteras.

Entre sus objetivos, el Salón tiene como finalidad identificar los mercados exteriores de mayor interés para el sector; así como poner en marcha las jornadas que bajo la denominación Foro Trafic, se van a desarrollar dentro del Salón como un escenario de análisis y debate de la realidad de la industria de Seguridad Vial y Equipamiento para Carreteras.



## 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.

Probisa, una empresa de Eurovía



# Jornada Nacional de Asefma: Soluciones técnicas para tiempos de crisis

El pasado día 11 de junio tuvo lugar la VIII Jornada Nacional de Asefma, en la que se trataron de dilucidar diversas soluciones técnicas al grave deterioro de la red española de carreteras ante el presente escenario de crisis, insistiendo en la necesidad de alcanzar políticas estables de conservación de las infraestructuras viarias.

Asefma viene repitiendo en todos los foros su profunda preocupación por el estado actual de la red de carreteras y la agónica situación que viven las empresas del sector. Por este motivo, reclama un cambio radical en la política de conservación de la red de carreteras de España, estable en el tiempo y vinculada al valor patrimonial de la red.

En este sentido, se sugiere adoptar unos criterios de conservación preventiva, que huya de los planes de choque, al modo que sucede en Francia. Desde Asefma se insiste en que cada euro no invertido hoy en pavimento supone cinco euros de rehabilitación a los tres años y 25 de reconstrucción después de cinco años.

Desde la asociación se estima que devolver los firmes a un estado adecuado requiere una inversión superior a los 5.200 millones de euros, mientras que el mantenimiento de las carreteras, una vez sufragado dicho déficit, precisaría de una inversión mínima de 1.288,89 millones de euros al año. Estas cifras contrastan notablemente con los 47 millones de

euros en obras de refuerzo de firmes que ha anunciado el Ministerio de Fomento antes de que acabe el año. Juan José Potti explicó que, aunque las valoramos positivamente, en la medida en que suponen un cambio de tendencia, dichas cantidades siguen siendo escasas”.

## *Desarrollo de la Jornada*

La Jornada, coordinada por Félix E. Pérez Jiménez, catedrático de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), fue atendida por más de 300 asistentes presenciales, a los que se sumaron los más de 100 inscritos online, procedentes de varios países (Argentina, México, Chile, Costa Rica, EEUU, Canadá, etc).

El contenido del programa técnico, muy valorado por todos los asistentes, se desarrolló en cuatro sesiones, al término de las tres primeras se estableció un interesante coloquio entre los ponentes y el público.



## Asefma celebra su Asamblea Anual



1. Situación actual de los firmes. Patologías y fallos. Prestaciones funcionales, coordinada por Alberto Bardesi.
2. Soluciones asfálticas para la conservación de los firmes en época de crisis, coordinada por Andrés Costa.
3. Criterios y soluciones de conservación en los firmes una vez superada la crisis. Criterios de conservación: ¿preventiva o curativa?, coordinada por Ángel Sampedro.
4. Comunicaciones libres, coordinada por Jesús Felipo.

La inauguración de la Jornada correspondió a Carmen Sánchez, subdirectora de Conservación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento. A continuación, el presidente ejecutivo de Asefma, Juan José Potti, trazó una panorámica del sector de las mezclas asfálticas en España, capacidad global actual y estado del parque de maquinaria.

La primera mesa, titulada Situación actual de los firmes. Patologías y fallos. Prestaciones funcionales, contó con la participación de Álvaro Navareño, José Miguel Baena y Vicente Romero, quienes trataron aspectos como criterios de aplicación de la normativa de rehabilitación de firmes; inspección visual de los firmes y defectos actuales; actuaciones según los criterios de las Administraciones; rehabilitación para menos años de vida útil; criterios de conservación en ayuntamientos, autopistas, etc.

A continuación se pasó a la segunda mesa de la jornada, que llevaba por título Soluciones asfálticas para la conservación de los firmes en época de crisis, y en la que se analizaron algunas técnicas de conservación, como son los reciclados en frío y en caliente, las técnicas en frío con emulsión y las capas delgadas y muy delgadas de mezclas bituminosas

en caliente, sus ventajas e inconvenientes y aplicaciones. María José Sierra, Jacinto García Santiago, Antonio García Siller y Daniel Andaluz hicieron referencia a las aplicaciones, ventajas e inconvenientes de los materiales y técnicas de conservación de bajo coste válidas para tiempo limitado; la adaptación de las exigencias de calidad de los materiales constitutivos y su influencia en la durabilidad de los tratamientos.

El tercer bloque estuvo centrado en la definición de criterios y soluciones de conservación en los firmes una vez superada la crisis. Margarita Torres, Pablo Sáez y Miguel Ángel del Val propusieron criterios y soluciones alternativas de conservación preventiva, tomando como ejemplo de buena actuación la red de carreteras y autopistas de Francia; la innovación en el sector de las mezclas asfálticas, en cuanto a materiales y sistemas de futuro; y el análisis de ciclo de vida y técnicas de fabricación a baja temperatura.

Tras la entrega de distinciones de Asefma, el coordinador de la VIII Jornada Nacional de Asefma, Félix E. Pérez, resumió las conclusiones de la mañana

### *Comunicaciones técnicas y comunicaciones libres*

Además de los contenidos que se han reseñado más arriba, se presentó un total de 33 comunicaciones libres a la VIII Jornada Nacional de Asefma. Jesús Felipo fue el encargado de coordinar este bloque, que comenzó con un resumen de las comunicaciones no seleccionadas, a cargo de José Antonio Soto y José Luis Peña. Seguidamente, tuvo lugar la presentación de las seis comunicaciones seleccionadas, que apuntamos a continuación:

- Mezclas semicalientes. Tres años desde su puesta en obra y Rodadura con PNFU's. Cinco años desde su puesta en obra, de J. Simón Grau, V. Meseguer García, F.J. Barceló Martínez, F.J. Lucas Ochoa, J. López Ayerra, S. Núñez Gutiérrez, J. Ramis Soriano y T. Bernal Zamora.
- Nuevo sistema de vía en placa bituminosa (Proyecto Bituvia), de J. Felipe, J. R. López, F. Sánchez, M. Cuzic, A. Martínez, I. Guilló, G. Ares, B. Ángel, J. Real y L. Montalbán.
- Método de Ensayo UGR-FACT para el estudio de comportamiento a fisuración por fatiga de mezclas bituminosas, de F. Moreno Navarro, M. C. Rubio Gámez.
- Mezclas SMA (Stone Mastic Asphalt) con alto contenido de ligante A. Costa, R. Cervantes, J. Loma, M. E. Hidalgo, J. A. Hergueta, F. Sánchez, S. Lanchas, R. Núñez, B. Rubio, R. Jiménez, F. E. Pérez, R. Botella, S. Expósito, V. Fernández y J. J. Potti.
- Reciclados templados de tasa total. Aplicación, experiencias reales y resultados, de J. L. García Santiago, F. J. Lucas Ochoa, F. Guisado Mateo, E. Moreno Martínez y J. L. Pradas Díaz.
- Resistencia a la fisuración de las mezclas SMA, de F. E. Pérez, R. Botella, A. Costa, R. Cervantes, J. Loma, M. E. Hidalgo, S. Lanchas, R. Núñez, B. Rubio, R. Jiménez, J.A. Hergueta, F. Sánchez, S. Expósito, V. Fernández y J. J. Potti.

Mientras se deliberaba sobre la comunicación que reunía más méritos, José Antonio Navarro y Aurelio Ruiz presentaron los resultados de los ensayos de los áridos a emplear para las capas de rodadura de las mezclas bituminosas en el País Vasco.

Nuria Querol, ganadora del premio edición 2012, hizo entrega del premio a la mejor comunicación libre. Los ganadores de esta edición fueron F. Moreno Navarro y M. C. Rubio Gámez, por su trabajo 'Método de Ensayo UGR-FACT para el estudio de comportamiento a fisuración por fatiga de mezclas bituminosas'.

Por último, Juan José Potti fue el encargado de clausurar el encuentro, resaltando los aspectos más destacados que se trataron durante la Jornada y dando las gracias a todos los participantes.

### Éxito en las redes

Conviene resaltar que la Jornada contó con la presencia de más de 300 asistentes presenciales y más de 100 inscripciones onli-

ne de varios países. Además de la inscripción presencial o clásica, se pudo visualizar toda la jornada a través del Instituto de Técnicas Avanzadas para las Ferias, Eventos y Congresos (Itafec), a un coste reducido respecto a la inscripción presencial.

La Jornada fue seguida en directo por Twitter a través del hashtag #VIIIJornadaAsefma. En total se recogieron más de 550 tuits desde 53 usuarios diferentes, con un alcance de 75.946 personas y un impacto de 211.471 impresiones, lo que constituye un récord absoluto.

### Asamblea General Extraordinaria

Durante la Asamblea General Extraordinaria de Asefma se dejó constancia de la profunda preocupación por el estado actual de la red de carreteras y la agónica situación de las empresas del sector. La asociación se ha ofrecido para colaborar con el Ministerio de Fomento en el desarrollo de una nueva política de conservación de la red de carreteras del Estado.

Juan José Potti agradeció a los socios la confianza recibida por la recién elegida Junta Directiva de Asefma, que él presidirá durante los próximos cuatro años: "Es para mí un orgullo y una enorme responsabilidad, que asumo encantado, ser vuestro presidente ejecutivo, y somos plenamente conscientes, todos los miembros de la Junta Directiva, de las enormes dificultades a las que nos enfrentamos, pero también del camino que hemos recorrido hasta llegar aquí y de los logros que esperamos alcanzar. Nuestra primera preocupación es y será la reactivación de la actividad de nuestro sector".

El secretario general de Infraestructuras, Manuel Niño, confirmó que las primeras tres obras de refuerzo de firmes saldrán a licitación antes de que finalice el mes de julio. Después vendrán otras más, hasta completar unos 47 millones de euros en obras de refuerzo de firmes. A juicio de Juan José Potti, se trata de una cifra muy escasa, "pero lo valoramos como un cambio de tendencia. En sus palabras, antes de la clausura nos ha hablado del establecimiento por parte del Ministerio de Fomento de una nueva estrategia en la política de conservación de la red de carreteras del Estado que debe ser estable en el tiempo y vinculada al valor patrimonial de la red. Ha dicho que esta nueva política de conservación es imprescindible y prioritaria para el Ministerio".

# RHINOPHALT

la mayor innovación para  
el 'menor' mantenimiento



**COMPOSAN**  
INDUSTRIAL Y TECNOLOGÍA

*Tecnología viva*

[www.composanindustrial.com](http://www.composanindustrial.com)  
Atención al cliente: 902 430 431

**asi**

# Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto: XVII CILA 2013 (Guatemala)

Únase a especialistas de más de 30 países en conferencias, sesiones técnicas y eventos sociales. 6 días para sorprenderse, inspirarse y actualizarse en el excelente mundo del asfalto.



**Ing. José Agüero Umattino**  
Presidente del XVII CILA 2013  
Guatemala

La bella ciudad de Antigua Guatemala, declarada en 1979 "Patrimonio Nacional de la Humanidad" por la UNESCO, será la sede del XVII Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto del 17 al 22 de noviembre de 2013. El evento se llevará a cabo en el Hotel Museo Casa Santo Domingo, el cual está construido alrededor de ruinas que datan del Siglo XVI, lo cual lo hace único.

Durante el evento se presentarán conferencias magistrales con los siguientes temas: Evolución económica de los países de Latinoamérica. (Ing. Óscar Sequeira. Guatemala); Reología de los Ligantes Asfálticos. (Dr. Abel Gaspar-Rosas. México); Panorama global del sector de la pavimentación asfáltica: retos y desafíos. (Ing. Juan José Potti. España); El envejecimiento prematuro, patología evitable de los pavimentos asfálticos: diagnóstico, terapéutica y medidas preventivas. (Dr. Hugo Bianchetto. Argentina); Protocolo AMAAC - Diseño de mezclas asfálticas de alto desempeño. (Ing. Paul Garnica. México.); Estado del arte en caracterización de asfalto y mezclas asfálticas. (Dr. Luis Guillermo Loría. Costa Rica); Nuevas tecnologías y su impacto en el diseño de modelos del Gobierno. (Lic. Jorge Omar Hembra. Argentina); Procedimiento de diseño de pavimento asfáltico para vías de bajo volumen. (Ing. Augusto Jugo. Venezuela).





Asimismo, se abordarán temas modernos relacionados con el asfalto, como los son las mezclas asfálticas, esperando una participación alrededor de 600 personas de más de 30 países, entre los que destacan empresarios, ingenieros, arquitectos, técnicos, laboratoristas, investigadores, estudiantes y ejecutivos del sector privado y público, interesados en conocer lo mejor en tecnología, por medio de la investigación, nuevos productos y maquinaria para el mundo del asfalto; junto con el intercambio de información comercial y la experiencia colectiva para optimizar la inversión en los procesos de pavimentación.

El CILA es una buena oportunidad para divulgar y realizar negocios con las empresas presentes. Con ello, contamos con el apoyo de 15 empresas patrocinadoras de diversas actividades del sector del asfalto, las cuales estarán presentes durante el evento promoviendo su marca.

Entre las actividades sociales del evento, destaca "El Día de la Convivencia", a realizarse en el Club de Golf La Reunión en Antigua Guatemala, oportunidad en la cual se compartirá con todos los participantes, con el fin de establecer una relación de negocios o simplemente apreciar la belleza natural que ofrece el país sede. También ofreceremos el Cotel de Inauguración en la hermosa Casa del Jade, y la Cena de Gala junto con la Noche del Constructor en Santo Domingo del Cerro. Gozando de en todas las actividades de la cultura guatemalteca.

Le extendemos la cordial invitación de parte del Comité Organizador de XVII CILA 2013 Guatemala, a todas las comunidades de ibero-latinoamerica a participar en este magna evento ofrecido para el sector del asfalto.

# Calendario de eventos

AÑO 2013		
30 sept. - 24 oct. ATC - AIPCR	II Curos de Firms, materiales, diseño y rehabilitación info@atc-piarc.com	Madrid – España www.atc-piarc.com
15-17 de octubre	6th Rubber Modified Asphalt Conference STREF - RPA - RMA - Rubber Division ACS www.stref.org/events/rubber_modified_asphalt_conference/	Tempe - Arizona - EUA
10 de noviembre APC - Comité del Asfalto	Congreso Nacional del Asfalto 2013 apccaminos@speedy.com.pe	Lima - Perú
15-19 de octubre AASHTO	2013 AASHTO Annual Meeting mrussell@ashto.org	Denver - Colorado - EUA www.mmsd.transportation.org/
28-29 de octubre Conference Connection	9TH Asian Bitumen Conference info@cconnection.org	Yakarta - Indonesia www.Asia-Bitumen.com
6-7 de noviembre Brintex Events	Road Expo 2013 s.waltersom	Edimburgo - Reino Unido www.Road-Expo.com
6-9 de noviembre INVEAS	6º Congreso Venezolano del Asfalto	Maracay - Venezuela www.veneconsult2410.com.ve/
9-13 de noviembre IRF - AEC	17th IRF World Meeting mrodrigo@aecarretera.com info@irf2013.com	Riyadh - Arabia Saudí www.aecarretera.com www.irf2013.com
10-13 de noviembre AEMA - ARRA - ISSA	The first Fall Meeting of the Pavement Preservation & Recycling Alliance (PPRA) krissoff@aema.org	Dallas - Texas - EUA http://aema.org/
17-22 de noviembre CILA	XVII Congreso Iberoamericano del Asfalto CILA	Antigua - Guatemala www.congresocila.org
17-20 de noviembre	58th Annual Conference and Annual General meeting Canadian Technical Asphalt Ass. (CTAA)	St. John's - Canadá www.ctaa.ca/conference/
26-27 de noviembre	Conference Asphalt Pavements 2013 Road Contractors Association (RCA) Praha svs@sdruzeni-silnice.cz	Ceské Budejovice - Chequia www.sdruzeni-silnice.cz/en/
27-28 de noviembre KGM - ASMUD - YTMK	6th National Asphalt Symposium and Exhibition	Ankara - Turquía http://valor.com.tr/asfalt/
27-29 de noviembre	27 Congreso Nacional de la Ingeniería Civil Colegio de Ingenieros Civiles de México A.C. 27congreso@cicm.org.mx	Ciudad de México www.cicm.org.mx
2-3 de diciembre Proyecto Fondecyt	Seminario: Reometría y Reología del Asfaltos ccerda@dictuc.cl	Santiago - Chile www.ichasfalto.cl/

AÑO 2014		
12-16 de enero TRB	2014 TRB 93rd Annual Meeting	Washington DC (EEUU) www.trb.org
2-5 de febrero NAPA	2014 NAPA Annual Meeting	Boca Raton, Florida (EEUU) www.asphaltpavement.org/
6-8 de febrero Turkel Faie Organizations Inc.	Asphaltist 2014	Estambul - Turquía www.asfaltist.eu/
24-28 de marzo AEMA - ARRA - ISSA	AEMA 41st Annual Meeting krissoff@aema.org	Aventura, Florida (EEUU) http://aema.org/
16-19 de marzo AAPT	89th AAPT Annual Meeting and Technical Sessions aaptinfo@gmail.com	Atlanta, Georgia (EEUU) www.asphalttechnology.org/
8-11 de mayo SITEB	Asphaltica - Samoter scappini@veronafiare.it	Verona - Italia www.asphaltica.it / www.samoter.com/



REFORZANDO el firme, consolidando el FUTURO →

**OCTUBRE 2013**

Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas

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



REFORZANDO el firme, consolidando el FUTURO →

**NOVIEMBRE 2013**

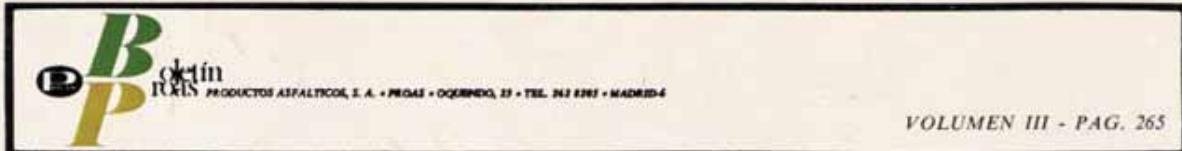
Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas

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



# Mirando al pasado

Julio-agosto de 1978.



## COMENTARIO DE ACTUALIDAD

La Asociación Española de la Carretera ha publicado un «Estudio de las inversiones necesarias para la conservación de la red estatal de carreteras», cuyos aspectos principales comentamos a continuación.

Los gastos de conservación en 1978 supondrá el 95 % de los realizados en 1961, expresados en pesetas constantes. Durante todo ese tiempo, el valor máximo que han llegado a alcanzar los gastos de conservación ha sido del 144 % en el año 1976. Durante el mismo período, es decir, desde 1961 a 1978, el parque de vehículos se ha multiplicado por 7,33; la circulación por la red, medida en vehículos/kilómetro, se ha multiplicado por 5,74, y el transporte de mercancías medido en toneladas/kilómetro se ha multiplicado por 4,15.

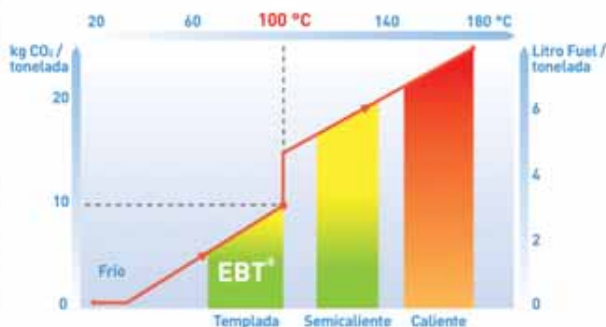
Estos índices bastan por sí solos para demostrar la insuficiencia de los créditos de conservación, teniendo en cuenta sobre todo que el estado de la red en 1961 no era precisamente perfecto, es decir, que había en el aspecto concreto de la conservación de las carreteras, un retraso de muchos años que en modo alguno se ha podido recuperar con créditos tan modestos.

El capital fijo en carreteras se estima en 1978 en 895.484 millones de pesetas, de forma que los créditos de conservación disponibles en 1978 (6.836 millones de pesetas) suponen el 0,77 % del capital fijo, esto es, apenas las 3/4 partes del 1 %, que es el mínimo que generalmente se estima necesario para hacer una conservación aceptable de una red de carreteras, aunque realmente la cifra óptima sea el 2 %. Desde 1961 hasta la actualidad, los créditos para conservación de carreteras se han aproximado en España casi todos los años al 1,5 %, pero cayendo sensiblemente por debajo de este porcentaje a partir de 1972, y muy por debajo del 1 %, como acabamos de comentar, en 1978. Comparando la inversión total y los gastos de conservación en España por kilómetro de carretera en el año 1976 (que no fue muy malo) con los de otros doce países europeos, resulta que en inversión total, nuestro país ocupó ese año el puesto número 10 y en gastos de conservación el último, es decir, el 15.

De todos estos datos se deduce algo que cuantos se ocupan de las carreteras españolas saben muy bien, es decir, que las consignaciones totales con las que se cuenta son insuficientes y que son extraordinariamente escasas las consignaciones para conservación.

En estas circunstancias —concluye el estudio— es evidente la conveniencia de concentrar nuestros esfuerzos en los gastos de conservación, que deben atenderse en toda la amplitud necesaria con objeto de que se logre al menos evitar la degradación del capital fijo existente. Los gastos de conservación no son aplazables más que con un costo extremadamente elevado, ya que el aplazamiento de las reparaciones supone una agravación exponencial de los daños. Los gastos de construcción son a veces muy necesarios, pero en casi todos los casos pueden aplazarse.

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**

# Asphalt trending topic

Entendemos trending topic como una de las palabras o frases más repetidas en un momento concreto en Twitter. Los diez tweets más relevantes se muestran en la página de inicio de esta aplicación, en la que puede el usuario escoger el ámbito geográfico que prefiera, mundial o localizado, o personalizadas, en función además de a quién sigue el propio usuario.

La gran repercusión que estos comentarios están teniendo en la prensa ha provocado que el término 'trending topic' sea también utilizado para denominar un tema de gran interés, esté o no siendo comentado en la red social. En este número

queremos mostrar algunos de los tweets relacionados con el asfalto y la pavimentación, que aunque no llegaron a trending topic, podrían haberlo sido sin ningún lugar a duda su relevancia en el sector:



Síganos en LinkedIn en el grupo ASFALTO&PAVIMENTACION

# HA NACIDO NOVAFIR

Nueva publicación  
sobre firmes y pavimentos



**NOVAFIR/1**  
INGENIERÍA DE PAVIMENTOS

Edición David Hernando  
Manuel G. Romana y Miguel A. del Val

**2012** **OPORTUNIDAD**  
NECESIDAD INFORMACIÓN EN LA OBRERA  
NECESIDAD INFORMACIÓN EN EL PAISAJE DE CALIDAD PREVENIR  
DE AGRIETAS PARA DE USO  
NECESIDAD INFORMACIÓN INFORMACIÓN A OBRAS TEMPERATURA  
PREVENIR DE AGRIETAS  
FORMAS ESPECIALES  
PUNTO DE VISTA  
AGRIETAS  
RECLAMAR

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

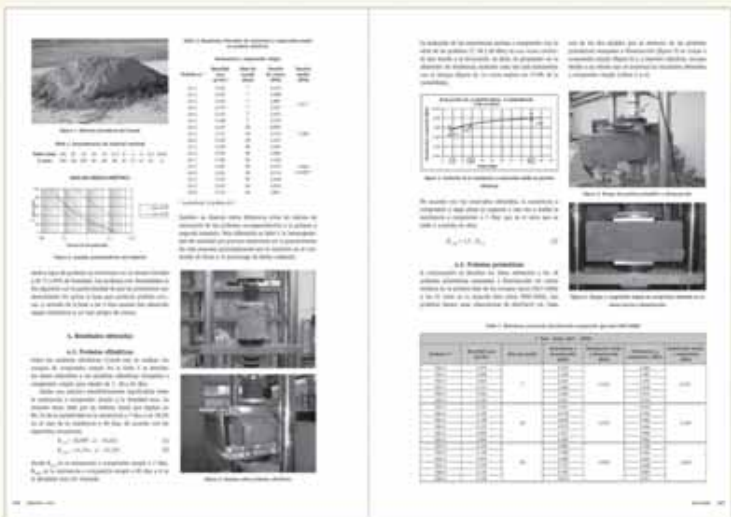
Nace como una nueva serie de volúmenes recopilatorios de artículos sobre firmes y pavimentos que recogen aspectos novedosos sobre los materiales, los deterioros, el dimensionamiento, la fabricación, la conservación y la tecnología de pavimentación, y de artículos que, a pesar de no desarrollar aspectos 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



# Lecturas recomendadas

Desde esta sección fija se recogerán aquellos enlaces y documentos que resulten de interés para el sector de las carreteras.

## **Resumen “Mezclas semicalientes con material fresado, la combinación ganadora”**

NCAT ha finalizado un estudio comparativo entre mezclas en caliente y semicalientes (método de espumación) en las que se incorpora un 50 % de RAP. Los resultados muestran que la sinergia entre mezclas semicalientes y RAP permite abordar los procesos de fabricación con ventajas técnicas y económicas. <http://www.ncat.us/newsroom/wma-rap-combo.html>



### **Libro: “ Las Autopistas de Peaje en España”.**

**José María Morera Bosch – Joaquín Prior Perna. Editorial ASETA**

Este libro recoge la experiencia acumulada en España en la construcción y gestión de las autopistas de peaje, ofreciendo una completa visión que abarca temas como: legislación, financiación, fiscalidad, construcción y conservación, los grupos gestores de infraestructuras, sociedades concesionarias del Estado, etc.



### **Publicación: “ Reglamento Europeo de Productos de Construcción N° 305/2011. Guía para la preparación de la documentación a elaborar por el fabricante para el mercado CE y la documentación a emitir por los organismos notificados”.**

El Ministerio de Industria, Industria y Turismo ha elaborado esta guía para facilitar las tareas de adaptación del mercado CE al nuevo reglamento de productos de la construcción. El documento se puede descargar en el enlace siguiente: [http://www.f2i2.net/Documentos/PuntoInfoLSI/construccion/RPC\\_GUIA\\_documentacion\\_para\\_marcado\\_CE\\_Jul13.pdf](http://www.f2i2.net/Documentos/PuntoInfoLSI/construccion/RPC_GUIA_documentacion_para_marcado_CE_Jul13.pdf)



### **Libro: “NOVAFIR/1 Ingeniería de Pavimentos.**

**Manuel G. Romana - Miguel Ángel del Val . Editorial CINTER Divulgación Técnica**

Este primer volumen incluye 19 artículos clasificados por temáticas: explanadas, mezclas bituminosas en caliente, mezclas bituminosas con polvo de caucho procedentes de NFU, mezclas bituminosas fabricadas a baja temperatura, pavimentos de hormigón, firmes especiales, puesta en obra, auscultación y reciclado de firmes.



### **Publicación: “ NCHRP Report 703 Guide for pavement-type selection”**

Esta publicación recoge los resultados del proyecto de investigación NCHRP Project 10-75, “Guide for Pavement-Type Selection” que tenía como objeto recopilar y seleccionar las mejores prácticas de selección de pavimentos utilizadas en EEUU. El documento se puede descargar desde el siguiente enlace: [http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp\\_rpt\\_703.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_703.pdf)

# Observatorio del sector

Desde esta sección se irán incluyendo indicadores que permitan obtener una radiografía del sector de la carretera, considerando datos de tipo económico.

El secretario general de Infraestructuras, Manuel Niño, anunció, durante la celebración de la Jornada Nacional de Asefma, que las primeras tres obras de refuerzo de firmes saldrán a licitación antes de que finalice el mes de julio.

Ante el anuncio de las primeras licitaciones de refuerzos de firmes, la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (Asefma) confía en que dichos anuncios signifiquen el prometido cambio de tendencia en conservación de carreteras, tras más de 950 días sin licitaciones en obras de clave 32.a

Asefma celebra el anuncio de las primeras licitaciones públicas de obras de refuerzos de firmes, que recogen los BOE 28872 y 28873. Tras más de 900 días sin licitar obras de clave 32 en la red viaria estatal, estas licitaciones, aunque insuficientes, son interpretadas por los fabricantes de asfaltos españoles como un cambio de tendencia muy esperanzador.

Las licitaciones, previstas para la rehabilitación superficial del firme de los tramos de Venturada-Buitrago de Lozoya y Robregordo-Santo Tomé del Puerto, ambos en la provincia de Madrid, parten de un presupuesto de base de 5.989.390,79 y 3.325.938,52 euros, respectivamente. En este sentido, Asefma advierte que el estado de conservación de las carreteras españolas es el peor de los últimos 25 años y devolver los firmes a un estado mínimamente adecuado requiere una inversión superior a 5.200 millones de euros.

Las políticas de choque ya se han demostrado ineficaces, y por ello Asefma aboga por una verdadera política de conservación, que incluya un presupuesto anual para mantenimiento de carreteras basado en su valor patrimonial. La inversión para conservar adecuadamente la red viaria española se estima en 1.288,89 millones de euros anuales.

Durante la última Junta Extraordinaria de Asefma, el secretario general de Infraestructuras, Manuel Niño, se comprometió personalmente a un cambio en la estrategia de conservación del Ministerio de Fomento en materia de conservación de carreteras. Después vendrán otras más, hasta completar unos 47 millones de euros en obras de refuerzo de firmes. El anuncio de estas dos licitaciones de obras para firmes avala su compromiso y refuerza la confianza depositada por los fabri-

cantes de mezclas asfálticas en la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento. Sin embargo, tal y como explicábamos en la portada, podemos afirmar que el esfuerzo inversor del Ministerio de Fomento en obras de Clave 32 (refuerzo de firmes) apenas ha alcanzado los 60 millones de euros en el transcurso de los últimos 1.500 días.

Asefma confía, además, en que también tomen medidas para paliar el deficiente estado de conservación de las vías españolas las demás administraciones responsables de carreteras (comunidades autónomas, diputaciones, cabildos, ayuntamientos, etc.) Y es que, reitera, las inversiones públicas en infraestructuras de transporte son inversiones productivas con un fuerte impacto sobre la creación de empleo y el aumento del PIB.



**XVII CONGRESO  
IBERO-LATINOAMERICANO  
DEL ASFALTO  
17-22 nov 2013**

Hotel Casa Santo Domingo  
Antigua Guatemala, Guatemala, C.A.

Organizado por:



**Instituto del Asfalto**  
de Guatemala



**PATROCINIOS DISPONIBLES. CONTÁCTENOS.**

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

PBX +502 2387-2727 \* Directo +502 2387-2705

Km 7.5 antigua carretera a el Salvador, Santa Catarina Pinula, Guatemala, Centroamérica



## 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)