

ASFALTO

y pavimentación

Número 37 · Volumen X · Segundo trimestre · 2020

número **37**





Nada se pierde todo se recicla.

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

Probisa
Abrimos paso a nuevas ideas



Número 37 · Volumen X
Segundo trimestre · 2020

ASFALTO Y PAVIMENTACIÓN

Director

Juan José Potti

Comité de Redacción

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

Secretario

Andrés Pérez de Lema

Coordinador

Francisco Muriel

Secretaría

Lies Ober

Editorial Prensa Técnica, S. L.

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

Suscripción anual (4 números)

España: 10 €
Extranjero: 12 €

ISSN: 2174-2189
Depósito Legal: M21967-2011

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

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

Sumario

Número 37 · Volumen X · Segundo trimestre · 2020

Editorial

La I Jornada Digital de Asefma

05

Tribuna

Ángel Sampedro

07

Tribuna

Andrés Pérez de Lema

09

Emulsiones modificadas para mezclas templadas de mejores prestaciones

Vicente Pérez Mena - María del Mar Colás Victoria - Antonio García Siller - Jorge Ortiz Ripoll - Xavier Crisen Grau

11

Secciones fijas

Ensayos, Mirando al Pasado

25

Patologías de los Pavimentos

Andrés Costa

31

Grafeno funcionalizado como aditivo en mezclas bituminosas

Pablo Álvarez Troncoso - Aida Marzá Beltran - Carlos Quintana Gálvez - Mireia Ballester Ramos

39

Secciones fijas

Normativa, Noticias, Calendario, Lecturas recomendadas, I+D, Afirmaciones Asfálticas

49

VIATOP®

Liderando las SMA
desde 1988

inside

VIATOP®

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



Fibras diseñadas
por la naturaleza

Una compañía del grupo JRS

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

www.jrsiberica.com - Info@jrsiberica.com

La I Jornada Digital de Asefma

Asefma lanza el día 11 de mayo la I Jornada Digital de Asefma. Es una nueva iniciativa que trata de encontrar un hueco entre la Jornada de Ensayos, cuyo objetivo inicial era atender las técnicas de caracterización y control de puesta en obra pero que cada año ha ido ganando peso en aspectos técnicos más amplios, a la Jornada Nacional de Asefma cuya temática responde a la estrategia sectorial que corresponda anualmente.

La I Jornada Digital de Asefma no tiene su razón de ser por el formato que se va a emplear para su desarrollo y difusión del evento sino por su contenido. Convencidos de que la transformación digital ya está aquí para quedarse, esta Jornada va a ser su escaparate anual de proyección.

Las últimas Jornadas nacionales han abordado la transformación digital del sector. La XIII Jornada Nacional de Asefma, año 2018, fue dedicada a “La transformación digital del sector y el Asfalto 4.0”. En la XIV Jornada Nacional de Asefma, año 2019, se hicieron confluir estos 3 conceptos y ejes de desarrollo en una misma Jornada Nacional: “Asfalto 4.0, clave en la conservación preventiva y en la reducción de emisiones de CO2”. Más allá de la necesidad de acelerar la transformación digital, hay compromisos medio ambientales concretos de nuestra sociedad y parecía muy oportuno debatir sobre las estrategias de aplicación de la conservación de carreteras, como uno de los pilares del estado de bienestar.

Dicho esto, la I Jornada Digital de Asefma tampoco pretende ser únicamente un descriptivo de tecnologías digitales existentes sino que su aspiración es mostrar anualmente al sector los avances y aplicaciones reales que ya existen en nuestro sector. Por tanto, una vocación global, digital y muy práctica aplicada al sector de la pavimentación.

Es una muestra más de la evolución que ha venido impulsando Asefma desde el año 1996. La I Jornada Nacional de Asefma fue la primera ocasión en que en lugar, de los típicos libros con las ponencias, Asefma entregó un pen-drive con el contenido de todas las ponencias. Más tarde, año 2012, en la II Jornada de Ensayos de Asefma se realizó la pri-

mera emisión en streaming de un evento técnico con un hashtag específico.

En el año 2009 Asefma apostó muy fuerte por impulsar las redes sociales por lo que, poco a poco, ha ido creciendo en influencia digital hasta convertirse hoy en día, en la Asociación Nacional del sector de mayor influencia digital del mundo. Pues bien, ahora damos un nuevo impulso más creando la I Jornada Digital de Asefma. Esperamos que esta iniciativa sea bien recibida y esta Jornada se convierta en la palanca tractora digital y transformadora del sector.

FABRICANTE Y DISTRIBUIDOR DE EQUIPOS PARA INGENIERIA CIVIL

ANALIZADOR AUTOMÁTICO DE ASFALTO

El analizador asfáltico Infratest funciona como un sistema estanco (consumo de disolvente <20 ml por extracción) al contrario de los sistemas no estancos (consumo es > 500 ml por extracción.)!!!

BENEFICIOS

- Sistema estanco único
- Consumo y emisión de disolvente minimizado aprox. 1/10
- Extracción rápida – aprox. 35 min y comprende el secado
- Resultados reproducibles y asegurados
- Ambiente totalmente limpio

Programado para 3 disolventes:

- Tricloroetileno (Tri)
- Diclorometano
- Tetracloroetileno (Per)

Para la extracción

- Mezclas normales de carreteras
- Mezclas modificadas con goma
- Utilización con disolventes no inflamables



PAV - HORNO DE TRATAMIENTO DE ENVEJECIMIENTO

NORMAS EN 14769 • ASTM D652 • AASTHO R28



EQUIPO PARA ENVEJECIMIENTO DE PROBETAS ASFÁLTICAS (SATS)

NORMA 12697-45



RTFOT HORNO DE ENSAYO DE PELÍCULA DELGADA (ROLLING THIN FILM OVEN TEST)

Normas En 12607-1
ASTM D2872 • AASHTO T240



Mecánica Científica S.A. Fabricante de equipos para ensayos de:

- ARIDOS • SUELOS • CEMENTOS • AUSCULTACION DE FIRMES / VIAS • ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS
- ROCAS • HORMIGONES • LIGANTES • MEZCLAS BITUMINOSAS

iLIDER EN CALIDAD!

Tengan cuidado ahí fuera



Ángel Sampedro
 Prof. Dr. Ingeniería de
 Carreteras, Universidad Alfonso
 X el Sabio
 @angelsampi

Comienzo titulado estas reflexiones recordando al sargento Esterhaus (Michael Con-rad), con la frase que hizo famosa la serie “Canción triste de Hill Street”, emitida durante los años ochenta, porque creo que se identifica muy bien con el estado de ánimo en el que nos encontramos cuando parece que vamos a pasar a la segunda fase de la situación excepcional provocada por la pandemia del coronavirus COVID-19.

Como sociedad, vamos a pasar al momento más difícil, el de asomar la cabeza y empezar a ver un panorama que ya hemos ido intuyendo en mayor o menor medida. Y antes de que nos atrevamos a soñar con el mundo que dejamos hace tan solo poco más de un mes y medio, y que ahora nos parece tan lejano, invadidos por la nostalgia de lo vivido, quiero compartir unas reflexiones sobre el sector de la pavimentación, que podrían extenderse al de la ingeniería civil en su conjunto.

De repente, nos hemos visto inmersos en una crisis social, de salud, económica y política muy grave, en la tragedia colectiva más grave que nos ha tocado vivir a una generación, y que está afectando de lleno, y de una forma muy triste e inhumana, a quienes habían vivido ya, directa o indirectamente, la anterior tragedia colectiva que supuso nuestra Guerra Civil.

Como en cualquier crisis, son muchas las enseñanzas y oportunidades que deberíamos analizar e intentar aprovechar. Pero en este caso, según mi opinión, son tres, relacionadas entre sí, las que nuestro sector debe acometer de una forma más urgente: la seguridad y salud, la transformación digital, y la recuperación del sitio que corresponde a nuestra actividad.

En primer lugar, desde el punto de vista de la seguridad y salud en el trabajo, esta pandemia nos está recordando que existen unos requisitos y procedimientos de prevención que, más allá de meros trámites administrativos monótonos y molestos, deben suponer unos medios eficaces y fundamentales para reducir los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales, garantizando las condiciones del trabajo.

La Salud y el Bienestar son los Objetivos de Desarrollo Sostenible nº 3, definidos en la Agenda 2030, y ahora más que nunca debemos darnos cuenta de su importancia sobre las actividades que desarrollamos, debiendo prevalecer en todo momento.

No debemos olvidar, por ejemplo, que un virus tan común y habitual como el de la gripe afecta todos los años en España a más de 500.000 personas, es responsable del 20% de las bajas laborales y provoca más de 6.000 muertes. Es un buen momento para reflexionar sobre la efectividad que podría tener el adoptar medidas de higiene y protección que ahora estamos utilizando de forma habitual para evitar los contagios (mascarillas, gafas, higiene, distancias...) y que antes observábamos extrañados en muchos turistas asiáticos o en películas apocalípticas.

En segundo lugar, esta emergencia nos ha obligado a recluirnos y a intentar trabajar y vivir en modo online, a distancia y desde casa, lo cual ha sido posible gracias a las tecnologías disponibles (TICs). ¿Alguien se imagina esta pandemia hace tan solo 20 años?. ¿Y antes de internet, en esos años ochenta en los que ya el sargento Esterhaus nos recomendaba precaución extrema al salir a la calle?...

En muchos casos, gracias a estrategias de transformación digital llevadas a cabo con anterioridad, estamos siendo capaces de mantener nuestras actividades al 120 por cien, y aquí pongo por caso el de mi actividad docente. En la universidad hemos continuado con el curso, de forma completamente digital, y así lo vamos a concluir, con garantía de que nuestros alumnos están adquiriendo las competencias y conocimientos establecidos. Y aunque a día de hoy no sea la mejor forma posible, tanto para los profesores co-

Tengan cuidado ahí fuera

mo para los alumnos, sí ha resultado ser una forma adecuada a las circunstancias que nos ha tocado vivir.

De la misma manera se están abordando las jornadas y eventos del sector (#IRMD2020, #JornadaSMA, #JornadaDigitalAsefma) que, recordando que no es la mejor forma de entre las posibles, sí podemos decir que están resultando muy interesantes y a nadie le debe caber ninguna duda de que nos están acercando al futuro.

Por lo tanto, esa transformación digital por la que muchos (desde esta revista y ASEFMA especialmente) llevamos años abogando, como estrategia básica de cualquier sector unida a la innovación y sostenibilidad, se nos ha hecho ahora necesaria y urgente, mostrando la gran cantidad de ventajas que puede suponer su implantación en cualquier organización, pública o privada, sobre sus procesos y servicios habituales.

Al autor hay momentos digitales que le están recordando mucho a la implantación del correo electrónico, ¿sabremos luego seguir trabajando sin ello?. No cabe duda de que esta crisis está suponiendo un impulso para la transformación digital de nuestra sociedad, y sin posibilidad de retorno.

Ahora bien, no se debe olvidar que la transformación digital sigue pasando, independientemente del grado de urgencia de su aplicación y desarrollo, por las personas, y por lo tanto solo lograrán transformarse de verdad aquellas organizaciones que sepan establecer un organigrama de implantación formado por aquellos miembros que sean "más digitales", coincida o no con el organigrama ejecutivo.

De no ser así, replicarán otra situación también relacionada con la aparición de internet y vivida por el autor de esta tribuna, en aquellos años en los que las decisiones sobre el desarrollo de la primera página web de la empresa recaían en los directivos que no usaban ordenador.

Por último, y como premisa básica para que podamos poner en marcha todo lo anterior, nuestro sector debe reclamar a la sociedad el sitio que le corresponde, y muy especialmente ante el panorama económico que se presenta para los próximos años.

Si bien es verdad que muchos sectores de nuestra economía sueñan con volver a la situación inicial, al minuto cero antes de declararse el estado de alarma, el sector viario en particular, y el de la ingeniería civil en general, no pueden conformarse con una situación en la que el reconoci-

miento en forma de inversiones no llegaba al mínimo necesario.

Durante esta crisis, el servicio prestado por nuestras carreteras y servicios anexos (restauración, logística, etc.), así como el resto de infraestructuras, ha mostrado su carácter de servicio público esencial y necesario. Debemos unirnos y aprovechar este momento para reivindicar ante la sociedad lo que significan de verdad estos servicios, que se han mostrado como parte esencial de nuestro pretendido estado del bienestar, mostrando el valor añadido que aportan las adecuadas y necesarias inversiones para garantizar sus condiciones óptimas.

Incluso, muchas de ellas son consideradas, y así se han comportado, como infraestructuras críticas, que son aquellas cuya interrupción o destrucción tendría un impacto mayor en la salud, la seguridad o bienestar económico de los ciudadanos o en el eficaz funcionamiento de las instituciones del Estado y de las Administraciones Públicas, según define el Plan Nacional de Protección de Infraestructuras Críticas.

A ello debemos sumar el efecto multiplicador que podría tener sobre la economía la necesaria reactivación de los proyectos y obras pendientes de ejecutar, así como realizar las inversiones necesarias para un mantenimiento y conservación adecuados de nuestra red de carreteras.

Aprovechando que tras las crisis todas las sociedades tienden a replantearse sus prioridades, podemos estar ante una ocasión única para recordar a la sociedad el valor añadido y esencial que aportan los servicios prestados por las infraestructuras y los trabajadores implicados en ellas.

Intentemos, por lo tanto, más que volver al mundo donde lo dejamos, ocupar el puesto que nos debería corresponder por derecho en ese nuevo mundo que tendremos que reconstruir entre todos.

Nota del autor: Esta tribuna corresponde a unas reflexiones previas del autor sobre el sector de la pavimentación, que más tarde han sido ampliadas al conjunto de la ingeniería civil, y que han sido publicadas en la edición digital del diario ABC: https://www.abc.es/opinion/abci-angel-sampedro-rodrigue-tengan-cuidado-fuera-202005011100_noticia.html

GASTO SOCIAL



Andrés Pérez de Lema
 Editor Revista
 Asfalto y Pavimentación
 @andresperezlema

"Más gasto social para Sanidad, Educación, Carreteras..."

Es ilusionante escuchar en campaña como nos incluyen en la Santísima Trinidad de las necesidades básicas del ciudadano.

No me hace especial ilusión que me llamen "gasto", primero porque es ciertamente lo contrario. Somos inversión, generadores de riqueza y segundo, porque los impuestos que genera el sector, se apartan de ser una carga para el Estado, además del retorno que supone vertebrar a todo el país.

Pero ya que me meten en el saco del gasto social, aceptaremos "resignados" entrar en el reparto.

Ana Pastor se ahorró en "gasto social" casi 1.000 días que estuvimos sin obras en clave 32 de mantenimiento de firmes. Ábalos ha dado sobradas muestras de tener bastante más "sensibilidad social" que su predecesora, con una batería de licitaciones que se vieron truncadas de golpe el pasado Mayo ante una nueva convocatoria de elecciones.

Ahora bien, todo este "gasto social" ha de mantenerse con unas inversiones proporcionales al valor patrimonial de nuestras infraestructuras. Paradójicamente aún siendo "gasto social", no dejamos de ser unos extraordinarios recaudadores de impuestos con un eterno problema de financiación.

Sobre la mesa ya tenemos la Euroviñeta, ¿basta este pequeño/gran óbolo para resolver esta situación? Está más claro que el caldo de un asilo que no!

No sólo no me fío de que tenga un destino finalista, es que es muy goloso y no estoy muy seguro de que nuestro sistema lo permita.

Nos podemos encontrar que nos van a aumentar los impuestos de los carburantes, nos van a subir el impuesto de circulación, nos van a poner la Euroviñeta y nos vamos a quedar como las vacas mirando el tren, porque toda esa ingente cantidad de dinero se destinará, una vez más, a financiar nuestro deficitario y arruinado sistema de pensiones.

No puedo cerrar mi Tribuna sin hacer referencia a cómo le puede afectar al sector el Estado de Alarma creado por el COVID19.

Muy al contrario de lo que pudiera parecer, es una ocasión y un escenario extraordinario para relanzar, aprovechar y potenciar nuestra actividad. Estamos en mínimos históricos del precio del betún, las calles diáfanas y expeditas, los aeropuertos sin tráfico aéreo, Europa provisionando el mayor plan de inversiones desde la II Guerra Mundial y una necesidad alarmante de creación de empleo.

En estos momentos difíciles nos sorprenden con agilidad felina, los casos de un Feijoo en Galicia reiniciando obras y un Almeida aprovechando para pavimentar las calles de Madrid con ansia viva.

Es ahora cuando el Ábalos que tanta "sensibilidad social" había mostrado en sus comienzos debe abandonar cualquier tentación Amarrategui, dar un paso al frente y dirigir su Ministerio como ariete en la recuperación de toda la actividad económica.

En **Ferrovial Agroman** y **Ditecpesa** apostamos por la economía circular; con materiales de larga duración como el **betún para climas extremos BCE**, reciclando **pavimentos con betunes con rejuvenecedores** o fabricando **betunes modificados con polvo de neumático fuera de uso**.



Y ahora,
desarrollando el primer
pavimento asfáltico del mundo para el guiado del coche autónomo, donde éste se convertirá en la forma más eficiente para resolver los problemas de movilidad y emisiones actuales en el futuro cercano.

Ditecpesa es una empresa dedicada al desarrollo, fabricación y comercialización de productos asfálticos; betunes asfálticos, betunes asfálticos modificados con polímeros, emulsiones y pavimento para el guiado del coche autónomo.

Crecimiento basado en la Innovación

Contacto en:
ditecpesa@ferrovial.com
+34 91 879 69 30

www.ditecpesa.com

ditecpesa

Una empresa Ferrovial

Emulsiones modificadas para mezclas templadas de mejores prestaciones

Vicente Pérez Mena,

María del Mar Colás Victoria,
marimar.colas@cepsa.com

Antonio García Siller,

Jorge Ortiz Ripoll,
jortiz@arno.es
Xavier Crisen Grau

Las técnicas de fabricación de mezclas asfálticas a baja temperatura suponen un importante avance por su contribución a la disminución del impacto ambiental.

Especialmente interesante resulta la fabricación de mezclas templadas con emulsión bituminosa que permiten además medias y altas tasas de fresado, contribuyendo a una mayor ecoeficiencia.

Las mezclas templadas pueden presentar un comportamiento mecánico adecuado para soportar las sollicitaciones del tráfico pesado y pueden ser tenidas en cuenta como una solución innovadora y medioambiental muy interesante para la pavimentación de los firmes asfálticos. No obstante, debido a diversos factores, las prestaciones finales de las mezclas templadas no siempre llegan a alcanzar las de las mezclas en caliente, especialmente cuando se utilizan betunes modificados.

Aunque no existen aún muchas experiencias de aplicación en obra de mezclas templadas discontinuas, se considera que estas serían adecuadas para ser aplicadas en capa de rodadura y que, fabricadas con emulsiones modificadas, podrían alcanzar prestaciones similares a las de las mezclas discontinuas en caliente.

En este artículo se presentan los avances realizados en el desarrollo de emulsiones modificadas especialmente diseñadas para la fabricación de mezclas templadas de alto desempeño, y su aplicación en mezclas continuas, tipo AC y discontinuas tipo BBTM. El trabajo se ha realizado en el marco del proyecto REUTRANS para el desarrollo de mezclas bituminosas fabricadas a baja temperatura, que contemplan además la reutilización de materiales recuperados de pavimentos envejecidos, y que demuestre que son aptas para su empleo en capas de rodadura en vías de cualquier categoría de tráfico.

Palabras Clave: Baja temperatura, mezclas bituminosas templadas, material fresado, emulsión bituminosa, mejora prestacional.

The techniques of manufacture of asphalt mixtures at low temperature represent an important advance in their development due to their contribution to the reduction of the environmental impact.

Especially interesting is the production of half-warm mixes with bituminous emulsion that allow medium and high RAP rates that would contribute to a greater ecoefficiency .

The half-warm mixes can present a mechanical behavior as satisfactory as hot mixes which makes them suitable for heavy traffic and which can be taken into account as an innovative and very interesting solution for asphalt paving the pavements. However, due to various factors, the performance of half-warm mixes does not always reach those of hot mixes, especially when polymer modified bitumens are used.

Although there are not still many experiences of application in discontinuous half-warm mixes, it is considered that these would be suitable to be applied as the wearing course and that, manufactured with polymer modified emulsions, they could reach similar performances to those of discontinuous hot mixes.

This article presents the advances made in the development of polymer modified emulsions specially designed for the manufacture of high performance half-warm mixes, and their application in continuous, type AC, and discontinuous, type BBTM, mixes. The work has been carried out on the framework of the

Emulsiones modificadas para mezclas templadas de mejores prestaciones

REUTRANS project for the development of asphalt mixes manufactured at low temperature, which also contemplate the reuse of materials recovered from aged pavements, and which prove that they are suitable for use in different road courses at any traffic intensity.

Keywords: Low temperature, half-warm bituminous mixes, reclaimed asphalt pavements (RAP), Bituminous emulsion, performance improvement.

1. LOS ENSAYOS BASADOS EN EL RENDIMIENTO

Aunque el lanzamiento como tal de las técnicas templadas ha tenido lugar hace poco más de una década, las mezclas bituminosas fabricadas en plantas en caliente pero utilizando como ligante una emulsión bituminosa ya se emplearon hace muchos lustros para dar solución a problemas de envuelta de áridos muy sucios o meteorizados, para conseguir una cohesión inicial más alta, reducir el consumo de emulsión de las mezclas por un mejor aprovechamiento de la misma, etc. Sin embargo, en la actualidad esta técnica se presenta como una opción muy interesante en base a los buenos resultados de las obras realizadas en lo referente a las características mecánicas de estas mezclas templadas y al empuje que se está dando a todas las técnicas que contribuyan a la sostenibilidad de los pavimentos asfálticos.

Este proceso de fabricación permite una apertura al tráfico inmediata, eliminándose el periodo de maduración necesario en las mezclas en frío, antes de extender la siguiente capa del firme.

Por todo ello, el empleo de emulsiones bituminosas para la pavimentación de carreteras mediante técnicas templadas puede considerarse como una de las innovaciones más destacadas en los países industrializados. Estas técnicas se basan en la fabricación de las mezclas asfálticas a temperaturas inferiores a 100°C, gracias al empleo de emulsiones bituminosas, lo que supone una ventaja medioambiental por las menores emisiones que se generan hasta su aplicación y por el menor consumo de combustibles en su fabricación.

Las mezclas templadas son mezclas asfálticas constituidas por una combinación específica de áridos calentados generalmente entre 90-110°C y una emulsión asfáltica, que será la adecuada para cada aplicación. En sus inicios, la mayor experiencia se centró en mezclas drenantes y mezclas recicladas, si bien, comienza a haber experiencias también con mezclas cerradas, continuas y discontinuas.

Las mezclas templadas presentan un comportamiento me-

cánico tan satisfactorio como el de algunas mezclas en caliente lo que las hace adecuadas para soportar las solicitaciones del tráfico pesado y que puedan ser tenidas en cuenta como una solución innovadora y medioambiental muy interesante para la pavimentación de los firmes asfálticos.

No obstante, en algunos casos, no se consiguen las mismas prestaciones que con el caliente, principalmente porque el ligante residual de las emulsiones convencionales empleadas suele tener menor consistencia que los betunes empleados para fabricar mezclas en caliente.

Aunque no existen aún muchas experiencias de aplicación en obra de mezclas templadas discontinuas, se considera que estas serían adecuadas para ser aplicadas en capa de rodadura y que, fabricadas con emulsiones modificadas, podrían llegar a alcanzar prestaciones similares a las de las mezclas discontinuas en caliente. Su principal aplicación sería la construcción de capas de rodadura, con unas buenas características de macrotextura, que permitan la circulación de los vehículos de una forma cómoda y segura.

En este contexto, se ha puesto en marcha un proyecto de investigación para desarrollar mezclas bituminosas fabricadas a baja temperatura con emulsiones modificadas que contemplen además la reutilización de materiales recuperados por fresaado de pavimentos envejecidos, para que pueda demostrar que son aptas para su empleo en capas de rodadura en vías de cualquier categoría de tráfico.

Con el nombre de REUTRANS, este proyecto ha sido calificado como mejor propuesta entre las más de 60 que fueron presentadas en la última convocatoria de la Agencia de Residuos de Cataluña, en el marco del Programa de Fomento de la Economía Circular 2016. En 2017 se realizaron los ensayos de caracterización de materiales y de formulación de nuevos ligantes y mezclas bituminosas. Adicionalmente, durante el mes de Julio de 2017 se efectuaron las primeras pruebas de producción en central y extendido en un banco de pruebas, donde se fabricaron y extendieron mezclas bituminosas templadas tipos AC y BBTM con diferentes tasas de reciclado. Los resul-

tados se presentan en este artículo. En 2018 estaba previsto construir algún tramo experimental en carreteras abiertas al tráfico pero en el momento de redacción de este artículo, no se ha hecho.

2. OBJETIVO

El principal objetivo de las técnicas templadas es la reducción de las temperaturas de fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas que tiene varios efectos beneficiosos. Por un lado, se pretende un ahorro económico considerable pues el consumo de combustible, es uno de los factores de mayor peso en el coste de producción de las mezclas. Por otro, el menor consumo de combustibles supone una disminución lineal de las emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂). Finalmente, la reducción de la temperatura supone unas condiciones de trabajo, especialmente para los operarios del extendido, mucho mejores que las habituales. Sin embargo, esta reducción de temperatura debe realizarse sin afectar de forma apreciable la calidad y las características mecánicas de las mezclas, lo que no es sencillo.

Para dar solución a este objetivo se lanzaron varias líneas de investigación entre las que podemos destacar, por su incidencia en nuestro país, la utilización de mezclas templadas, en las que

se utiliza como ligante una emulsión bituminosa para fabricar mezclas en una planta en caliente, trabajándose a temperaturas en torno a 100 °C (véase en la Figura 1, donde se sitúan estas mezclas con respecto a otras en lo que se refiere a la temperatura de fabricación). El objetivo pretendido no es otro que fabricar mezclas asfálticas que aúnen las ventajas de las técnicas en caliente y de las técnicas en frío.

Con esta técnica se pretende la fabricación de mezclas asfálticas con menor consumo de energía durante su fabricación y cuyas características mecánicas alcancen cotas similares a las mezclas en caliente tradicionales, incluso en el caso de aquellas que se emplean en capas de rodadura para las que es pertinente el empleo de emulsiones modificadas con polímeros.

3. MEZCLAS TEMPLADAS DE MEJORES PRESTACIONES

3.1 Mezclas Templadas de altas prestaciones: Generalidades

Son mezclas bituminosas fabricadas en plantas de mezclas en caliente pero utilizando como ligantes una emulsión bituminosa modificada con polímeros elastoméricos. La emulsión podrá tener o no fluidificantes dependiendo del tipo de mez-

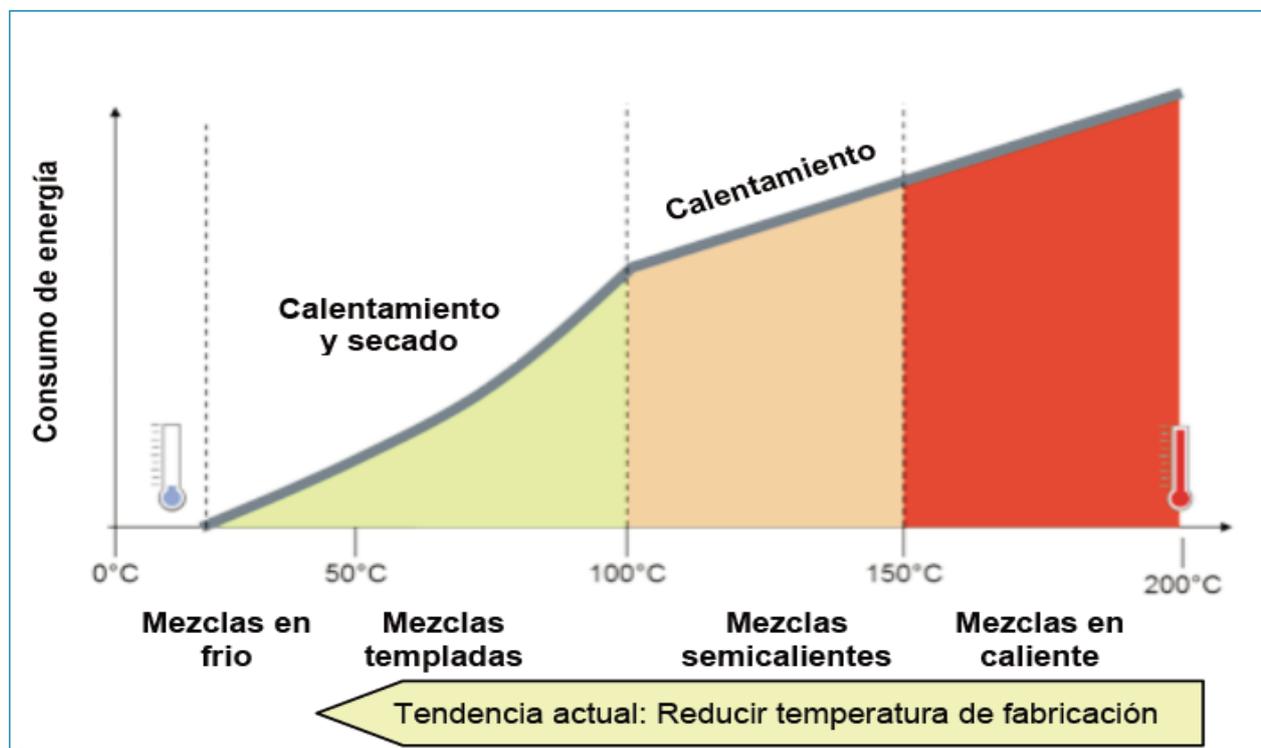


Figura 1: Clasificación de tipos de mezclas asfálticas por su temperatura de fabricación (Fuente: EAPA)

cla y capa del firme a la que se destine. En cualquier caso, el ligante residual tendrá, entre otras características, la de no escurrir a las temperaturas que se fabrique la mezcla y mejorar las prestaciones de las mezclas templadas con respecto a las abiertas en frío tradicionales, especialmente en lo relativo al tiempo de apertura al tráfico y a la cohesión de la mezcla. En este grupo de mezclas, podríamos incluir aquellas que presentan un importante número de huecos en su composición, y por lo tanto cierta criticidad en la cohesión.

Las mezclas bituminosas templadas continuas presentan granulometrías equivalentes a las del tipo Hormigón Bituminoso AC (Norma UNE-EN 13108-1), mientras que las mezclas bituminosas templadas discontinuas son aquellas cuyos áridos presentan una discontinuidad granulométrica muy acentuada en los tamaños inferiores del árido grueso. La granulometría correspondiente a este tipo de mezclas es la del tipo BBTM B (Norma UNE-EN 13108-2)

La temperatura de los áridos será habitualmente inferior a 100°C, realizándose la envuelta en el tambor de la planta continua o bien en el mezclador de las discontinuas. La emulsión se introducirá mediante una bomba convencional ya que la temperatura de ésta podrá estar comprendida entre 20°C-60°C dependiendo de la viscosidad de la emulsión a emplear.

Los áridos serán de machaqueo y cumplirán las mismas exigencias que se requieren para las mezclas bituminosas en caliente destinadas a capas de rodadura. También se podrá utilizar fresado de mezclas envejecidas acopiados en planta en proporciones inferiores al 20% de la mezcla.

La temperatura mínima de extendido y compactación de la mezcla podrá variar, según el tipo de mezcla rondaría los 60°C, pudiendo acopiarse en algunos casos durante 24 horas.

3.2 Ventajas de la producción de mezclas bituminosas a bajas temperaturas

La reducción de la temperatura de fabricación de las mezclas bituminosas reúne un importante número de ventajas técnicas, económicas y ambientales, entre las que pueden citarse las siguientes:

1. Menor consumo de combustible, como consecuencia de una disminución de la demanda energética en la central de fabricación.
2. Menores emisiones de CO₂ en la central, en correspondencia con el menor consumo de combustible.

3. Menores emisiones de humos y olores durante la fabricación, transporte y puesta en obra de la mezcla bituminosa, es decir, mejores condiciones de trabajo para los operarios ocupados en esas labores.
4. Menor envejecimiento a corto plazo del betún (que supone, habitualmente, la mayor proporción del envejecimiento total sufrido por un betún a lo largo de su vida útil) y, por tanto, mayor durabilidad de la mezcla bituminosa puesta en obra.
5. Mayor trabajabilidad de la mezcla bituminosa durante más tiempo, es decir, posibilidad de alcanzar mayores distancias de transporte y/o de prolongar las operaciones de compactación sin perjudicar las propiedades del pavimento construido.
6. Menor tiempo de enfriamiento hasta alcanzar la temperatura ambiente y, como consecuencia, menores esperas para permitir la circulación del tráfico sobre el nuevo pavimento construido.
7. Mayor facilidad para la incorporación de fresado y en tasas más elevadas, puesto que se reducen las necesidades de sobrecalentamiento de los áridos de nueva aportación para alcanzar la temperatura precisa en la mezcla.
8. Mejores expectativas para su futura reutilización: cabe esperar que las mezclas bituminosas templadas sean reciclables sin la necesidad de recurrir a betunes con rejuvenecedores, como es habitual en el caso de reciclados de mezclas bituminosas en caliente, gracias al menor envejecimiento que sufre el betún durante la fabricación de la mezcla y el que cabe esperar que tenga la mezcla al final de la vida útil del pavimento.

Este conjunto de ventajas hacen que las tecnologías de producción de mezclas bituminosas a bajas temperaturas deban considerarse entre las mejores técnicas disponibles, es decir, tecnologías económica y técnicamente viables, capaces de evitar o reducir las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente (Directiva 2010/75/UE). Por esta razón constituyen, sin ninguna duda, una tendencia tecnológica actual en la producción de mezclas bituminosas.

Todas estas ventajas, unidas a la mejora en la calidad de los ligantes utilizados, como la contemplada en este proyecto, permitirán avanzar en el desarrollo de las mezclas templadas logrando las mejores prestaciones posibles para estos materiales.

4. ESTUDIO DE LAS MEZCLAS TEMPLADAS

Se debe partir de los materiales granulares a emplear, cuyas características detallaremos después. En el estudio se calientan estos previamente a 90°C, para hacer la mezcla con la emulsión mediante ensayos de envuelta en el laboratorio y fabricando después series de probetas con diferentes dosificaciones que se someten a los ensayos habituales de las mezclas en caliente, para determinar el óptimo de ligante residual a emplear en la mezcla.

Se estudian dos tipos de mezclas diferentes una AC16 S R20 y una BBTM 11B R20, ambas fabricadas con áridos ofíticos y un 20 % de material recuperado por fresado de pavimentos envejecidos.

4.1 Materiales

En estas mezclas bituminosas templadas de mejores prestaciones, los componentes principales son los áridos, el material fresado y el ligante bituminoso (emulsión asfáltica modificada), pudiendo admitirse aditivos reguladores de la rotura de la emulsión y/o de adhesividad, en caso necesario.

Para el estudio que se presenta se utilizaron los siguientes materiales:

Áridos:

- Gravilla 12/20 de naturaleza ofítica (Cantera Soriana)
- Gravilla 5/11 de naturaleza ofítica (Cantera Soriana)
- Arena 0/6 de naturaleza ofítica (Cantera Soriana)

Material fresado:

El material fresado corresponde a una mezcla de diferentes capas de firmes asfálticos que se ha cribado en planta por una malla de 12,5 mm.

Realizada la recuperación de ligante de dicho fresado, se obtuvieron los siguientes resultados:

El contenido del ligante del material fresado era de 4,7 % s/ árido y sus características:

- Penetración: 4x 0,1 mm
- Punto de Reblandecimiento: 80°C

La granulometría del fresado (tras extracción del ligante) y de los áridos vírgenes se recogen en la Figura 2.

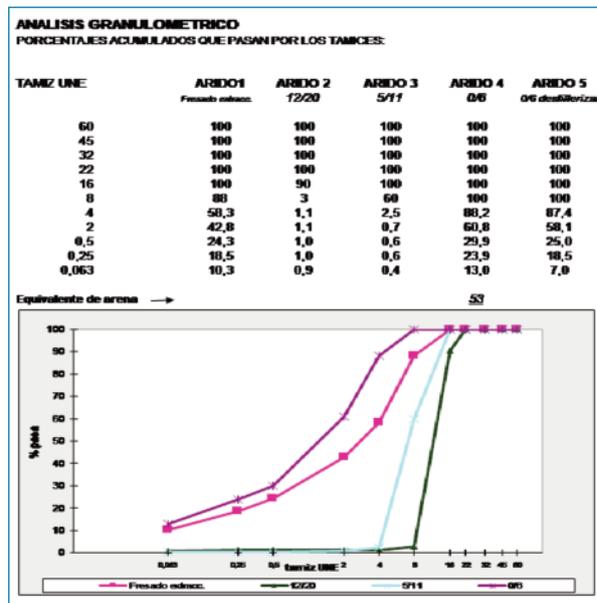


Figura 2. Granulometrías de áridos y fresado

Emulsión asfáltica:

En este artículo se presenta el resultado del desarrollo de una emulsión especial, capaz de envolver la mezcla de áridos vírgenes y fresado, sin deteriorarse por efecto de choque térmico y, al mismo tiempo, proporcionar a la mezcla una gran cohesión inicial, una adhesividad activa y pasiva elevada y una manejabilidad suficiente para su aplicación con los equipos convencionales.

Se trata de una emulsión bituminosa catiónica modificada con polímeros tipo C60BP4 MBC, fabricada a partir de un betún modificado especial para su aplicación mediante la técnica templada.

Las características de la emulsión modificada diseñada específicamente para su empleo en la fabricación de estas mezclas templadas se recogen en la Tabla 1 y Figuras 3 y 4, mientras que sus especificaciones se recogen en la Tabla 2 adjunta.

*Ver resultados en figura adjunta:

Adicionalmente, se ha analizado el tamaño de partícula de la emulsión con un granulómetro láser (aplicando el modelo de dispersión de Mie). Como muestra la Figura 4, se trata de una emulsión bituminosa modificada con un tamaño de partícula medio de 4,43 micras que tendrá suficiente estabilidad y capacidad de envuelta de los áridos de la mezcla asfáltica.

Tabla 1. Características de la emulsión C6oBP4 MBC

| Característica | Norma UNE-EN | Valor |
|--|--------------|------------|
| Contenido de ligante por cont. en agua | 1428 | 60.3% |
| Residuo de tamizado (0,5 mm) | 1429 | 0.02% |
| pH | 12850 | 2.05 |
| Tiempo de fluencia (2 mm, 40 °C) | 12846-1 | 35 |
| Índice de rotura | 13075-1 | 164 |
| Adhesividad | 13614 | 90 |
| Contenido de ligante por destilación | 1431 | 61% |
| Penetración s/residuo destilación | 1426 | 52 dmm |
| Punto de reblandecimiento s/residuo destilación | 1427 | 58 °C |
| Cohesión (péndulo Vialit)* s/residuo destilación | 13588 | 0,89 J/cm2 |
| Recuperación elástica s/residuo destilación | 13398 | 60% |
| Penetración s/residuo evaporación | 1426 | 55 dmm |
| Punto de reblandecimiento s/residuo evaporación | 1427 | 60 °C |
| Cohesión (péndulo Vialit)* s/residuo evaporación | 13588 | 0,97 J/cm2 |
| Recuperación elástica s/residuo evaporación | 13398 | 58% |

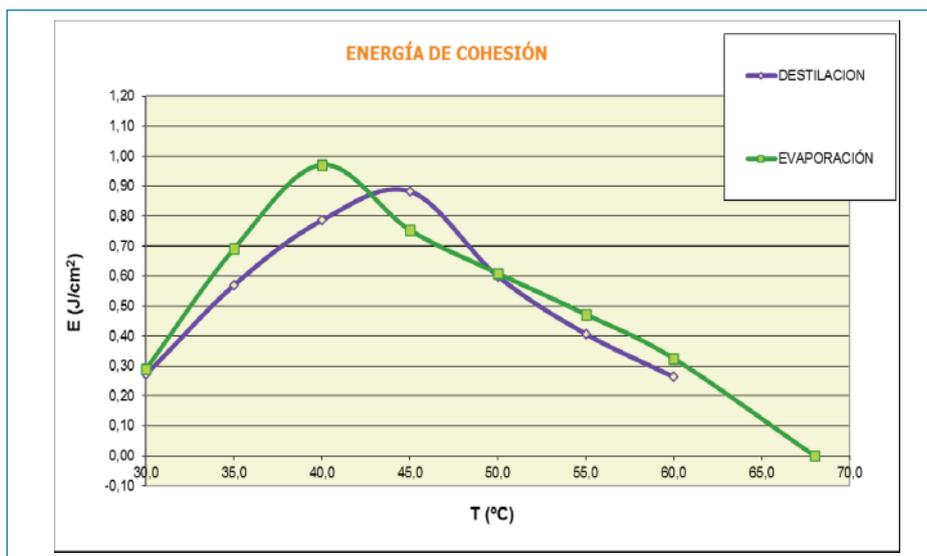


Figura 3. Resultados del ensayo de cohesión mediante Péndulo (UNE-EN 13588) de los diferentes ligantes residuales ensayados en la emulsión

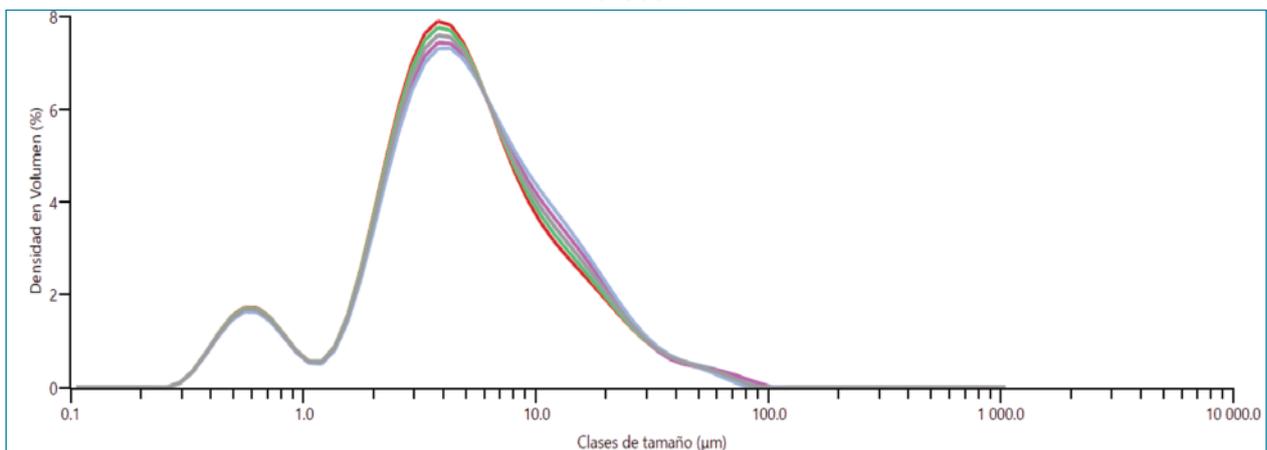


Figura 4. Distribución granulométricas de las partículas de betún en la emulsión

Tabla 2. Especificaciones de la emulsión C60BP4 MBC

| Característica | Unidad | Norma UNE EN | Mín. | Máx. |
|--|-------------------|--------------|----------|------|
| Emulsión Original | | | | |
| Polaridad de las partículas | - | 1430 | Positiva | |
| Índice de rotura | | 13075-1 | 110 | 195 |
| Contenido de ligante por cont. en agua | % | 1428 | 58 | 62 |
| Tiempo de fluencia (2 mm, 40 °C) | s | 12846-1 | 15 | 70 |
| Tendencia a la sedimentación (7 días) | % | 12847 | - | 10 |
| Residuo de tamizado (0,5 mm) | % | 1429 | - | 0,1% |
| Adhesividad | % | 13614 | 90 | - |
| Residuo por destilación según UNE EN 1431 | | | | |
| Penetración (25°C) | 0,1mm. | 1427 | - | 100 |
| Punto de reblandecimiento | °C | 1426 | 50 | - |
| Cohesión (péndulo Vialit) | J/cm ² | 13588 | 0,5 | - |
| Recuperación elástica a 25°C | % | 13398 | DV | |
| Residuo por evaporación según UNE EN 13074-1 | | | | |
| Penetración (25°C) | 0,1mm. | 1426 | - | 100 |
| Punto de reblandecimiento | °C | 1427 | 50 | - |
| Cohesión (péndulo Vialit) | J/cm ² | 13588 | 0,5 | - |
| Recuperación elástica a 25°C | % | 13588 | DV | |

4.2 Composición de las mezclas templadas

A continuación se recogen en la Tabla 3 y en las Figuras 5 y 6 las composiciones y curvas granulométricas de las dos mezclas estudiadas (AC 16S R20 y BBTM 11B R20):

Tabla 3. Dosificación de las mezclas AC 16 S R20 y BBTM 11B R20

| | AC 16 S R20 | BBTM 11B R20 |
|-------------------|-------------|--------------|
| Arena 0/6 [%] | 25 (*) | 16 |
| Gravilla 5/12 [%] | 30 | 42 |
| Grava 12/20 [%] | 25 | 22 |
| Fresado [% s/a] | 20 | 20 |
| Emulsión [% s/a] | 6.5 | 7.0 |

(*) Arena parcialmente desfillerizada

4.3 Ensayos de las mezclas

Para la fabricación en laboratorio se compuso la granulometría indicada en las Figuras 5 y 6, intentando simular el proceso de planta y se calentaron los áridos a 125°C para facilitar la transferencia de calor de estos al fresado, que se encuentra a

temperatura ambiente, y así obtener una mezcla de áridos vírgenes más fresado a unos 90-100 °C. En ese momento, se añadió la emulsión y se procedió a la envuelta y posterior fabricación de los distintos tipos de probetas según el ensayo a realizar.

La realización de las probetas y el procedimiento de ensayo posterior se realiza de forma similar al de una mezcla en caliente convencional, con la diferencia de la temperatura de compactación en laboratorio, que estará comprendida, entre 85-95°C. En la Tabla 4 se presenta un resumen de los resultados obtenidos:

Se observa que en el ensayo de sensibilidad al agua la mezcla discontinua se queda algo justa de resistencia conservada, sin embargo en la comprobación con el Cántabro tras inmer-

Emulsiones modificadas para mezclas templadas de mejores prestaciones

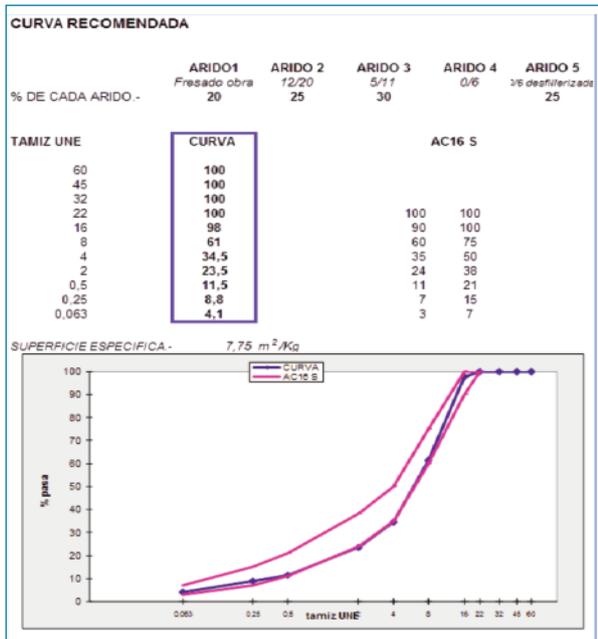


Figura 5. Composición y curva granulométrica de la mezcla AC 16S

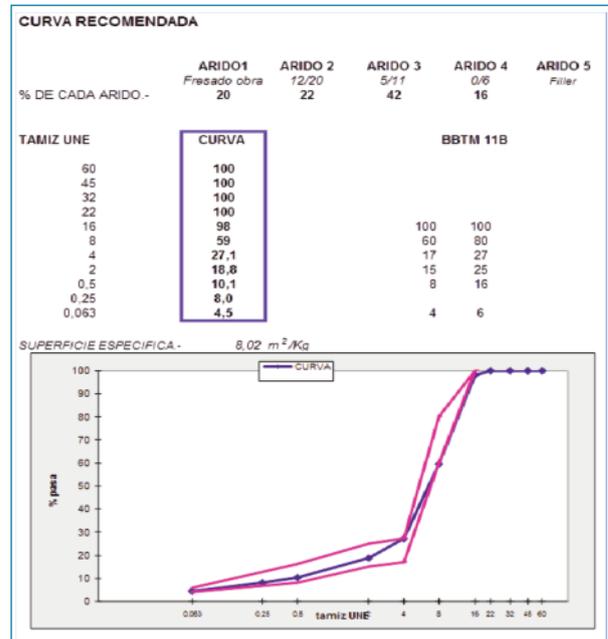


Figura 6. Composición y curva granulométrica de la mezcla BBTM 11B

Tabla 4. Resultados obtenidos para las mezclas estudiadas

| Característica | AC16 S R20 | BBTM 11B R20 |
|---|------------|--------------|
| % s/a Emulsión | 6.5 | 7 |
| % ligante total | 4.8 | 5.1 |
| Sensibilidad agua | | |
| R. seco (MPa) | 1.431 | 1.038 |
| R. tras inmersión (MPa) | 1.238 | 0.886 |
| R. conservada (%) | 86.5 | 85.3 |
| Cántabro húmedo (%) | - | 13 |
| Densidad geom. g/cm3 | 2.364 | 2.223 |
| Densidad s.s.s. g/cm3 | 2.494 | - |
| Compactación giratoria | | |
| Giros necesarios para conseguir una densidad similar a la geom. por impacto. Compactación a 90°C. | 47 | |
| Giros necesarios para conseguir una densidad similar a la geom. por impacto. Compactación a 65°C. | 84 | - |
| Huecos mezcla estimados (%) | 5 | 14 |
| Ensayo en pista de laboratorio | | |
| WTS | 0.179 | 0.199 |
| PRD (%) | 8.4 | 8.7 |
| Módulo (MPa) | 3540 | 1900 |

sión se obtienen unos valores muy buenos que nos aseguran un buen comportamiento.

En el ensayo en pista aunque no se cumplen las especificaciones de las mezclas en calientes, se pueden considerar unos resultados aceptables y mejores de lo que se suelen obtener en

mezclas similares.

Aunque el módulo de rigidez no es un ensayo determinante para las capas de rodadura si nos puede dar idea de su comportamiento en el firme. Como era de esperar el módulo de la mezcla AC es bastante más elevado que el de la BBTM, sien-

do el primero similar a una mezcla tipo AC 16G fabricada en caliente y el segundo correspondiente a una mezcla muy flexible como son las BBTM.

Con la compactación giratoria hemos podido comparar la compactabilidad de la mezcla a diferentes temperaturas. Como densidad de referencia se ha tomado la de las probetas Marshall con 75 golpes por cara realizadas a 90°C.

5. ADAPTACIONES DE UNA CENTRAL DE FABRICACIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE PARA LA PRODUCCIÓN DE MEZCLAS TEMPLADAS

Aunque existen algunas centrales que se han concebido específicamente para la producción de mezclas templadas, todavía es más frecuente que esta tecnología se emplee en centrales de mezclas bituminosas en caliente que se han adaptado para la producción indistinta de ambos tipos de mezclas (calientes y templadas). Las adaptaciones necesarias deben estudiarse en cada caso concreto, pues dependen de la configuración de la central (continua o discontinua), del tipo de quemador y del combustible utilizado, y hasta de la configuración de los equipos de aspiración y depuración de los gases de la combustión. También dependen, naturalmente, del alcance de la reducción de temperatura pretendida. En general, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1. La planta debe disponer de un sistema de mezclado que pueda ser regulado de manera que resulte adecuado para trabajar con diferentes tiempos de mezclado tanto en seco (solo áridos combinados y, en su caso, material de fresado) como en húmedo (mezcla de los anteriores con la emulsión). De este modo es posible adecuar el proceso para una envuelta adecuada de los áridos y, en su caso, material de fresado, en la mezcla. Cuando se trata de una planta de fabricación de régimen discontinuo, es necesario contar con un sistema de almacenamiento previo de áridos, tipo tolvas en caliente (al menos tres) a las que llegará el material previamente clasificado en las correspondientes fracciones y constarán de un sistema de dosificación ponderal independiente. En el caso de procesos continuos, debe haber un control ponderal de la masa de áridos (y material de fresado, en su caso) y su humedad, previo a la dosificación de la emulsión bituminosa.

2. La central debe calentar los áridos a temperaturas inferiores a las propias de una producción convencional. Este hecho puede requerir efectuar ajustes o modificaciones en el que-

mador del tambor secador y reducir la producción horaria típica de la producción en caliente. En la Figura 7 se muestra el conducto dispuesto para la extracción adicional de aire caliente del tambor secador en una central discontinua.

3. Cuando se utilizan emulsiones bituminosas debe preverse que su introducción, desde el tanque de almacenamiento hasta la mezcladora de la central de fabricación, no se realice por una línea calefactada por los circuitos de aceite térmico ya que ello produciría una rotura prematura de la emulsión. Para ello ha de cancelarse la circulación de aceite térmico por los serpentines o sectores necesarios, o dirigir y pesar la emulsión bituminosa mediante conductos y básculas independientes de los empleados cuando se emplean betunes asfálticos,

4. A pesar de la reducción de temperatura en la fabricación de estas mezclas, los gases de la combustión deben alcanzar el filtro de mangas a temperaturas suficientemente elevadas (>100 °C) como para que no tengan lugar condensaciones que impidan su normal funcionamiento. Para ello puede ser preciso conducir directamente hacia el filtro de mangas una cierta proporción de aire más caliente que el que se obtiene después del intercambio térmico con los áridos, aspirándolo desde otros puntos más próximos al quemador de la central.

5. En el caso de mezclas que lleven una fracción de material fresado en su composición, especialmente en tasas media o alta (>50%), este material se debe clasificar en fracciones de modo que la fracción más fina se trate a temperatura ambiente y pueda ser alimentada directamente a la mezcladora de la planta (véase en Figura 8)

6. RESULTADOS PRUEBAS DE FABRICACIÓN Y EXTENDIDO

En Julio de 2017 se realizaron pruebas de fabricación en la planta de Estopiñan, de diferentes mezclas templadas con una emulsión catiónica modificada con polímeros tipo C60BP4 MBC especialmente diseñada para mezclas templadas sin fresado o con un porcentaje bajo (20%). Dicha emulsión cumplía las especificaciones recogidas en la tabla 2.

Las pruebas de fabricación realizadas, en orden cronológico, fueron las siguientes:

- Una bañera de AC16 R20 con un 6,6% de emulsión s/a
- Una bañera de AC16, sin fresado
- Una bañera de BBTM 11B R20 con un 7% de emulsión s/a

Emulsiones modificadas para mezclas templadas de mejores prestaciones

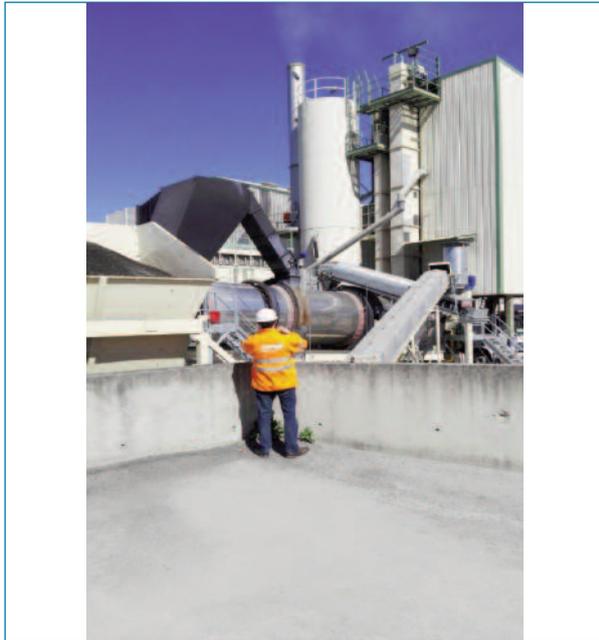


Figura 7: Conducho para extracción adicional de aire caliente del tambor secador en una central discontinua



Figura 8: En primer término, tolva para la incorporación de una fracción de material fresado, a temperatura ambiente, directamente a la mezcladora.

- Una bañera de BBTM 11B sin fresado

Observaciones:

Las mezclas se fabricaron a unos 95°C y fueron extendidas en torno a los 75°C

Se produjo atasco del filler en la salida hacia la báscula por la humedad del mezclador en la segunda bañera.

La emulsión bituminosa de altas prestaciones C60BP4 MBC se alimentó al mezclador a una temperatura de 60-70°C.

La mezcla AC16 R20 se fabricó con un 6,6% de emulsión s/a mientras que la mezcla BBTM 11B R20 se fabricó con un 7,0% de emulsión s/a.

En general, se detecta un buen aspecto de las mezclas fabricadas.

El fresado se introduce frío (pasado por el tambor sin encender) en el silo en caliente de la planta y aquí toma una temperatura de 58°C.

En la primera producción de mezcla, los áridos fueron calentados hasta 140°C (por encima de la temperatura de diseño) de modo que la mezcla de estos con el 20% de material fresado quedó a 117°C. En las siguientes pruebas se intentó reducir esta temperatura de la mezcla hasta situarla por debajo de los 100°C.

A continuación en las figuras 9 y 10 se muestran las curvas granulométricas de los materiales y de las mezclas fabrica-

das con el 20% de fresado. En las tablas 5 y 6 se muestran los resultados obtenidos en los ensayos de control de calidad realizados sobre las mezclas templadas AC16 R20 y BBTM 11B R20 producidas.

Transcurridos dos meses de la realización de las pruebas en planta se planificó una extracción de testigos y la medida de la textura de las mezclas templadas fabricadas.

La medida de la profundidad de la macrotextura superficial del pavimento se realizó mediante el ensayo del círculo de arena según la norma EN 13036-1. En la tabla 7 adjunta se pueden ver los resultados de las medidas obtenidas para cada tipo de mezcla templada y en las figuras 11 y 12 algunas fotografías tomadas en este control de la unidad terminada.

7. CONCLUSIONES

La tecnología de producción de mezclas asfálticas en templado permite trabajar a temperaturas en torno a los 100 °C, obteniéndose mezclas con características similares a las mezclas bituminosas en caliente, gracias al empleo de emulsiones modificadas con polímeros y betunes de consistencia algo más elevada de lo habitual.

Esta reducción de las temperaturas de fabricación y extensión, permiten reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

| Productos | % Ligante s/mezcla | % Ligante s/aridos | Referencia del componente (origen de los rellenos) |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|--|
| FILLER RECUPERACION alfintrame | 3.0 % | 3.2 % | CEMOSA 3983 |
| 0/6 alfintrame | 22.6 % | 23.1 % | alfarras B5092912 |
| 6/14 alfintrame | 29.2 % | 31.6 % | alfarras B5092910 |
| 14/22 alfintrame | 20.3 % | 22.1 % | alfarras B5092911 |
| Fresado 0/12.5 alfintrame | 18.8 % | 20.0 % | |
| STYEMUL CL-2 90 (C60 BP4) PROAS | 6.1 % | 6.5 % s/a | |

| Obligación | 0.063 | 0.25 | 0.5 | 2 | 4 | 8 | 16 | 22.4 |
|------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Media | 4.00 | 8.62 | 12.39 | 25.08 | 37.16 | 63.14 | 95.06 | 100.00 |
| Máximo | 7 | 15 | 21 | 38 | 50 | 75 | 100 | 100 |
| Visado | 4.1 | 8.8 | 11.5 | 23.5 | 34.5 | 61 | 98 | 100 |
| Mínimo | 3 | 7 | 11 | 24 | 35 | 60 | 90 | 100 |
| Desviación | 0.10 | 0.18 | 0.89 | 1.58 | 2.66 | 2.14 | 2.94 | 0.00 |
| Coef. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

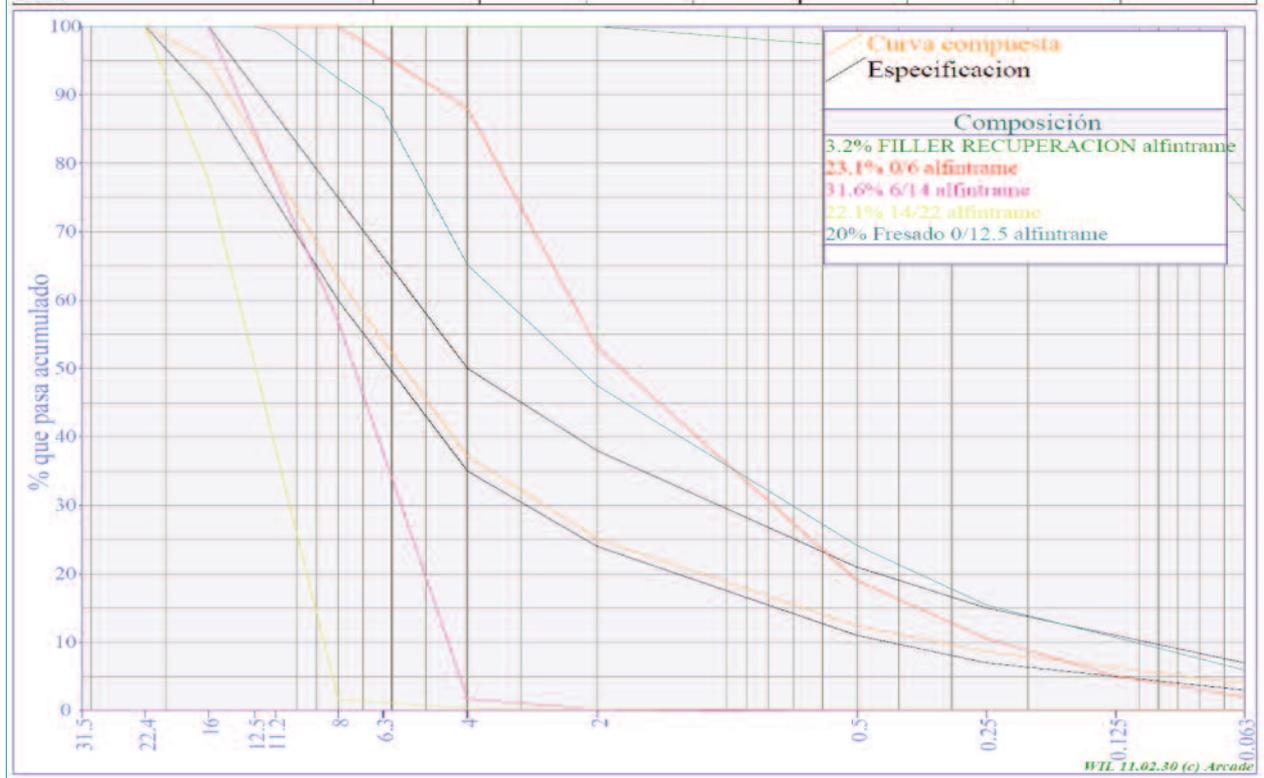


Figura 9: Análisis granulométrico de los áridos, material fersado y de la AC16 R20

Tabla 5. Resultados obtenidos para las mezclas AC16 R20

| Ensayos realizados | Laboratorio 1 | Laboratorio 2 |
|--|--|---|
| Contenido de ligante extraído UNE-EN 12697-1 | 4,63% s/m | 4,8% s/a |
| Huecos mezcla | 5,1% | |
| Densidad s.s.s. | 2507 kg/m3 | 2494(*) |
| Relación filler/betún | 1,2 | |
| Granulometría extracción | Tamiz %pasa 22,4--100 16--90,3 8--63,6 4--42,2 2--29,7 0,5--15,3 0,25--11,4 0,063--6 | Tamiz %pasa 22,4--100 16--98 8--61 4--34,5 2--23,5 0,5--11,5 0,25--8,8 0,063--4,1 |

Emulsiones modificadas para mezclas templadas de mejores prestaciones

Caracterización ligante extraído UNE-EN 12697-3

| | | |
|--|------------|-------------|
| Penetración a 25 °C UNE-EN 1426 | | 23 . 0,1 mm |
| P. reblandecimiento UNE-EN 1427 | | 65,3 °C |
| Módulo dinámico. UNE-EN 12697-26 (anexo C) | | 3540 MPa |
| Densidad geométrica | 2507 kg/m3 | 2369 kg/m3 |
| Ensayo en pista.- | | |
| WTS | 0,132 | 0,179 |
| RD | 3,5 mm | 3,2 mm |

dero así como un ahorro considerable de energía, además de Aunque los resultados obtenidos en laboratorio son bue-

| Productos | % Ligante s/mezcla | % Ligante s/aridos | Referencia del componente (origen de los resultados) |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|--|
| Filler aportación alfintrame | 3.7 % | 3.0 % | alfarras B6060301 |
| 0/4 Intrame Soriana alfintrame | 7.9 % | 9.0 % | alfarras B5100801 |
| 6/14 alfintrame | 63.2 % | 68.0 % | alfarras B5092908 |
| Fresado 0/12.5 alfintrame | 18.7 % | 20.0 % | |
| STYEMUL CL-2 90 (C60 BP4) PROAS | 6.5 % | 7 % s/a | |

| Obligación | 0.063 | 0.5 | 2 | 4 | 8 | 11.2 | 16 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Media | 4.77 | 10.48 | 18.57 | 25.68 | 71.04 | 99.09 | 100.00 |
| Máximo | 6 | 16 | 25 | 27 | 80 | 100 | 100 |
| Visado | 4.5 | 8 | 18.8 | 27.1 | 59 | 98 | 100 |
| Mínimo | 4 | 8 | 15 | 17 | 60 | 90 | 100 |
| Desviación | 0.27 | 2.48 | 0.23 | 1.42 | 12.04 | 1.09 | 0.00 |
| Coef. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

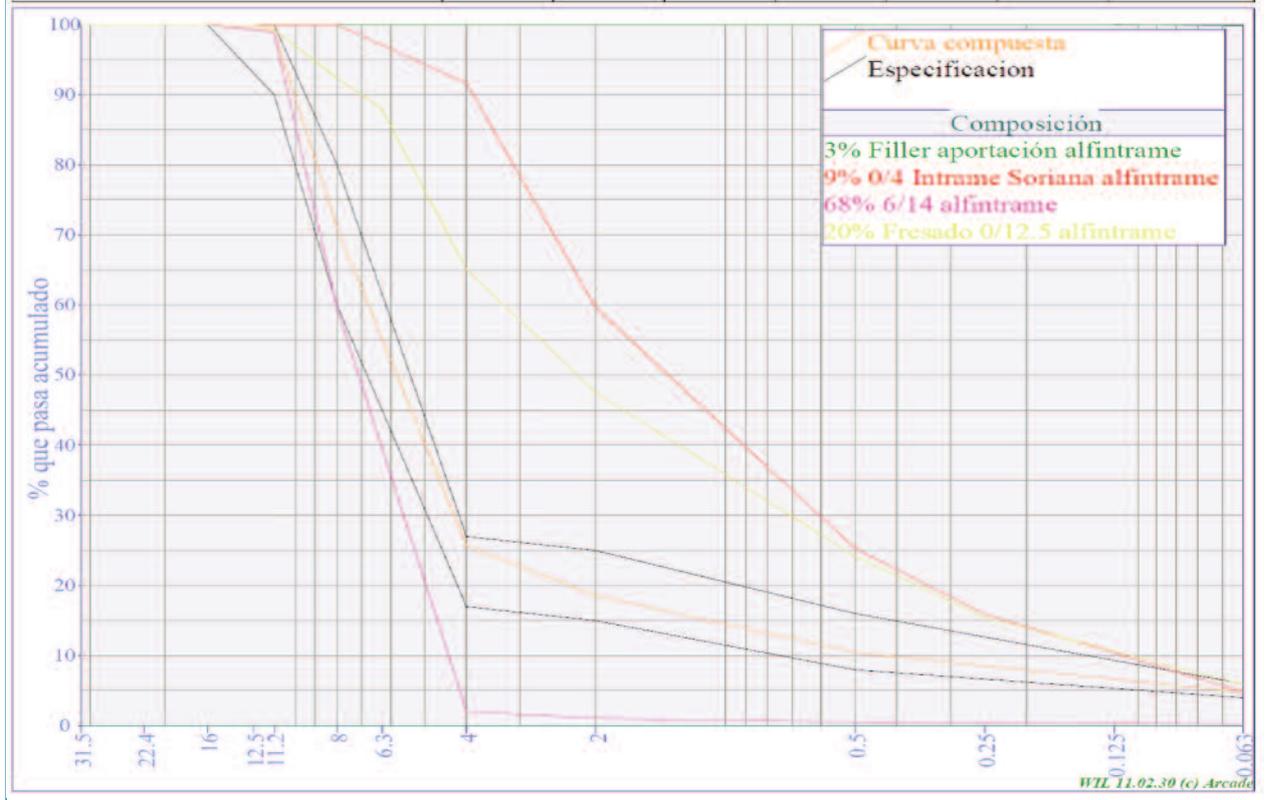


Figura 10: Análisis granulométrico de los áridos, material fresado y de la BBTM 11B R20

permitir mejores condiciones de trabajo para el personal de obra, especialmente valoradas cuando se emplean en una zona cálida y en época estival.

nos, se considera que muchos de ellos mejorarán considerablemente en un tramo de obra por la mayor energía de mezclado en planta y de compactación en la puesta en obra

Tabla 6. Resultados obtenidos para las mezclas BBTM 11B R20

| ENSAYOS | Mínimo | Valor | Máximo | Norma |
|---------------------------------------|--------|---------------|--------|-------------------------|
| Huecos mezcla | 12.0 | 19.9 % | 18.0 | UNE-EN 12697-8:2003 |
| Huecos rellenos | | 27.9 % | | UNE-EN 12697-8:2003 |
| Densidad máxima. Procedimiento volu | | 2744 Kg/m3 | | EN 12697-5:2002+A1:2007 |
| Densidad aparente por el metodo hidro | | 2197.00 Kg/m3 | | UNE-EN 12697-6:2003+A1 |
| Relación F/B | 1.0 | 1.5 | 1.2 | |
| Contenido en ligantes | 4.60 | 3.76 % | 5.20 | |
| Extracción de aglomerado | | No conforme | | |
| Análisis granulométrico | | | | |
| Masa | | | | |
| Tamiz (mm) | Mínimo | % que pasa | Máximo | |
| 16.000 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| 11.200 | 90.00 | 99.40 | 100.00 | |
| 8.000 | 60.00 | 63.30 | 80.00 | |
| 4.000 | 17.00 | 24.10 | 27.00 | |
| 2.000 | 15.00 | 17.20 | 25.00 | |
| 0.500 | 8.00 | 10.30 | 16.00 | |
| 0.063 | 4.00 | 5.70 | 6.00 | |

Tabla 7. Resultados de textura de las mezclas

| Característica | Norma UNE- | Tipo de mezcla templada | |
|--------------------------------|------------|-------------------------|--------------|
| | | AC16 R20 | BBTM 11B R20 |
| Macrotextura superficial* (mm) | EN 13036-1 | 0,8-1,1 | 1,3-1,5 |

(*) Medidas realizadas sobre testigos tomados en la planta dos meses después de la prueba.



Figura 11: Extracción de testigos para la medida de la textura de las mezclas



Figura 12: Detalle de la medida del círculo de arena

posterior.

Los resultados obtenidos en la fabricación industrial de mezclas templadas tipo AC con el 20% de fresado suponen una mejor resistencia a la formación de roderas y todos los parámetros ensayados son adecuados para este tipo de mezclas, incluida la textura evaluada mediante el círculo de arena. En el caso de las mezclas tipo BBTM será necesario hacer ajustes en futuras fabricaciones para conseguir el contenido óptimo de ligante y de huecos requerido para estas mezclas.

Se requiere aplicar estas mezclas en obra para testarlas en rodadura y observar principalmente la resistencia a las deformaciones plásticas y la cohesión inicial de estas mezclas de cara a su empleo en carreteras con circulación de vehículos pesados.

8. REFERENCIAS

- [1] Lesueur, T., Marín, M.A. (2008). "Disminuir la temperatura de fabricación de las mezclas bituminosas en caliente: Las mezclas templadas", II Congreso Nacional de Medio Ambiente en Carreteras.
- [2] Manuales de Consulta de Tecnología en Frío – CEPASA PROAS.
- [3] Monografía de Mezclas Templadas con emulsión – ATEB. (2014)
- [4] Colás, M.M. "Técnicas templadas con emulsión bituminosa", IV Congreso Andaluz de Carreteras.
- [5] Monographies d'études et de recherches (1998), LCPC. Revue Général de les Routes.
- [6] Ministerio de Fomento, "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes PG-3"
- [7] Norma UNE-EN 13108-1:2007 "Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 1: Hormigón bituminoso"
- [8] Norma UNE-EN 13108-2:2007 "Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales: Parte 2: Mezclas bituminosas para capas delgadas".

UNE-EN 12697-33:2020

Elaboración de probetas con compactador de placa

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

Javier Loma, javierloma@padecasa.com

Padecasa

1. Objeto y principio del ensayo

Método de compactación para la fabricación de probetas de mezclas bituminosas fabricadas en planta o laboratorio con forma paralelepípedas para su posterior ensayo o corte. La fabricación se puede controlar por la aplicación de energía o también para un volumen o contenido en huecos en la mezcla determinado.

La norma permite la utilización de 3 métodos diferentes: compactación con un equipo con una o dos ruedas con neumático, utilizando un rodillo de acero (permite 3 procedimientos distintos) o empleando un compactador de segmento. En esta ficha nos fijaremos en el compactador de segmento que es el más utilizado en España.



Foto 1. Compactador de rueda neumática.



Foto 2. Compactador de segmento.

2. Método operativo

Preparación de la muestra. Cálculo de la masa de mezcla bituminosa a preparar:

$$M = 10^{-6} \times L \times l \times e \times \rho_m \times \left(\frac{100 - v}{100} \right)$$

Donde:

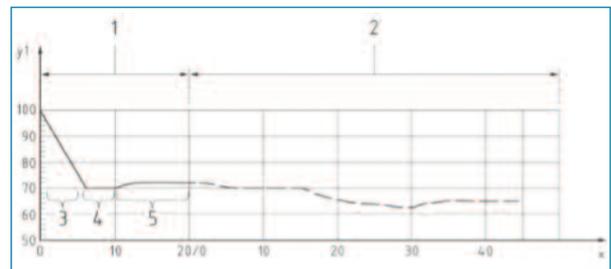
- M es la masa de la placa, en kilogramos (kg);
- L es la longitud interior del molde, en milímetros (mm);
- l es la anchura interior del molde, en milímetros (mm);
- e es el espesor final de la placa, en milímetros (mm);
- ρ_m es la densidad máxima de una mezcla bituminosa, en megagramos por metro cúbico (Mg/m³);
- v es el contenido de huecos en mezcla en la placa, en porcentaje

Acondicionamiento del molde. Precalentar el molde registrando las temperaturas empleadas.

Aplicar los productos antiadherentes no miscibles con el ligante en el molde y placa de base y verter la mezcla sobre una superficie de papel, procurando no se queden adheridos a las paredes y evitando segregaciones térmicas y granulométricas. Se comprobará que una vez llenado el molde la temperatura de la mezcla debe ser la especificada en la norma EN 12697-35.

Compactación de las probetas a realizar con movimiento suave y continuo, completando el proceso en un plazo máximo de 5 minutos tras el llenado del molde. La velocidad que debe rodar el segmento sobre la mezcla será de 200 ± 100 mm/s. Hay varios formatos posibles:

- a) Precompactación con control de altura y compactación principal por control por fuerza.
 - Precompactación, control por altura. Compactación controlada por desplazamiento. Se aplica carga vertical hasta alcanzar un valor de 10 ± 1 N por mm de ancho de placa.
 - Compactación, control por fuerza. Se aplica una secuencia de pasadas de nivelación (15 pasadas con fuerza constante), de compactación (15 pasadas con fuerza creciente) y de descarga (15 pasadas con fuerza decreciente). Puede variarse el número de pasadas si en la compactación no se obtiene homogeneidad en los valores de densidad.
- b) Compactación con control de altura. El rodillo desciende hasta alcanzar una fuerza de $3,84 \pm 0,38$ N/mm, disminuyendo la altura de la mezcla a razón de $0,25 \pm 0,05$ mm por cada pasada hasta alcanzar la altura objetivo.
- c) Compactación con energía de compactación controlada. Variación de la carga según el contenido de huecos obtenido.



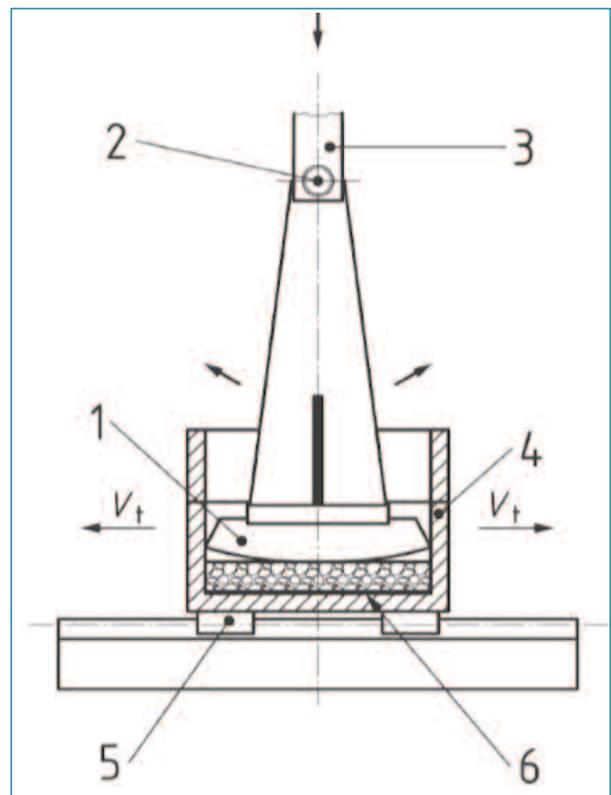
Ejemplo gráfico de la secuencia de compactación con el número de pasadas (x) y la altura de la probeta (y).

El desmoldeado de la probeta se efectúa cuando la mezcla está fría.

3. Equipamiento

Equipo de compactación de rodillo de segmento de acero. Molde de compactación rectangular de acero y un rodillo de segmento. El radio del rodillo debe estar comprendido entre 350 mm y 550 mm y sus dimensiones deben ajustarse a las dimensiones de los moldes empleados. La superficie de contacto del segmento y las superficies interiores del molde se deben poder calentar. El dispositivo estará unido al dispositivo de aplicación de la carga.

Esquema de compactación de rodillo con segmento.



Leyenda

1. Rodillo de segmento
2. Centro del segmento/ centro de rotación
3. Pistón de carga
4. Molde de compactación
5. Patines horizontales que permiten la rodada sin deslizamientos del segmento
6. Placa de acero que forma parte de la instalación de desmoldeo

4. Puntos Críticos

El compactador de mezclas de rodillo es un equipo de gran envergadura y con un coste elevado.

Con estos equipos se fabrican probetas de mezclas bituminosas con características homogéneas para su ensayo con diferentes metodologías, pero requiere realizar un proceso previo de calibración y ajuste de las condiciones de compactación, formalizando un protocolo de funcionamiento.

5. Comentarios

Aunque la norma de ensayo no lo indica, para la compactación de las probetas de mezcla es preciso disponer de equipos adicionales, como es una estufa de calentamiento de materiales, báscula de pesaje, termómetros, espátulas, etc....

Se debe realizar un informe de ensayo donde se recoja, al menos, la siguiente información: tipo de mezcla, lugar de fabricación, tipo de mezclado, fecha de fabricación y compactación, dimensiones de la probeta, método de compactación, condiciones y la densidad.

Esta metodología de compactación se emplea en la fabricación de probetas para el ensayo de rodadura o también para la extracción de placas o testigos utilizados en otro tipo de ensayos mecánicos, como fatiga o rigidez.

En España se ha llevado a cabo un importante ensayo interlaboratorio en el que han participado varias empresas de Asefma (Asociación de Empresas Fabricantes de Mezclas Asfálticas de España) y Aleas (Asociación de Laboratorios de Empresas de Asefma) y coordinado por el Cedex (Centro De Estudio y Experimentación) con el objetivo de evaluar el funcionamiento de diferentes equipos de compactación comercializados en España.

En el intercomparativo se han evaluado dos tipos de equi-

pos con funcionamiento mediante la aplicación de escalones con incremento de carga y otros equipos con un funcionamiento con control por carga-desplazamiento en la probeta. Se ha verificado la importancia de compactar a una densidad predefinida (>98% de la densidad de referencia), sin llegar a comprobar si los procedimientos de compactación analizados tienen influencia en los resultados de los ensayos posteriores (en este caso el ensayo de rodadura).

6. Bibliografía

- UNE-EN 12697-6 Densidad aparente de probetas de mezclas bituminosas.
- UNE-EN 12697-8. Determinación de los huecos en probetas de mezclas bituminosas.
- UNE-EN 12697-13. Medición de la temperatura.
- UNE EN 12697-22. Ensayo de rodadura.
- UNE EN 12697-35. Mezclado en laboratorio.
- UNE EN 12697-36. Determinación del espesor de las probetas

El compactador de rodillo metálico permite fabricar probetas paralelepípedas de grandes dimensiones. Es un sistema de compactación similar a la realizada en la obra pero requiere la verificación previa del equipo y ajuste del proceso.

THERMO⁺

Quieres reducir
emisiones con
garantías ?

Ravasol THERMO+ Aditivo líquido vegetal de nueva generación, con propiedades tensoactivas que permite reducir las temperaturas de fabricación y extendido.

Para cualquier información adicional, contactar con asphalt@ravagochemicals.com o visitar nuestro sitio web: www.ravagochemicals.com

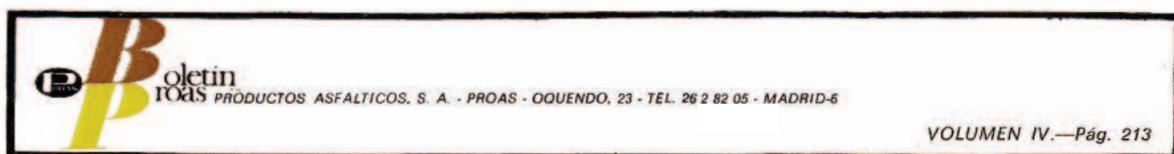


ravasolTM
ASPHALT

Your road to solution

Mirando al pasado

Documento publicado en Enero -febrero de 1976.



COMENTARIO DE ACTUALIDAD

En unas recientes «Jornadas Nacionales sobre Firmes y Pavimentos» organizadas por la Asociación Española de la Carretera, se pasó de nuevo revista a los principales aspectos técnicos del proyecto, construcción y explotación de los pavimentos rígidos y flexibles.

En relación con los pavimentos flexibles, quizás sea interesante recordar la observación hecha por uno de los conferenciantes como de pasada, al hacer una digresión del tema básico de su conferencia (que era el comportamiento elástico de los firmes flexibles) indicando que el comportamiento de las mezclas asfálticas es en los pavimentos totalmente asfálticos apreciablemente mejor que en los pavimentos mixtos, es decir, en los que contienen capas no asfálticas, especialmente si estas capas no asfálticas contienen

aglomerantes hidráulicos. Esta observación ciertamente no es nueva puesto que corresponde a un hecho bien conocido pero que sin embargo, cae en el olvido frecuentemente. Sólo cabe esperar que alguien se decida a realizar el ensayo de construir un tramo relativamente importante de carretera nueva con PTA, equipando la obra de forma adecuada para obtener las máximas ventajas del procedimiento, esto es, extendiendo el aglomerado en capas lo más gruesas posible y ejecutando la obra con el acortamiento máximo de los plazos de construcción. En ese momento se comprobará que el procedimiento permite conseguir un pavimento de calidad elevadísima a un precio sorprendentemente bajo en relación con lo que podría esperarse teniendo en cuenta los precios habituales de las unidades de obra.

Otro tema que se tocó en uno de los coloquios fue la posibilidad o conveniencia de que en España se introduzcan las plantas de aglomerado con secador-mezclador. Este tipo de plantas, como nuestros lectores saben muy bien, es de aparición relativamente reciente y al parecer presentan ventajas que están dando lugar a una difusión bastante rápida en el mundo. No tienen clasificación ni dosificación de áridos en caliente, lo que contribuye de forma apreciable al abaratamiento de la producción, pero, como consecuencia, es necesario que la alimentación se haga a partir de unos acopios de áridos fríos de bastante regularidad en sus características.

Al parecer, para que este tipo de plantas pueda utilizarse en España es preciso una homologación previa mediante la realización de una obra con comprobación de la calidad del material obtenido. Dado lo costoso y arriesgado que esto podría resultar para un constructor individual, pensamos que quizás fuera conveniente encontrar un medio más sencillo para que fuera posible utilizar este tipo de unidades que posiblemente permitiría una reducción en los costes de producción de las mezclas. Es tema, sin embargo, que a quien más de cerca afecta es a la Administración de Carreteras, a los productores de mezclas asfálticas y a los fabricantes de maquinaria.



LA
CARRETERA
DEL
FUTURO

PATOLOGÍAS DE LOS PAVIMENTOS.

ENTREGA 09.

Andrés Costa

Miembro Comité Revista Asfalto y Pavimentación

5.18. Patología de baches

5.18.1 DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA

Se trata de una cavidad o desnivel localizados con cierta profundidad originado en las carreteras por diferentes causas, de forma irregular y de diferentes tamaños.



Figura 115. Ejemplos de la patología de baches.

5.18.2 CAUSAS DE LA PATOLOGÍA

Esta patología se puede producir por diferentes causas según en qué etapa se produzca. Así, se pueden distinguir:

a) Causas relacionadas con el estado estructural del firme.

La aparición de un bache puede ser la consecuencia final de la evolución de otros deterioros. Por ejemplo, la piel de cocodrilo por desintegración y arranque de los materiales del pavimento, provocado por el tránsito de vehículos, da lugar finalmente a un bache.

También pueden aparecer baches debido a la existencia de puntos débiles en el propio firme, lo cual suele ser muy frecuente en vías urbanas, como es el caso de las tapas de alcantarillas mal ejecutadas o bien en reparaciones de servicios inadecuadamente realizadas. En cualquier caso, el bache se refleja siempre en la capa de rodadura o pavimento.

b) Causas relacionadas con la fabricación de la mezcla bituminosa.

Un inadecuado proceso de fabricación de una mezcla bituminosa puede provocar la aparición de baches debido principalmente a segregaciones en la misma por temperatura de fabricación inferior a la requerida para su puesta en obra, o bien por envejecimiento del betún a elevadas temperaturas de fabricación, o también por la presencia de pequeñas masas de áridos inadecuados, por ejemplo, presencia de arcillas o exceso de finos.

c) Causas relacionadas con la puesta en obra.

En este caso, la aparición de este defecto en el firme puede estar asociado a deficiencias en el saneo y acondicionamiento previo de la superficie, que actuará como soporte de la mezcla bituminosa, por ejemplo en un recrecimiento. También, puede deberse a:

- Un defectuoso drenaje.
- Falta de compactación de la mezcla en zonas puntuales.

- Zonas localizadas con poco espesor.
- Problemas o fallos en el riego de adherencia.



Figura 116. Más ejemplos de la patología de baches.

d) Causas externas al proceso de asfaltado.

Deterioros producidos por algún accidente de tráfico o vandalismo (quema de neumáticos, contenedores, etc...), por derrames de aceites o carburantes o en zonas de parada de la cisterna de riego donde, en ocasiones, se forman charcos de emulsión, y que posteriormente no han sido saneados de forma adecuada.

Por el propio proceso de envejecimiento de la mezcla que ocurre durante su vida en servicio, aunque estructuralmente este bien el firme, la mezcla al ir envejeciendo se va volviendo frágil, fisurándose y perdiendo árido por el tránsito de vehículos y finalmente aparece el bache.

5.18.3 INCIDENCIA DE LA PATOLOGÍA EN LA VÍA Y EN EL USUARIO

Un bache en una carretera puede ser la causa de un acci-

dente, debido tanto al intentar esquivarlo como si se pisa por la pérdida del control del vehículo, especialmente grave para los motoristas y ciclistas. También puede dar lugar a accidentes diferidos, debidos a deterioros no visibles causados a la estructura interna del neumático en el impacto contra el borde de salida del bache, que pueden dar lugar a un reventón de aquél días después.

Un bache en una vía urbana donde se circula a velocidad moderada o en caminos peatonales (paso de peatones, caminos de bicis, etc.) también es un peligro ya que puede provocar rotura de alguna pieza del vehículo, reventón de rueda, amortiguador, lesiones a los viandantes, etc...

Hay que tener en cuenta que el deterioro producido por el bache siempre se va extendiendo y no se estabiliza, aumentando primero el volumen del mismo y luego afectando a las capas inferiores por entrada de agua, etc.

5.18.4 REPARACIÓN DE LA PATOLOGÍA

Dependiendo del tamaño del bache el tratamiento para su reparación puede ser alguna de las actuaciones que se describen a continuación, siendo muy importante, en todo caso, detectar y subsanar la causa que lo ha provocado, para evitar su repetición (por ejemplo, un problema de drenaje).

Si se trata de un bache aislado y pequeño, se requiere de una reparación rápida pero provisional hasta realizar un tratamiento definitivo, se rellenaría mediante la aplicación de una mezcla bituminosa en frío.

Para cualquier otro tipo (bache grande o un conjunto de baches muy próximos entre sí), el tratamiento más adecuado sería eliminar la capa defectuosa mediante fresado y reponer con una nueva capa de mezcla bituminosa como rodadura y, dependiendo de la profundidad del bache, puede ser aconsejable reponer también la capa inferior si está parcialmente afectada.

Otra técnica, apropiada para tamaños de baches medios (1 a 2 m²), consistiría en el saneado del bache, aplicación de la adherencia necesaria en el fondo y los bordes del bache, y posterior reposición con la mezcla correspondiente.

Para el asfaltado de los baches en general, independientemente de su superficie, estaría muy recomendado, en la actualidad, el empleo de las mezclas de baja temperatura tanto templadas como semicalientes, que permiten un tiempo de trabajabilidad muy elevado teniendo en cuenta lo laborioso

que puede llegar a ser este tipo de reparación. También puede ser interesante su empleo por el menor tiempo de apertura al tráfico, respecto a las mezclas en caliente convencionales, al poder ponerse en obra con temperaturas menores a las habituales y por tanto reduciendo el tiempo de apertura a la circulación de vehículos.

5.18.5 ACTUACIONES PREVENTIVAS

Las acciones preventivas a tomar, para evitar la aparición de un bache en el pavimento, son diferentes según en qué etapa del proceso de asfaltado se quiera actuar.

- **En la estructura del firme sería conveniente tener en cuenta:**
 - o Un diseño correcto del firme inicial y de las rehabilitaciones posteriores.
 - o Una adecuada conservación del firme para evitar zonas fatigadas que pueden causar la aparición de baches.
 - o Evitar zonas críticas, por ejemplo, retirando durante las operaciones de refuerzo, las tapas de alcantarillado u otros elementos auxiliares en la capa de rodadura, que impidan obtener una capa nueva uniforme.
 - o Prestar atención al proyecto y a la conservación de los elementos de drenaje.
- En cuanto a las actuaciones preventivas a realizar en las etapas de fabricación y extendido de mezclas bituminosas bastaría con decir que se debe cumplir escrupulosamente la normativa existente del buen hacer o trabajar con profesionalidad en la materia. En este sentido se recomienda la lectura de la monografía nº 6 de ASEFMA titulada: “**Código de buenas prácticas para la puesta en obra de mezclas bituminosas**”.

A continuación, a modo recordatorio, se citan aquellas actuaciones que son especialmente importantes para evitar la formación de la patología bache en la fase de fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas.

- En el proceso de fabricación de la mezcla bituminosa tener un control cuidadoso de las temperaturas de fabricación y a la hora de cargar los camiones realizarlo adecuadamente para evitar segregaciones del material, en especial con mezclas gruesas.
- En la puesta en obra:

o Asegurarse de un adecuado acondicionamiento y preparación de la superficie de apoyo de la nueva capa de mezcla bituminosa, evitando así puntos críticos (especial cuidado del riego de adherencia).

o Limitar las distancias de transporte y proteger la carga con lona durante el transporte para evitar pérdida apreciable de la temperatura de la mezcla.

o Controlar los tiempos entre el extendido y la compactación.

o Empleo de equipos de transferencia de material con capacidad para homogeneizar la mezcla.

5.19. Patología de escalones

5.19.1 DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA

Esta patología puede definirse como una sobre elevación o hundimiento localizado en la vía, sobre la que se circula, provocando desplazamientos verticales del vehículo, en el momento de alcanzar el punto donde se encuentra la patología, bien por impacto directo de los neumáticos, bien por caída. En caso que se localicen múltiples escalones consecutivos, puede tratarse de un problema de ondulaciones.

Debe considerarse que, en el caso donde las dimensiones del punto afectado sean elevadas y la pendiente de la sobre elevación sea muy suave, puede tratarse de un blandón en lugar de escalón. En este caso y si no se repara pronto el blandón, acabará siendo un escalón.

Este tipo de patología afecta de forma directa a la seguridad vial y calidad de rodadura.



Figura 117. Escalón localizado en un punto de la vía.

5.19.2 CAUSAS DE LA PATOLOGÍA

Pueden ser diversas las causas que originan un problema de este tipo en la regularidad de la vía o calzada, pero las más normales y frecuentes son las siguientes:

- a) Mala ejecución en obra.
- b) Asentamiento localizado de las capas inferiores.
- c) Inicio o final de una estructura.
- d) Zanja localizada mal reconstruida, que sufre un asentamiento posterior.
- e) Escalonamiento de capas inferiores tratadas con cemento, debido a bombeo de finos.

La forma más sencilla de identificar esta patología viene regida por el momento en el que aparece y el punto donde lo hace.

En caso que sea mala ejecución de obra, será el mismo momento de finalizar un tramo o zona de obra, cuando queda patente el defecto.



Figura 118. Escalón debido a mala terminación de tramo de obra.

Si la patología es debida a un asentamiento de capas inferiores, tras la apertura al tráfico y con la obra aparentemente bien ejecutada, aparecen posteriormente y de forma gradual, hundimientos con el paso del tráfico.

En caso que la patología esté producida por la presencia de una estructura, no será fácil detectarla en un primer momento, sino pasado un tiempo y habitualmente debido bien a un escaso espesor de capa, problemas de diseño con la MBC, un posible mal dimensionado de la sección o asociado a falta de losa de transición en la estructura, lo que provoca asientos diferenciales entre la mezcla asfáltica y la estructura rígida.

Hay que distinguir el escalón puntual aquí descrito, del hundimiento suave (otra patología diferente) que se produce, en ocasiones, en una estructura por una mala compactación de las capas inferiores junto a la estructura. No siempre es fácil de apreciar el escalón a simple vista, pero bien mediante

la medición de Índice de Regularidad Internacional (IRI) o circulando sobre la vía con la patología, es posible su localización.



Figura 119. Escalón debido a asentamiento localizado de las capas inferiores.



Figura 120. Escalón producido por la presencia de una estructura.



Figura 121. Escalones producidos por afección al firme de las raíces de los árboles próximos a la carretera.

5.19.3 INCIDENCIA DE LA PATOLOGÍA EN LA VÍA Y EN EL USUARIO

La presente patología provoca desplazamientos y variaciones de la trayectoria no deseadas del vehículo, que en determinadas condiciones pueden provocar un accidente del vehículo.

Cuando la patología es especialmente remarcada, además de la pérdida de confort que genera en la circulación, eleva de forma considerable el riesgo de accidente, debido a la reducción de la estabilidad que provoca el impacto con el neumático del vehículo, estas incidencias se agravan cuando se encuentra localizado en vías de elevada capacidad y velocidad.

El impacto del vehículo en el desplazamiento vertical sobre el firme produce una carga dinámica elevada que puede afectar, cuando se repite de forma continuada, a la vida útil del firme.

En cualquier caso esta patología, provoca incomodidad en la circulación del vehículo y posibles averías en el mismo.

5.19.4 REPARACIÓN DE LA PATOLOGÍA

En caso que no quede claro si se ha producido por mala ejecución de obra, bien por fallo en capas inferiores o presencia de estructura, o cualquier otra causa, resulta interesante realizar un seguimiento sobre la evolución de la patología y observación de la zona afectada.

Si se determina que el origen del defecto es debido a una mala ejecución de obra, la solución pasa por el fresado y re-

posición de zonas anteriores y posteriores, dejando al nivel adecuado la zona afectada.

Si la patología es debida a un asentamiento o fallo de capas inferiores, en primer lugar debe analizarse el motivo que lo originó y resolverlo de forma adecuada. Una vez se ha reparado el asentamiento, se requiere un correcto procedimiento de extendido y compactación de MBC, de esta forma se minimiza la probabilidad de reaparición del escalón.



Figura 122. Escalón producido por asentamiento de zanja mal reparada.

Si la causa de la patología se debe a la transición del firme normal, con capas granulares, a la estructura o a la losa de hormigón, una buena solución es construir las denominadas losas de transición que evitan el asentamiento del material granular escasamente compactado junto a la estructura.

5.19.5 ACTUACIONES PREVENTIVAS

Para prevenir cualquiera de las causas de esta patología, es conveniente actuar de forma preventiva.

En caso que sea problema de ejecución, se tomara nota para que no se repita el problema en siguientes actuaciones en el momento de la puesta en obra de la MBC. La revisión visual del tramo ejecutado resulta fundamental, ya sea por los responsables de la puesta en obra, jefe de obra, responsables de calidad, técnicos de laboratorios,... sin que llegue a ponerse en servicio la vía, no generándose el defecto para los conductores.

Si es debido al asentamiento de las capas inferiores, el buen trabajo con las capas granulares, así como el correcto

dimensionado de la sección para el tráfico esperado y el diseño de la mezcla son imprescindibles. Debe prestarse especial atención a posibles problemas con el drenaje de las capas granulares y presencia de materiales no adecuados, como yesos, arcillas,...

En presencia de una estructura y de forma análoga al caso de asentamientos, la mejor alternativa es tratar de estudiar correctamente el trabajo a realizar, antes de ejecutar la MBC.

5.20. Patología de vertidos superficiales

5.20.1 DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA

Esta patología se puede describir como los distintos problemas que se producen en la superficie de un firme cuando sobre el mismo, se produce el vertido de determinados productos que afectan a su integridad y características.

Se consideran como vertidos superficiales que producen esta patología sobre la superficie de un firme a aquellos productos líquidos o sólidos que modifican sus características. Los derrames de hidrocarburos (combustibles, carburantes y lubricantes), los vertidos de sales fundentes para nieve o hielo o la goma depositada por las ruedas de los aviones en las zonas de aterrizaje de la pista de vuelo de un aeropuerto, son los que afectan principalmente al deterioro superficial de los firmes bituminosos.

Atendiendo a la forma y continuidad en la que se producen los vertidos superficiales podemos clasificarlos en accidentales-ocasionales y periódicos-operacionales.

Los derrames sobre el pavimento producidos de forma accidental-ocasional, son aquellos que se producen de forma fortuita. Si se limpian inmediatamente, la afección al firme es mínima o nula.

En el caso de los carburantes, combustibles y lubricantes, el derrame periódico-operacional se produce en áreas donde los vertidos superficiales son continuados, generalmente es parte intrínseca de la metodología de su manejo (almacenamiento, transporte y trasiego), en carriles específicos de vehículos pesados o autobuses, zonas de parada de los mismos, etc.

Los hidrocarburos provocan una descomposición de las características del ligante bituminoso produciendo una pérdida de cohesión en la mezcla asfáltica, lo que origina una al-

teración de la capa del firme afectada con deformación del mismo y/o con pérdida progresiva del material de la calzada. Cuanto más impermeable sea la superficie menor será la afección del carburante.

Zonas con posibles derrames de combustibles y lubricantes:

- **Áreas de carga/descarga de combustibles y/o carburantes.**
- **Zonas industriales.**
- **Carriles bus.**
- **Aparcamientos o zonas de estacionamiento prolongado de flotas.**
- **Peajes en autopistas.**
- **Estaciones de servicio.**
- **Garajes.**
- **Calles de rodadura y estacionamiento en aeropuertos.**
- **Etc.**

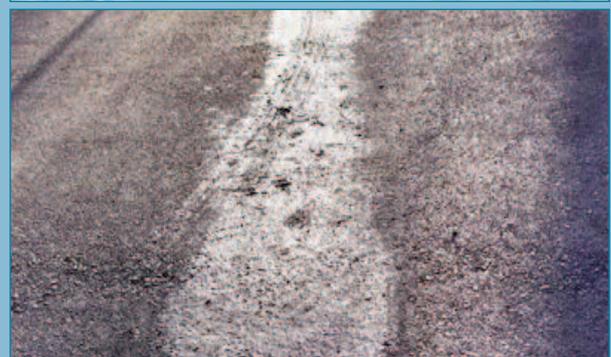
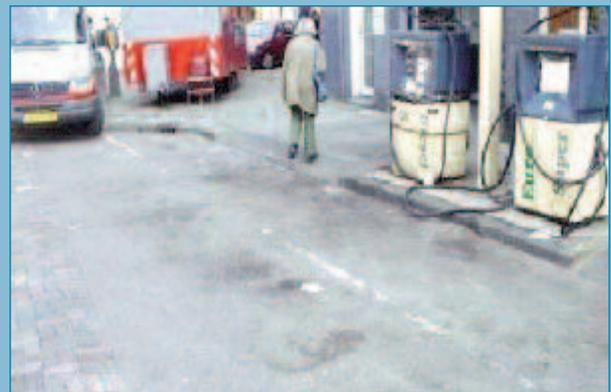




Figura 123. Diversos casos de vertidos superficiales de combustibles y afecciones al firme.

Otro tipo de vertido periódico-operacional, es la aplicación de sales fundentes sobre la superficie de las carreteras como método químico-físico clásico más utilizado para evitar la formación de película de hielo en la superficie a bajas temperaturas. El problema de la corrosión de los elementos metálicos de la carretera, asociado a los cloruros, es uno de los principales inconvenientes en este método anti hielo. Por otro lado, la sal y las muy bajas temperaturas afectan a la capa de rodadura rigidizándola y favoreciendo la formación de un agrietamiento de esta capa que puede llegar a ser generalizado.

La presencia de caucho procedente de los neumáticos de las aeronaves sobre las zonas de toma de tierra en las pistas de vuelo, modifica sensiblemente el valor de la textura superficial y de la resistencia al deslizamiento, disminuyendo ambos parámetros.



Figura 124. Agrietamiento de la capa de rodadura afectada por el vertido de sales como tratamiento anti hielo y las bajas temperaturas.



Figura 125. Depósitos de caucho de los neumáticos en la zona de toma de tierra de pistas de vuelo de aeropuertos.

5.20.2 CAUSAS DE LA PATOLOGÍA

Con respecto a los hidrocarburos, las fracciones del petróleo obtenidas por destilación directa, como es el caso del betún y de las corrientes empleadas para la formulación de aceites lubricantes suelen presentar una alta compatibilidad entre sí. En los casos concretos del gasoil y keroseno, su composición rica en parafinas es capaz de solubilizar la fracción nafteno-aromática y saturados de la corriente asfáltica, modificando la estructura coloidal del mismo, hacia un estado donde las partículas de asfaltenos se encuentran muy disgrega-

das. Esto repercute en un reblandecimiento del betún con un aumento de la penetración y una disminución del punto de reblandecimiento. Los aceites lubricantes producen un efecto similar en el betún que el provocado por el gasóleo pero con un efecto menos inmediato.

En relación a las sales fundentes, para entender la causa que origina el deterioro del firme, en primer lugar deberemos saber el tipo de fundente empleado. En España, los fundentes que se vienen utilizando de forma generalizada para el mantenimiento de la vialidad invernal en la carretera son el Cloruro Sódico (ClNa) y el Cloruro Cálcico (Cl₂Ca). Es el ion cloruro el que provoca un efecto corrosivo en el betún y en combinación con el agua disminuye la adhesividad pasiva de la mezcla provocando descarnaduras en el pavimento. Asimismo, debido al aceleramiento del proceso de oxidación del ligante bituminoso, provocan un exceso de fragilidad y pérdida de flexibilidad con la consecuente facilidad de agrietamiento del firme.

5.20.3 INCIDENCIA DE LA PATOLOGÍA EN LA VÍA Y EN EL USUARIO

Los deterioros producidos por los vertidos superficiales que se han indicado anteriormente, influyen principalmente en la comodidad y en la seguridad del usuario, pero si no se toman medidas de conservación y mantenimiento, la desintegración del aglomerado al paso de vehículos será mayor y esto originará otros desperfectos en la superficie que pueden afectar de forma significativa en la seguridad vial.

Además, este deterioro, facilita la entrada de agua al firme y su posterior deterioro más profundo, estructural.

5.20.4 REPARACIÓN DE LA PATOLOGÍA

En fase de explotación, en el caso de un vertido accidental sea de la naturaleza que sea, se procederá a su eliminación para que no se produzcan daños ni a la propia carretera ni a las zonas colindantes. Tras su retirada, se llevará a cabo la limpieza de la superficie mediante un lavado de la misma. Para poder controlar de forma inmediata los derrames y minimizar los daños y posibles perjuicios en el medioambiente, es necesario llevar a cabo programas de contingencias que permitan una rápida y efectiva respuesta.

Cuando son continuados, el firme acaba deteriorándose

hasta tal punto que la única solución es el fresado de la mezcla bituminosa hasta el espesor afectado y su reposición con otra mezcla bituminosa fabricada con betunes especiales, que presente un mejor comportamiento y resistencia a la acción de estos carburantes, aceites, etc.

En el caso de las sales fundentes, la alternativa para evitar un mayor deterioro del pavimento es el empleo de otros fundentes con menor afección en el mismo. Como esto económicamente no está resuelto, la solución pasa por la utilización en capa de rodadura de mezclas bituminosas con un contenido mayor de ligante y más flexibles, con un mejor comportamiento en presencia de la sal y de las bajas temperaturas.

En el caso del caucho en la pista de vuelo de aeropuertos, la solución es la limpieza periódica de este caucho antes de que afecte claramente a las características superficiales (textura y resistencia al deslizamiento).

5.20.5 ACTUACIONES PREVENTIVAS

Una medida para evitar el uso frecuente de fundentes o productos químicos contra la formación del hielo es el empleo de aditivos antiadherentes empleados directamente en las mezclas asfálticas, ya que al formar parte de la propia composición de la misma, el material fundente actúa en todo momento.

En el caso de pavimentos afectados por el vertido de combustibles, para la fase de diseño, existen distintas soluciones de mezclas anticarburantes, utilizadas para evitar los daños producidos por los vertidos fundamentalmente de combustibles pesados. Estas pueden ser:

- **Recubrimientos superficiales:**
 - o Pinturas epoxi.
 - o Poliuretano.
 - o Riegos superficiales con ligantes sintéticos.
- **Tratamientos en masa:**
 - o Ligantes hidráulicos.
 - o Sistemas mixtos percolados.
 - o Betunes asfálticos anticarburantes.

Grafeno funcionalizado como aditivo en mezclas bituminosas

Pablo Álvarez Troncoso,

palvarez@becsa.es

Aida Marzá Beltran,

amarza@becsa.es

Carlos Quintana Gálvez,

cquintana@becsa.es

Mireia Ballester Ramos,

mballester@becsa.es

En la actualidad el sector de la pavimentación asfáltica se encuentra inmerso en la búsqueda continua de nuevas soluciones para dotar a las mezclas asfálticas de una mayor durabilidad, alargando la vida útil de los pavimentos y minimizando así el impacto ambiental de los procesos de construcción y conservación de firmes bituminosos.

La utilización de nuevos materiales, compatibles con las mezclas, que puedan introducir efectos sinérgicos en propiedades clave, es uno de los principales campos de desarrollo hasta la fecha. El grafeno es uno de los materiales más estudiados debido a sus propiedades intrínsecas y a la aparición de nuevas técnicas de procesamiento que ha permitido abaratar su coste de obtención. La dificultad de su incorporación reside en la necesidad de una distribución homogénea en el conjunto de la mezcla y una correcta funcionalización química que permitan la constatación de mejoras significativas en el conjunto de la mezcla.

El presente artículo expone los resultados obtenidos durante las etapas de desarrollo y uso industrial hasta la fecha de un aditivo en base grafeno, especialmente diseñado para su inclusión en mezclas bituminosas, analizados desde el punto de vista de las mejoras observadas en las mezclas fabricadas.

Dichas mejoras han consistido fundamentalmente en un aumento de la tenacidad y ductilidad de las mezclas respecto a aquellas fabricadas con betún convencional sin aditivo, lo que supone una ventaja competitiva técnica y económicamente viable.

Palabras Clave: Mezcla asfáltica, durabilidad, grafeno, aditivo.

The asphalt paving industry is immersed at present in the continuous search for new solutions to provide asphalt mixes with greater durability, extending the useful life of the pavements and thus minimizing the environmental impact of the construction and conservation processes of bituminous layers.

The use of new materials, compatible with mixtures, which can introduce synergistic effects on key properties, is one of the main fields of development to date. Graphene is one of the most studied materials due to its intrinsic properties and the appearance of new processing techniques that have allowed to reduce its cost. The main difficulty of its incorporation lies in the need for a homogeneous distribution in the whole mixture and a correct chemical functionalization that allows the verification of significant improvements in the mixture performance.

This article presents the results obtained during the development and industrial use stages, to date, of a graphene-based additive specially designed for inclusion in bituminous mixtures, from the point of view of the improvements observed in the manufactured mixtures.

These improvements have mainly consisted of an increase in the tenacity and ductility of these mixtures compared to those manufactured with conventional bitumen without additive, what represents a competitive technically and economically viable advantage.

Keywords: Asphalt pavement, durability, graphene, additive.

1. INTRODUCCIÓN

La incorporación de nuevos materiales que sean capaces de introducir mejoras en el comportamiento de las mezclas bituminosas, por interacción con los compuestos presentes fundamentalmente en la fracción ligante, es una de las ramas de mayor desarrollo en la industria de la pavimentación en la actualidad. Estas adiciones buscan la maximización del desempeño funcional de las mezclas dotándolas de mayor competencia y durabilidad de forma análoga a lo conseguido en otras ramas de la industria con la aparición de los materiales compuestos.

2. INTEGRACIÓN DE GRAFENO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

2.1 Generalidades

Uno de los materiales más estudiados hasta la fecha y con mayor proyección en cuanto a sus capacidades mecánicas y termo-eléctricas es el grafeno. Se trata de una forma alotrópica del carbono, que posee una estructura laminar de un átomo de grosor compuesta por anillos hexagonales de átomos en un mismo plano unidos covalentemente mediante orbitales híbridos sp^2 tal y como se puede observar en la Figura 1. Esta estructura tipo red es responsable de las características mecánicas propias del material que derivan de la fuerte interacción covalente entre los átomos de carbono. Su elevada resistencia a la rotura, tenacidad y resiliencia le confieren un potencial extraordinario para la obtención de composites orientados a la mejora de materiales.

Por su proceso de obtención y las características descritas, el grafeno ha resultado hasta nuestros días un material de coste elevado, sin embargo, la optimización de dichos procesos y el consiguiente abaratamiento ha activado numerosos proyectos en la búsqueda de nuevas aplicaciones técnicamente viables y económicamente abordables [1].

2.2 Mezclas asfálticas. Asfaltenos. Compatibilidad química

Las mezclas asfálticas son una combinación de áridos de esqueleto mineral determinado inmersos en una matriz de ligante bituminoso. Este ligante hidrocarbonado procede de la des-

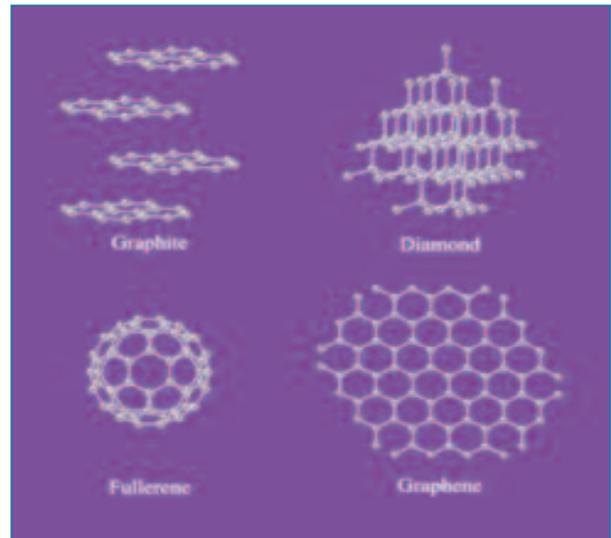


Figura 1. Formas alotrópicas del carbono

tilación de hidrocarburos naturales y de forma general está compuesto de cuatro fracciones fundamentales; asfaltenos, saturados, nafteno-aromáticos y resinas o polares. Puede observarse una compatibilidad química evidente si se comparan las estructuras descritas en 2.1 y la detallada en la Figura 2, que se corresponde con estructuras tipo de fracción asfáltica en un betún de pavimentación.

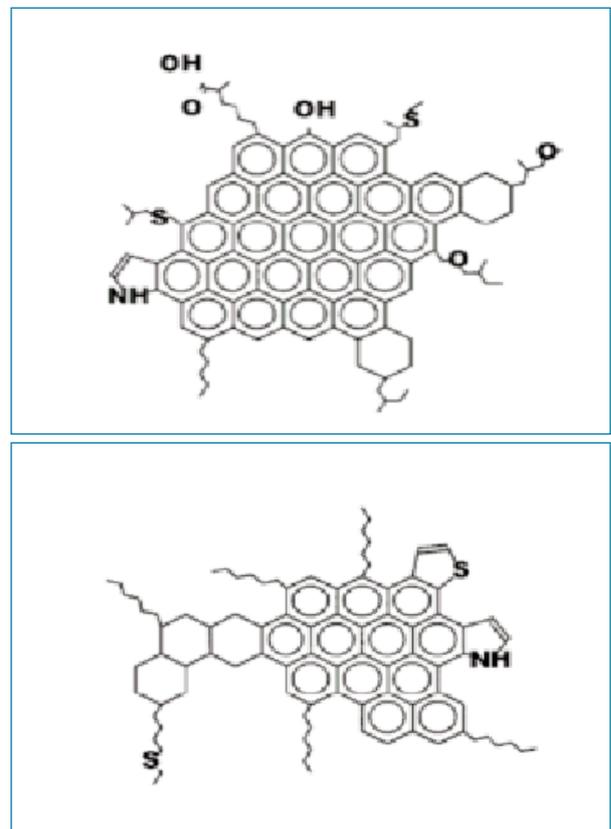


Figura 2. Ejemplos de estructura asfáltica en betún de pavimentación

2.3. Objetivo de la integración de grafeno en mezclas asfálticas. Funcionalización

El objetivo perseguido en la presente investigación es trasladar, vía síntesis de un aditivo comercial para mezclas bituminosas, los efectos sinérgicos ya conocidos de la adición de grafeno en matrices complejas. Con el fin de facilitar esta incorporación se ha trabajado con preparados de grafeno modificados químicamente buscando un aumento de solubilidad en el ligante a la vez que se potencian las interacciones árido-ligante en la interfase de la mezcla bituminosa.

3. ETAPA DE DESARROLLO DE PRODUCTO. PROPIEDADES MECÁNICAS ENCONTRADAS.

3.1 Desarrollo de producto

Durante el periodo de desarrollo de producto se llevaron a cabo diferentes experiencias enfocadas a la consecución de una incorporación homogénea de los preparados de grafeno al betún de pavimentación, buscando la total miscibilidad y estabilidad. De forma paralela, con las soluciones optimizadas, se realizaron test de trabajabilidad con el fin de descartar que, debido a su elevada superficie específica, la integración de grafeno supusiera un aumento de la viscosidad del betún tal, que hiciera incompatible la adición del preparado con el manejo y puesta en obra de la mezcla. Los tipos de mezcla de referencia elegidos para el desarrollo del producto fueron de tipo AC 16 S y BBTM 11B.

3.2 Propiedades mecánicas encontradas

Una vez superada la fase de compatibilidad, se procedió a evaluar las capacidades mecánicas de las mezclas fabricadas en laboratorio mediante el ensayo de sensibilidad al agua UNE EN 12697-12:2009 a 15°C para la mezcla tipo AC16S. Para ello se eligió un patrón con valor relativamente bajo de resistencia conservada con el fin de poder observar mejoras significativas debidas a la funcionalización potenciadora de la adhesividad y se prepararon muestras con porcentajes de aditivo de un 0.2% en peso sobre el betún de distintos preparados de grafeno. Las mezclas se fabricaron con árido de naturaleza caliza y betún B35/50. Los resultados obtenidos se detallan en la tabla 1.

Como se puede apreciar se han constatado mejoras en el parámetro ITS_R(%) en todos los casos y aumentos de resistencia a tracción, siendo especialmente relevantes las alcanzadas con los preparados de grafeno denominados ASF#03 y ASF#06, que poseían la misma funcionalización con vehículos de integración diferentes. Tras los resultados obtenidos para la mezcla tipo AC se procedió a realizar ensayos de cántabro seco (NLT 352/00) y húmedo (NLT-362/92) sobre mezcla discontinua BBTM 11B utilizando para ello el preparado ASF#06. En este caso se buscaba corroborar, a nivel de mezcla, los resultados preliminares de investigaciones ya publicadas que avalan un cambio en el comportamiento de betunes de pavimentación al integrar grafeno [2][3]. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1. Sensibilidad al agua a 15°C mezcla AC16S con diferentes aditivos en base grafeno

| Tipo de Muestra | ITS _d (MPa) | ITS _w (MPa) | ITSR (%) |
|---------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| Muestra patrón (AC-16) | 2,32 | 1,78 | 77 |
| AC16 (+0,2% BECSA-ASF#01) | 2,46 | 2,10 | 85 |
| AC16 (+0,2% BECSA-ASF#02) | 2,56 | 2,12 | 83 |
| AC16 (+0,2% BECSA-ASF#03) | 2,53 | 2,26 | 90 |
| AC16 (+0,2% BECSA-ASF#04) | 2,76 | 2,33 | 84 |
| AC16 (+0,2% BECSA-ASF#05) | 2,52 | 2,04 | 81 |
| AC16 (+0,2% BECSA-ASF#06) | 2,47 | 2,25 | 91 |

Tabla 2. Ensayo Cántabro a 25°C sobre BBTM11B

| Tipo de Muestra | % pérdida Cánt. Seco | % pérdida Cánt. Húmedo | Densidad (Kg/m ³) |
|--|----------------------|------------------------|-------------------------------|
| Muestra patrón (BBTM 11 B) 35/50 | 13,0 | 15,6 | 2081 |
| Muestra patrón (BBTM 11 B) PMB 45/80-65 | 5,1 | 5,8 | 2056 |
| Muestra patrón (BBTM 11 B) 35/50 + (0,2% graphenit-BECSA-ASF#06) | 4,9 | 4,0 | 2079 |

En los ensayos realizados se ha constatado que hay un cambio de comportamiento significativo de la mezcla fabricada con betún 35/50 cuando se integra el compuesto de grafeno ASF#06, evidenciando una tendencia a emular la pérdida de partículas obtenida con un betún PMB 45/80-65. Este comportamiento parecía encontrarse en la dirección apuntada por otros investigadores a nivel de ligante, pero era necesario un estudio más detallado para acotar lo representativo de la mejora en el conjunto de la mezcla asfáltica. Por otro lado, en presencia del aditivo, la acción del agua arrojaba resultados algo paradójicos; la mezcla se comportaba mejor, a efectos de este test, en condiciones de cántabro húmedo al integrar el aditivo respecto a las condiciones en seco. Con posterioridad se pudo evidenciar que este fenómeno tiene su origen en un proceso de hidrólisis en la funcionalización química utilizada que redundaba en un efecto multiplicador de la adherencia en la interfase en presencia de agua.

Con el fin de poder cuantificar los posibles efectos modificadores producidos en el seno de la mezcla asfáltica, se abordó la realización de ensayos tipo Fénix [4], en colaboración con la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), con objeto de analizar la variación de parámetros algo más específicos, como el índice de tenacidad (IT) o la ductilidad (d0.5PM). Los datos obtenidos para mezcla BBTM11B a 20°C se muestran en la Figura 3.

En los gráficos se observa un aumento significativo de la tenacidad y ductilidad de las mezclas al integrar el aditivo en base grafeno, lo que explicaría el comportamiento observado en los ensayos de pérdida de partículas (cántabro).

En referencia al comportamiento anteriormente citado de la mezcla aditivada en presencia de agua, se desarrollaron una serie de pruebas encaminadas a evaluar el efecto de la presencia del aditivo en mezclas semicalientes fabricadas con espuma de betún. Estas mezclas sufren variaciones en algunas de sus características físico-mecánicas con respecto a sus homónimas fabricadas en caliente, hecho atribuido generalmente al

menor envejecimiento que sufre el ligante durante un proceso de fabricación a menor temperatura. Pero parece razonable pensar que estas variaciones pudieran, de algún modo, incluir los efectos negativos de la presencia residual de agua, bien proveniente de la propia técnica de fabricación, o bien trazas de agua presente en los áridos como consecuencia de un menor calentamiento durante el proceso de fabricación [5]. Para comprobar este extremo se realizaron ensayos de sensibilidad al agua según UNE EN 12697-12:2009 de forma comparativa para una mezcla patrón y la misma mezcla fabricada mediante espumación directa a 130°C. La experiencia se realizó en planta y los resultados obtenidos se observan en la Tabla 3.

Se puede apreciar que existe una diferencia significativa en el parámetro ITSR(%) entre la mezcla patrón en caliente (161°C) y su equivalente espumada, asociada a una bajada de resistencias a tracción indirecta tanto en seco como en húmedo. La integración de grafeno por vía húmeda antes de la espumación produce un efecto rebote al recuperar parte de la resistencia en el grupo de probetas en seco y una sustancial mejora de la resistencia en húmedo, aumentando las prestaciones de la mezcla espumada para este ensayo, manteniendo el menor grado de envejecimiento del ligante.

4. FABRICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON ADICIÓN DE GRAFENO. EXPERIENCIA EN PLANTA.

4.1 Fabricación de mezclas en planta

Tras la etapa de desarrollo, y una vez validadas las características promovidas por la adición de los compuestos en base grafeno, se ha dispuesto en una de nuestras instalaciones, un sistema de dosificación sincronizado vía autómatas de control (Figura 4), que incorpora el aditivo de grafeno al proceso industrial de fabricación con la precisión requerida. Para ello, la adición se realiza por vía húmeda directamente a la báscula de betún mediante pesada dinámica ya que la elevada miscibili-

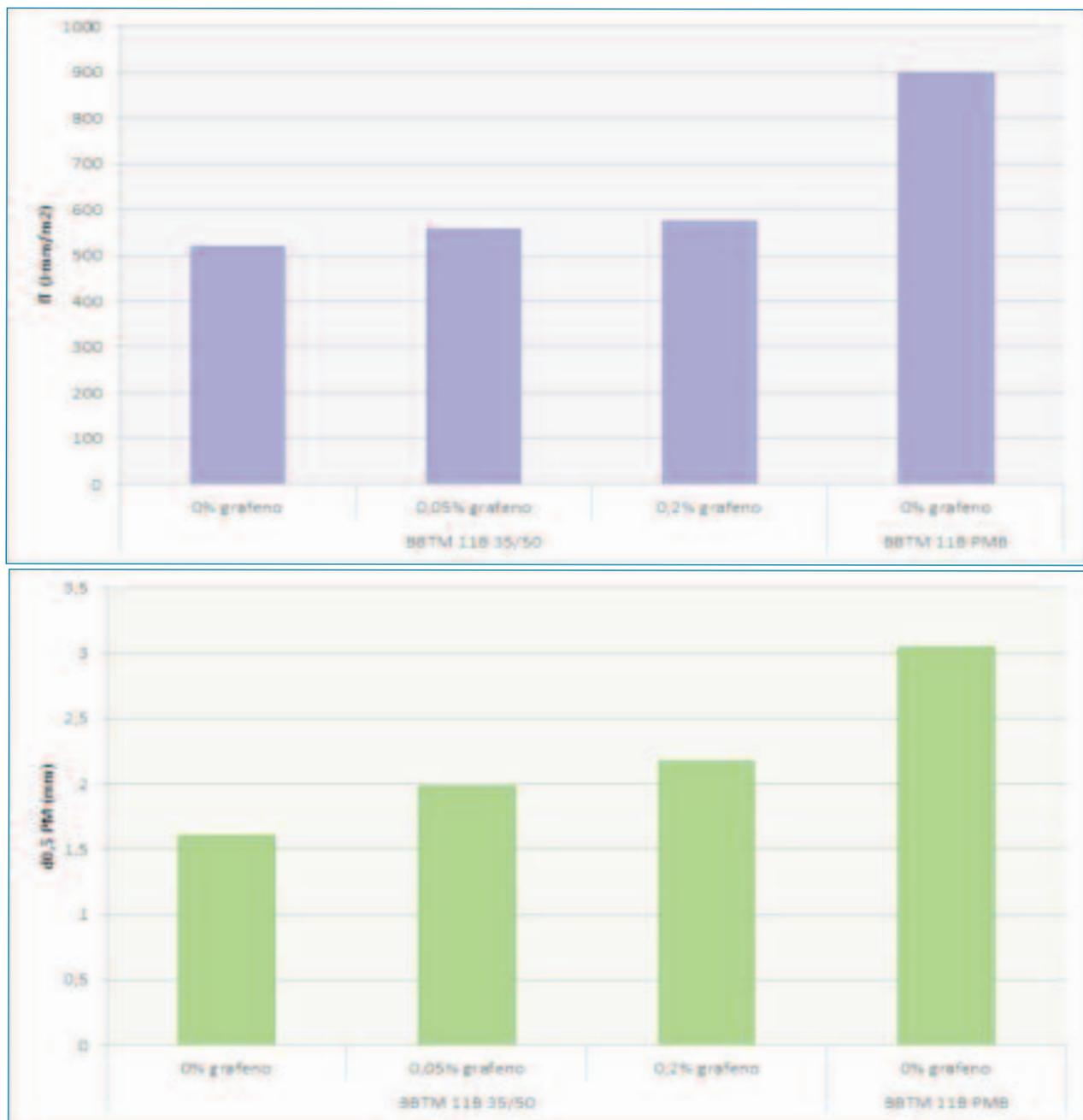


Figura 2. Ejemplos de estructura asfáltica en betún de pavimentación

Tabla 3. Sensibilidad al agua a 15°C y estabilidad Marshall de AC16S

| Tipo de Muestra | Est. Marshall (KN) | ITS _d (MPa) | ITS _w (MPa) | ITSR (%) | Temp (°C) |
|---|--------------------|------------------------|------------------------|----------|-----------|
| Muestra patrón (AC16 S) | 13,6 | 2,95 | 2,50 | 85 | 161 |
| AC16 S Espumada (2,0% en agua) | 11,4 | 2,43 | 1,86 | 77 | 131 |
| AC16 S Espumada (2,0% en agua) AC16 S Espumada (2,0% en agua) + (0,05% ASF#06) | 12,6 | 2,62 | 2,18 | 83 | 130 |



Figura 4. Sistema de dispensación de aditivo en base grafeno en planta

dad del aditivo permite una correcta homogenización durante el proceso de pesaje y bombeo al mezclador del ligante.

4.2 Evaluación de propiedades mecánicas encontradas

Durante los primeros meses de 2019 comenzó la fabricación de mezclas que incorporan el nuevo aditivo en base grafeno en nuestras instalaciones de Castellón, habiendo fabricado, a fecha de la redacción del presente artículo, un total aproximado de 3.000 toneladas mediante esta técnica. Paralelamente se ha implantado un sistema de control de calidad adicional con el fin de evaluar los parámetros más significativos en estudio, mediante ensayos tipo Fénix de análisis de curvas tensión-deformación.

El comportamiento encontrado en los ensayos de control de tracción indirecta y sensibilidad al agua evidencian las tendencias encontradas en la etapa de desarrollo de producto. En la Figura 5, derivada de los datos de ensayo Fénix a 20°C, se ha plasmado la evolución de la resistencia a tracción (RT) y la ductilidad (d50PM) para una mezcla AC 16 50/70 S fabricada

con árido calizo (se incluye mezcla patrón con betún modificado PMB 45/80-65). Las flechas indican la variación de los parámetros al añadir aditivo:

Se aprecia un comportamiento similar para la ductilidad que el encontrado en la fase de estudio de laboratorio para la mezcla en caliente. En el caso de la mezcla semicaliente espumada se observa un cambio de comportamiento con la adición de grafeno con respecto a lo observado en su equivalente en caliente. Este cambio, consistente en una ligera disminución de la ductilidad y un ligero aumento de la resistencia a tracción en condiciones de espumación, avala la hipótesis de un cambio de comportamiento del aditivo (hidrólisis ya comentada) en presencia de agua. La mejora de las características observadas en los ensayos de tracción indirecta y sensibilidad al agua de mezclas a 130°C descritos en 3.2 puede a su vez correlacionarse con este cambio de tendencia.

En los siguientes gráficos, Figuras 6 y 7, se exponen los datos obtenidos a 5°C y 20°C de forma más detallada:

- Para la mezcla convencional (160°C):

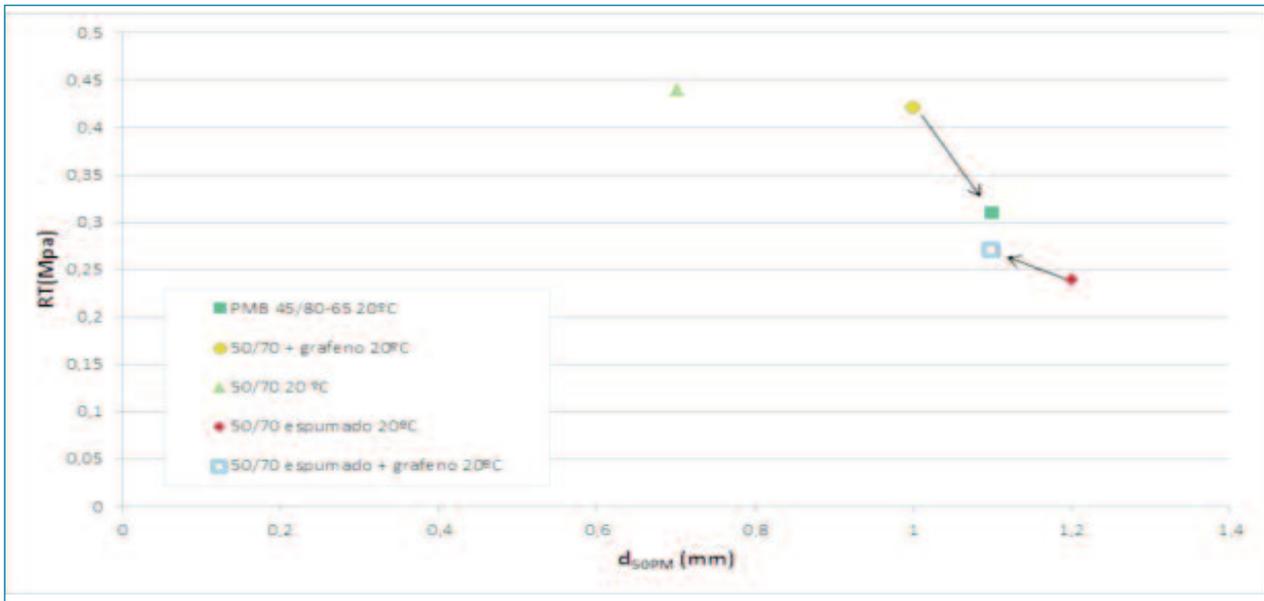


Figura 5. Variación en la relación entre resistencia (RT) y ductilidad Fénix (d50PM) con la adición de grafeno en AC 16 50/70 S

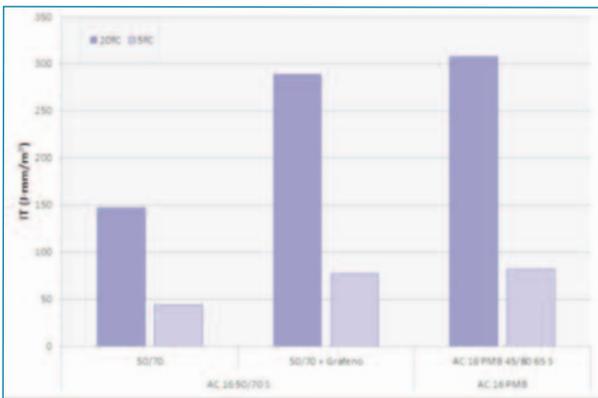


Figura 6. Variación en los parámetros de tenacidad y ductilidad en el ensayo Fénix con la adición de grafeno en mezcla en caliente AC16 50/70 S.

- Para la mezcla semicaliente espumada (130°C):

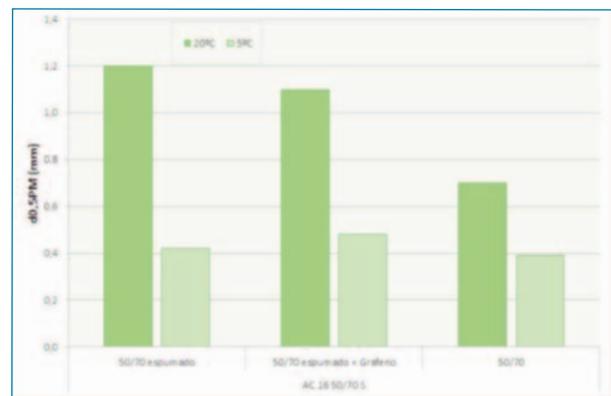
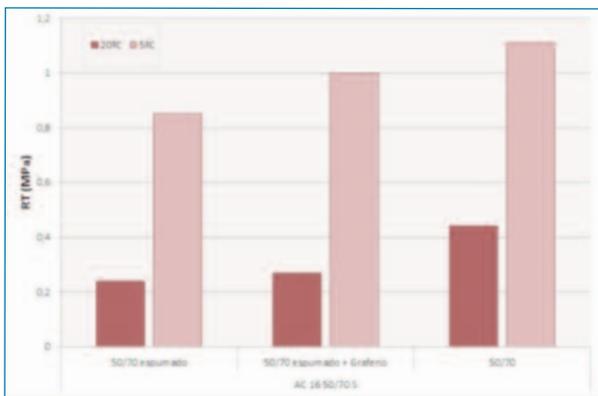


Figura 7. Variación en los parámetros de resistencia y ductilidad en el ensayo Fénix con la adición de grafeno en mezcla semicaliente espumada AC 16 50/70 S

Grafeno funcionalizado como aditivo en mezclas bituminosas

Los efectos encontrados en el comportamiento de la mezcla en caliente al añadir el aditivo son incluso detectables en el ensayo Fénix a menor temperatura (5°C), donde las diferencias tienden a minimizarse por la mayor rigidez del material. Para la mezcla espumada se observa un aumento de la resistencia a tracción para ambas temperaturas de ensayo y una menor ductilidad a 20°C al añadir el aditivo. Sin embargo, a menor temperatura (5°C), se obtiene una inversión de la tendencia para d_{0.5PM} con respecto a lo observado a 20°C. Este comportamiento deberá ser analizado en lo sucesivo para comprobar su reproducibilidad, pues indicaría el aporte de un pequeño plus de ductilidad para las mezclas espumadas cuando el pavimento trabaja a baja temperatura.

Los valores encontrados para el resto de parámetros del ensayo Fénix a 20°C para este ejemplo se detallan en la Tabla 4.

Es interesante resaltar el efecto que la espumación del betún produce en los parámetros de la mezcla. Aumenta de forma considerable su ductilidad y tenacidad respecto a la mezcla en caliente convencional (efecto del menor envejecimiento del betún en el proceso de fabricación) en detrimento de su energía de rotura (cohesión, G_p). La adición del aditivo en base grafeno parece compensar en parte esta disminución, manteniendo los efectos positivos del menor envejecimiento.

Cabe reseñar que, de forma paralela a los efectos ya descritos, se producen con carácter general, con la inclusión del adi-

| Temp (°C) | Tipo de mezcla | Grafeno (%) | Espumación (% agua) | Densidad (Kg/m ³) | RT (MPa) | IRT (KN/mm) | G _p (J/m ²) | IT (J•mm/m ²) | d _{50PM} (mm) |
|-----------|------------------|-------------|---------------------|-------------------------------|----------|-------------|------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| 20° C | AC16PMB 45/80-65 | -- | -- | 2462 | 0,31 | 6,8 | 418 | 308 | 1,1 |
| | AC16 50/70 S | -- | -- | 2422 | 0,44 | 8,7 | 369 | 147 | 0,7 |
| | | 0,05 | -- | 2454 | 0,42 | 7,3 | 490 | 289 | 1,0 |
| | | -- | 2,5 | 2401 | 0,24 | 5,6 | 325 | 269 | 1,2 |
| | | 0,05 | 2,5 | 2449 | 0,27 | 5,6 | 354 | 267 | 1,1 |

Tabla 4. Resumen de parámetros Fénix del estudio en planta de AC 16 50/70 S.

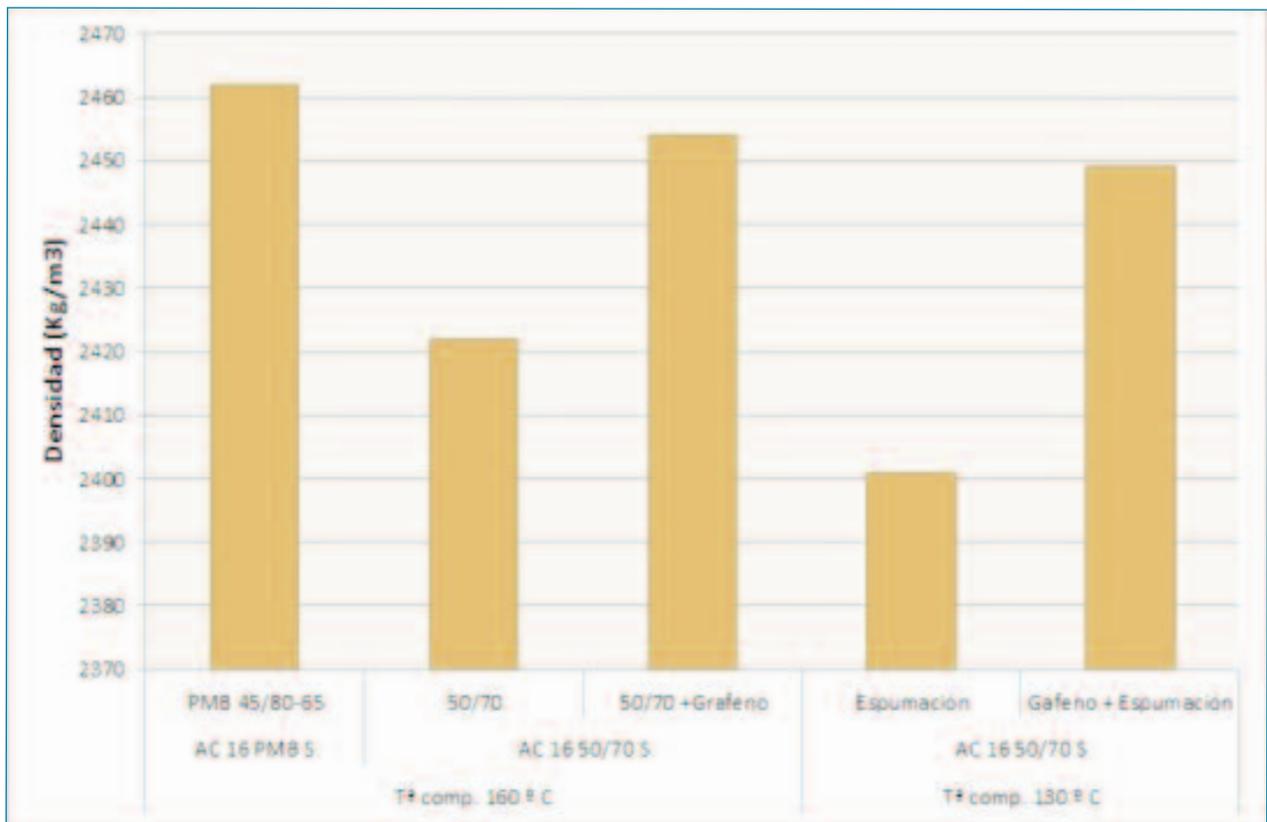


Figura 8. Densidades de compactación por impactos en laboratorio de la mezcla AC 16 50/70 S estudiada.

tivo en base grafeno, variaciones significativas en la compactabilidad de las mezclas analizadas como las indicadas en la Figura 8. Así se obtienen para el mismo ejemplo descrito, las siguientes densidades tras compactación en laboratorio.

Es importante resaltar que esta serie de valores se obtiene en el marco de un continuo de fabricación por lo que se han minimizado las posibles interferencias que podrían producir variaciones significativas en la densidad relativa de los áridos. Se observa un aumento de la densidad tanto al añadir grafeno a la mezcla en caliente convencional como en el caso de la mezcla espumada. Este fenómeno de mejora subyace, muy probablemente, tras el comportamiento observado para algunas magnitudes determinadas en los ensayos mecánicos, mientras es incierto su grado de responsabilidad en otras, como por ejemplo la ductilidad. Indistintamente, no cabe duda que la adición puede aumentar por esta otra vía el potencial de durabilidad de las mezclas al disminuir el contenido en huecos y facilitar su puesta en obra.

5. Conclusiones

El presente artículo muestra los resultados obtenidos en las fases de desarrollo e implementación industrial de una nueva adición que integra grafeno para mezclas bituminosas incorporando el aditivo por vía húmeda. Se aplica tanto a la fabricación de mezclas en caliente convencionales como de mezclas semicalientes fabricadas con tecnología de espuma de betún. En base a los resultados obtenidos pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- La integración en mezclas bituminosas de grafeno como aditivo debidamente funcionalizado y en concentraciones de entre 0.05-0.2% con respecto al contenido de betún en las mismas, produce mejoras significativas en las características mecánicas de la mezcla asfáltica en lo referente a susceptibilidad al agua, tenacidad y ductilidad, influyendo por tanto en su durabilidad, siendo dicha integración viable en términos industriales y competitiva en términos económicos.
- La adición de aditivo en base grafeno en mezclas semicalientes fabricadas con tecnología de espuma de betún genera un efecto positivo en su comportamiento mecánico, que se evidencia en un repunte de la resistencia a tracción, una mejora en la susceptibili-

dad al agua y un aumento de la cohesión (energía de rotura) con respecto a la mezcla espumada sin aditivo. Este efecto es compatible con el aumento de ductilidad y tenacidad que conlleva el menor envejecimiento del betún durante la fabricación.

- Se ha evidenciado de forma paralela la existencia de un efecto colateral de mejora de la compactabilidad de las mezclas con la adición de grafeno funcionalizado lo que redundaría en una potencial mejora de durabilidad, al facilitar su puesta en obra.
- Los hallazgos descritos en la presente comunicación han sido contrastados tanto a nivel laboratorio como a nivel fabricación industrial en planta, lo que indica una cierta robustez de los comportamientos aún trabajando con bajas concentraciones de aditivo.

6. Bibliografía

- [1] Zeng W., Wu S. et al. (2017). The utilization of graphene oxide in traditional construction materials: Asphalt. Materials 2017. Wuhan University, Wuhan, China.
- [2] Moreno Navarro F., Del Sol Sánchez M., et al. (2017). Contribución del grafeno en el desarrollo de materiales asfálticos de nueva generación: Análisis de las propiedades termo-mecánicas. Comunicación 14, XII Jornada Nacional de ASEFMA. Universidad de Granada, Granada, España.
- [3] Zigeng Wang, Qingli Dai, Shuaicheng Guo. Laboratory performance evaluation of both flake graphite and exfoliated graphite nanoplatelet modified asphalt composites. Beijing University of Technology and Michigan Technological University. Construction and Building Materials n°149 (2017) 515-524.
- [4] Valdés, G.; Pérez, F.; Botella, R. Ensayo Fénix: una nueva metodología para medir la resistencia a la fisuración en mezclas asfálticas. "Revista de la construcción", 2009, vol. 8, núm. 1, p. 114-125.
- [5] Martin A.E., Arambula E., et al. (2014). Evaluation of the Moisture Susceptibility of WMA Technologies, NCHRP 763, Transportation Research Board, Washington D.C., US.



CARRETERA A ESTRENAR CADA DÍA

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

Mantener las carreteras es fácil con los Asfaltos de Cepsa.

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



CEPSA

Tu mundo, más eficiente.

Últimas actualizaciones en legislación, normativa y otras disposiciones

En esta sección se lista la actualización de la legislación y otras disposiciones, las normas EN que se han publicado, así como las nuevas normas que se han incluido para su revisión y que se encuentran en proyecto, para diferentes materiales relacionados con las mezclas bituminosas (áridos, ligantes bituminosos y mezclas).

En esta entrega se recoge el listado de normas desde el 18 de febrero hasta el 13 de abril de 2020.

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

NORMATIVA PUBLICADA

- **UNE-EN 13358 (Publicada en abril de 2020)** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de las características de destilación de los betunes fluidificados y fluxados fabricados con fundentes de origen mineral.

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

NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE-prEN 13614 (Última publicación año 2011)** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la adhesividad de las emulsiones bituminosas por inmersión en agua.
- **PNE-Fpr CEN/TS 17481 (Norma nueva)** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del contenido de sal en betunes. Método de conductividad eléctrica.
- **PNE-Fpr CEN/TS 17482 (Norma nueva)** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del índice de acidez del betún. Método potenciométrico
- **PNE-Fpr CEN/TR 17499 (Norma nueva)** Betunes y ligantes bituminosos. Ejemplos para el marcado CE y Declaración de Prestaciones (DoP)

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

NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE-EN 12274-1 (última publicación año 2002)** Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 1: Toma de muestras
- **PNE-EN 12274-2 (última publicación año 2003)** Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación del contenido en ligante residual incluida la preparación de las muestras
- **PNE-EN 12274-3 (última publicación año 2002)** Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 3: Consistencia
- **PNE-EN 12274-4 (última publicación año 2003)** Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 4: Determinación de la cohesión de la mezcla
- **PNE-EN 12274-5 (última publicación año 2003)** Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación del contenido mínimo de aglomerante y resistencia al desgaste
- **PNE-EN 12274-6 (última publicación año 2002)** Lechadas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 6: Velocidad de aplicación
- **PNE-EN 12697-1 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 1: Contenido de ligante soluble

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

NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- **PNE-EN 12697-2/prA1 (última publicación año 2015)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas
- **PNE-EN 12697-6 (última publicación año 2012)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 6: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas
- **PNE-EN 12697-11 (última publicación año 2012)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 11: Determinación de la afinidad entre áridos y betún.
- **PNE-EN 12697-14 (última publicación año 2001)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 14: Contenido de agua
- **PNE-EN 12697-19 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 19: Permeabilidad de las probetas
- **PNE-EN 12697-20 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 20: Ensayo de indentación utilizando probetas cúbicas o Marshall
- **PNE-EN 12697-21 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 21: Ensayo de indentación utilizando probetas planas
- **PNE-EN 12697-22 (última publicación año 2008)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 22: Ensayo de rodadura
- **PNE-prEN 12697-25 (última publicación año 2016)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 25: Ensayo de compresión cíclico
- **PNE-EN 12697-28 (última publicación año 2001)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 28: Preparación de muestras para la determinación del contenido de ligante, contenido de agua y granulometría
- **PNE-EN 12697-29 (última publicación año 2003)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 29: Determinación de las dimensiones de las probetas bituminosas
- **PNE-EN 12697-34 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 34: Ensayo Marshall
- **PNE-EN 12697-39 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 39: Contenido de ligante por ignición
- **PNE-EN 12697-40 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 40: Drenabilidad in situ
- **PNE-prEN 12697-42 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 42: Cantidad de materia extraña en asfalto recuperado
- **PNE-EN 12697-45 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 45: Ensayo de rigidez a tracción tras acondicionamiento en saturación (SATS)
- **PNE-EN 12697-46 (última publicación año 2013)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 46: Fisuración y propiedades a baja temperatura mediante ensayos de tracción uniaxial
- **PNE-prEN 12697-48 (norma nueva)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 48: Adherencia entre capas
- **PNE-prEN 12697-49 (norma nueva)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 49: Determinación del rozamiento tras el pulido
- **PNE-CEN/TS 12697-50 (norma nueva)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 50: Resistencia al desgaste
- **PNE-EN 12697-53 (norma nueva)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 53: Incremento de la cohesión por el método de la esparsión
- **PNE-EN 12697-54 (norma nueva)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 54: Curado de las muestras para el ensayo de mezclas con emulsión de betún
- **PNE-EN 12697-55 (norma nueva)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 55: Evaluación organoléptica de la compatibilidad de los materiales constituyentes de una mezcla con emulsión de betún
- **PNE-EN 12697-56 (norma nueva)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 56: Preparación de muestras mediante compactación estática
- **PNE-EN 13036-5 (norma nueva)** Características superficiales de carreteras y superficies aeroportuarias. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación de los índices de regularidad superficial longitudinal
- **PNE-EN 13108-2 (última publicación año 2007)** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 2: Hormigón bituminoso para capas muy delgadas
- **PNE-EN 13108-3 (última publicación año 2008)** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 3: Mezclas bituminosas tipo SA
- **PNE-EN 13108-4 (última publicación año 2008)** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 4: Mezcla bituminosa tipo HRA

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

NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- **PNE-EN 13108-5 (última publicación año 2008)** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 5: Mezclas bituminosas tipo SMA
- **PNE-EN 13108-6 (última publicación año 2008)** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 6: Másticos bituminosos
- **PNE-EN 13108-7 (última publicación año 2008)** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 7: Mezclas bituminosas drenantes
- **PNE-EN 13108-20 (última publicación año 2009)** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 20: Ensayos de tipo
- **PNE-EN 13108-21 (última publicación año 2009)** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 21: Control de producción en fábrica
- **PNE-EN 13108-31 (norma nueva)** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 31: Hormigón asfáltico con emulsión bituminosa
- **PNE-EN 13285 (última publicación año 2010)** Mezclas de áridos sin ligante. Especificaciones
- **PNE-EN 13880-7 (última publicación año 2004)** Productos de sellado aplicados en caliente. Parte 7: Ensayo de funcionamiento de productos de sellado
- **PNE-EN 13880-8 (última publicación año 2004)** Productos de sellado aplicados en caliente. Parte 8: Método de ensayo para la determinación de la variación de la masa de los productos de sellado resistentes a los carburantes después de la inmersión en carburante
- **PNE-EN 14187-5 (última publicación año 2004)** Productos de sellado aplicados en frío. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación de la resistencia a la hidrólisis
- **PNE-EN 14187-7 (última publicación año 2004)** Productos de sellado aplicados en frío. Métodos de ensayo. Parte 7: Determinación de la resistencia a la llama
- **PNE-EN 14187-9 (última publicación año 2007)** Productos de sellado aplicados en frío. Métodos de ensayo. Parte 9: Ensayo de funcionamiento de productos de sellado
- **PNE-prEN 14188-2 (última publicación año 2005)** Productos de sellado de juntas. Parte 2: Especificaciones para productos de sellado aplicados en frío
- **PNE-prEN 17392-1 (norma nueva)** Sostenibilidad de las obras de construcción. Declaraciones medioambientales de productos. Normas básicas para materiales de carretera. Parte 1: Mezclas bituminosas.
- **PNE 41260-1 IN (norma nueva)** Materiales para firmes de carreteras. Mezclas bituminosas. Parte 1: Utilización de cal hidratada como polvo mineral de aportación
- **PNE 41265-2 IN (norma nueva)** Firmes de carreteras. Ejecución y control. Parte 2: Prefisuración de materiales tratados con conglomerantes hidráulicos

ÁRIDOS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 146)

NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE-prEN 933-2 (última publicación año 1999)** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas
- **PNE-prEN 1097-2 (última publicación año 2010)** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación
- **PNE-prEN 1097-8 (última publicación año 2012)** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 8: Determinación del coeficiente de pulimento acelerado
- **PNE-prEN 13043 (última publicación año 2004)** Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas
- **PNE-EN 16236 (Norma nueva)** Evaluación y verificación de la constancia de prestaciones (EVCP) de los áridos. Ensayo de tipo iniciales y control de producción en fábrica
- **PNE-FprCEN/TS 17438 (Norma nueva)** Origen de los materiales considerados en el desarrollo de las normas de áridos del CEN/TC 154.

COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS

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

- **Para ligantes bituminosos**

- o Se ha publicado la norma para determinación de las características de destilación de los betunes fluidificados y fluxados fabricados con fundentes de origen mineral

- o Destacar que se está desarrollando una norma específica que describe la documentación a emitir para el mercado CE y Declaración de Prestaciones (DoP) extrayéndola de cada una de las normas de producto EN 13108-XX y unificándolo en un modelo general único.

- **Para mezclas bituminosas**

- o Se ha incluido como norma en proyecto la norma para la determinación del ensayo de compresión cíclico EN 12697-25

- o Interesante la norma nueva EN 17392-1 cuyo título “Sostenibilidad de las obras de construcción. Declaraciones medioambientales de productos. Normas básicas para materiales de carretera. Parte 1: Mezclas bituminosas”, como muestra de la alineación con los criterios de economía circular

- **Para áridos**

- o Indicar que ha desaparecido la norma de áridos EN 13043 del listado de normas en revisión

- o Se ha publicado la norma EN 17438 “Origen de los materiales considerados en el desarrollo de las normas de áridos del CEN/TC 154”. El comité 154 a su vez es el comité que se ha desarrollado dentro de la Comisión Europea para la normalización de los áridos naturales, reciclados y manufacturados, mediante la especificación de las características de sus prestaciones, el muestreo y los métodos de ensayo. En concreto para los áridos a emplear con ligantes bituminosos el comité corresponde al CEN/TC 154 SC3.

#80

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“La pavimentación asfáltica ha sido pionera en Economía Circular, reutilizando y reciclando los propios componentes de los firmes. De hecho, el RAP es el material que registra el mayor tonelaje reciclado.” TribunaJL Peña (El uso adecuado del “asfalto recuperado” en las mezclas bituminosas)

#SOSTENIBILIDAD_Y_MEDIO_AMBIENTE

Noticias del sector

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

ASEFMA y Canon España lanzan la segunda edición de su concurso por la conservación de carreteras: #photoIRMD2020

Desde las 00:01 hasta las 23:59 (UTC +2) del día 2 de abril de 2020, fecha en que se celebró en todo el mundo el Día de la Conservación de Carreteras, los usuarios de Twitter que siguieron a la cuenta oficial @IRMD2020 y publicaron una fotografía o/y un vídeo con los hashtags #IRMD2020 y #photoIRMD2020 entraron en el concurso de dos cámaras Canon. También se pudo participar desde Facebook, siguiendo la página oficial www.facebook.com/roadmaintenanceday y dejando un comentario con fotografía en la publicación oficial del IRMD (LINK).

Dicha iniciativa, ha conseguido 53 autores, llegando alcanzar en conjunto 199 fotografías y vídeos. Los cuales tuvieron que seguir las cuentas del Día Internacional de la Conservación de Carreteras de Twitter (www.twitter.com/irmd2020) y/o de Facebook (www.facebook.com/roadmaintenanceday), además de realizar al menos una de estas acciones:

- Publicar en su perfil personal de Twitter un tweet con una imagen o un vídeo que represente o justifique la necesidad de conservar las carreteras y que además incluya (1) los hashtags #IRMD2020 y #photoIRMD2020 y (2) un comentario sobre por qué es necesario conservar las carreteras.

- Publicar un comentario al post facebook.com/roadmaintenanceday en el que IRMD2020 comunica el concurso que incluya: (1) por qué es importante la conservación de carreteras; (2) una invitación a participar en el concurso de, al menos, dos contactos del participante; (3) una fotografía o un vídeo que represente o justifique la necesidad de conservar las carreteras.

Un jurado designado por ASEFMA seleccionó a los dos participantes, uno por cada categoría, que hubiesen emitido

las comunicaciones (tweets o comentarios en Facebook) más representativos del Día Internacional de la Conservación de Carreteras. El obsequio para esos tres participantes ganadores del concurso consistió en los siguientes productos, según el orden de selección de ganadores: una Canon Ixus 285 HS color negro para la categoría fotográfica y una CANON EOS M100 color blanco con 15-45 STM para la categoría videográfica. Del mismo modo, se seleccionaron por orden de selección cinco imágenes y cinco vídeos adicionales, numerados del 1 al 5, correspondientes a los participantes suplentes.

El objetivo de esta iniciativa fue sensibilizar a todos los ciudadanos sobre el estado de conservación de las carreteras y, en concreto, sobre las ventajas del mantenimiento vial. ASEFMA entiende que es fundamental hacer partícipe a la ciudadanía sobre el estado de los pavimentos y las consecuencias de su deterioro, para que efectivamente se produzca un cambio en las políticas y presupuestos destinados a la conservación de carreteras.

La industria española del asfalto, representada por ASEFMA, reclama que se reconozca la pandemia del COVID-19 como caso de fuerza mayor

La Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA) manifiesta la preocupación del sector de la pavimentación en España ante el estado de alarma decretado por el gobierno español para hacer frente a la expansión de coronavirus COVID-19 y la ausencia de reglamento específico para garantizar la salud y seguridad de sus trabajadores ante esta pandemia.

Las empresas asociadas en ASEFMA entienden la voluntad legislativa de que la actividad constructiva se mantenga dentro de las limitaciones del propio estado de alarma así como el estado de emergencia de salud pública que requiere

re la incorporación de nuevas medidas de prevención, seguridad y salud.

En este sentido apoyan la postura de la Confederación Nacional de la Construcción (CNC) de continuar con las obras de pavimentación y suscriben el impacto de este estado de emergencia en los ritmos de producción, que pueden derivar en incumplimientos de contratos, cancelaciones, suspensiones o penalizaciones. Y por ello **reclaman medidas de flexibilidad contractual cuando las empresas tengan dificultades para cumplir con las indicaciones de salud pública** emitidas por las autoridades sanitarias competentes o/y si la actividad se ve **obstaculizada por causas materiales o humanas derivadas de la pandemia del COVID-19**. En esta línea también exigen que si dichos motivos externos o no imputables provocan la inviabilidad de la obra sean considerados como **“fuerza mayor” para justificar la causa de la parada**.

Por otro lado, las empresas asociadas a ASEFMA exigen mayor claridad en las recomendaciones sanitarias y condiciones de trabajo que garanticen la salud de sus operarios y reclaman la disponibilidad de equipos de protección individual adecuados para continuar con seguridad las obras.

La junta directiva de ASEFMA, reunida el pasado 1 de abril de forma telemática, también acordó que su presidente enviase una carta al ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, en la que se solicitara “que clarifique, a nivel nacional, la actuación de la autoridad competente en relación a las obras de pavimentación y los trabajadores del sector”.

ASEFMA es una asociación de entidades dedicadas a la fabricación y aplicación de mezclas asfálticas para la pavimentación viaria. Entre sus fines estatutarios destaca el fomento de la investigación y la colaboración en la redacción de normas de fabricación, aplicación y control de calidad. Sus acciones están orientadas a la satisfacción de los usuarios y la preservación del medio ambiente.

ASEFMA aplaza su XV Jornada Nacional y anuncia un evento digital en la misma fecha en que estaba prevista su celebración inicial

La Feria de Madrid no acogerá el próximo 11 de mayo la XV Jornada Nacional de ASEFMA, pero las entidades, profesionales e investigadores convocados son emplazados en

esa misma fecha y en modalidad virtual a la primera Jornada Digital de ASEFMA. Así lo ha decidido la junta directiva de la asociación reunida el pasado 26 de marzo por videoconferencia para abordar las nuevas actuaciones de la entidad ante la crisis provocada por el coronavirus y la situación que vive del sector desde la declaración del Estado de Alarma en España.

La **XV Jornada Nacional de ASEFMA**, cuya celebración estaba prevista en vísperas del también aplazado 7º Eurobitume&Euroasphalt Congress (EE Congress), retomará su formato inicial de dos días durante su celebración en el último trimestre del año y profundizará sobre asfalto 4.0. y movilidad inteligente.

Por su parte, la jornada digital sobre cuyo programa técnico ya trabaja el comité de ASEFMA se inscribe en las acciones formativas y de digitalización que ya desarrolla la entidad y está en la línea de las últimas propuestas divulgativas de carácter online como la jornada del 2 de abril que se celebró de forma online bajo el paraguas del Día Internacional de la Conservación de Carreteras IRMD2020.

ASEFMA organiza una jornada técnica online con motivo del Día Internacional de la Conservación de Carreteras IRMD2020

La plataforma digital de ITAFEC y Twitter acogió el pasado 4 de abril un **novedoso evento online promovido por ASEFMA** bajo el paraguas del **Día Internacional de la Conservación de Carreteras (IRMD, por sus siglas en inglés)**. Recuperando el lema de anteriores ediciones **“conservar las carreteras es preservar el medioambiente”**, la jornada se desarrolló en español e inglés en doble sesión de mañana y tarde y con la participación de políticos, académicos y representantes de entidades españolas y europeas vinculadas al sector viario.

El evento fue inaugurado por **Juan José Potti**, presidente de ASEFMA, quien presentó la evolución del Día Internacional de la Conservación de Carreteras desde su primera celebración en abril de 2019 y el **proyecto EMIPAV** dedicado al **análisis del impacto real de las estrategias de rehabilitación de firmes en el consumo de combustible y en las emisiones generadas por los vehículos que circulan por dichos pavimentos**. Dicho evento, continuó, con la intervención de

Carsten Karcher, secretario general de la Asociación Europea de Asfalto y Pavimento (EAPA, por sus siglas en inglés), quien presentó la **contribución del sector del asfalto a la neutralidad climática y la preservación del medioambiente**; **Miguel Caso**, director técnico de la Asociación Mundial de la Carretera, quien expuso la **reducción de la huella de carbono del ciclo de vida de los pavimentos**; y **Slovenko Henigman**, presidente de la asociación eslovena del asfalto ZAS, que analizó la **financiación de la red de carreteras**.

Los **criterios de innovación** en el diseño y conservación de carreteras fueron expuestos por **Rosario Comejo**, Subdirectora General de Conservación y Explotación del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, mientras que los criterios **medioambientales** los analizó **Ángel Sampedro**, director de Ingeniería de Carreteras en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Alfonso X el Sabio (UAX). Por su parte, el análisis de los aspectos sociales y territoriales correspondió al director de la Asociación Técnica de Carreteras (AIPCR), **Alberto Bardesi**.

Las ponencias de **Sergio Escriba**, responsable de proyectos en la Agencia Ejecutiva de Innovación y Redes (INEA) de la Comisión Europea; y de **Pete Grass**, presidente del Instituto estadounidense del Asfalto (AI), cerró el bloque de intervenciones técnicas tras el cual se presentaron proyectos de I+D en el área de conservación de carreteras y sostenibilidad medioambiental.

El 7th Eurasphalt & Eurobitume Congress se pospone al segundo trimestre de 2021

La organización del séptimo congreso de Eurasphalt y Eurobitume a través de un comunicado ha anunciado que se ve obligada a posponer el Congreso E&E 2020 a causa de la evolución del brote de COVID-19. Las nuevas fechas ya están definidas y será del 16 al 18 de Junio de 2021. En esta línea también ha querido dejar ver que ampliarán información a las personas y entidades inscritas cuya participación en el evento ya estaba confirmada: "En las próximas semanas proporcionaremos más detalles a los participantes confirmados, expositores, ponentes y autores de pósters y comunicaciones aceptadas".

El 7th Eurasphalt & Eurobitume Congress, que organizan cuatrienalmente EAPA y Eurobitume, volverá a con-

vertir a la capital española en el segundo trimestre del 2021 en el centro neurálgico del debate europeo sobre asfalto 4.0, concepto que fue abordado extensamente en la XIII Jornada Nacional de ASEFMA. Bajo el lema "asfalto 4.0 para la movilidad del futuro", el programa del congreso incluye entre sus temas principales los últimos avances en I+D+i aplicados a mezclas bituminosas, las carreteras del futuro y la movilidad inteligente, así como la conservación de carreteras.

La X Jornada de Ensayos de ASEFMA fue aplazada ante el nuevo escenario de contención del coronavirus en la Comunidad de Madrid

La X Jornada de Ensayos de ASEFMA, cuya celebración estaba prevista el día 12 de marzo en el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos se pospuso hasta nueva fecha, con el mismo programa científico y de talleres previstos en su organización inicial. La decisión fue tomada a la luz de las recomendaciones emitidas por la Comunidad de Madrid tras la reunión de crisis del Consejo de Gobierno en la que se aprobaron medidas con carácter extraordinario por el coronavirus (COVID-19)

"La evolución del coronavirus obliga a la Comunidad de Madrid a tomar medidas especiales que se han aprobado en el Consejo de Gobierno Extraordinario de Dirección General de Medios de Comunicación", ha indicado la presidenta de la Comunidad de Madrid, Isabel Díaz Ayuso, ayer en rueda de prensa. Entre las principales medidas avanzadas destacan las adoptadas en el ámbito educativo por el que se suspende la actividad docente presencial en todos los niveles educativos así como las actividades complementarias formativas. Del mismo modo, recomienda evitar los viajes que no sean estrictamente imprescindibles y favorecer medidas de teletrabajo.

En esta línea, el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos anunció el cierre de su Auditorio, donde estaba prevista la celebración de la X Jornada de Ensayos de ASEFMA, así como la suspensión de todos los actos previstos como medidas extraordinarias dentro de su plan de contingencia y de continuidad de la actividad.

La décima edición del evento científico de referencia nacional sobre métodos de ensayos en materia de mezclas as-

fálticas quedó por lo tanto pospuesta hasta nueva fecha, atendiendo a la evolución de la situación y desarrollo de protocolos de prevención y lucha contra el coronavirus. El presidente de ASEFMA, Juan José Potti, señaló al respecto que el “Comité técnico de ASEFMA lamenta las molestias que este cambio puede provocar para todos los asistentes y recuerda que se trata de una situación sobrevenida y ajena a la propia organización de la Jornada, que sigue las recomendaciones de las autoridades sanitarias competentes y las decisiones tomadas por el centro en el que estaba previsto el evento: el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos”.

#81

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“El fresado selectivo de las capas bituminosas de un firme permite su reutilización de un modo muy eficiente.” TribunaJL Peña (El uso adecuado del “asfalto recuperado” en las mezclas bituminosas)

#INGENIERÍA

Calendario de eventos

| AÑO 2020 | | |
|-----------------------------------|--|---------------------------------------|
| 11 de mayo ASEFMA | I Jornada Digital de ASEFMA | Madrid (España) www.asefma.es |
| 8 de junio EUROBITUMEN | International Symposium on Bituminous materials | Lyon (Francia) www.eurobitume.eu |
| 12-16 de junio TRB | TRB 99th Annual Meeting | Washington DC (EUA) www.trb.org |
| 21 de septiembre EUROBITUMEN | The 6th international conference on Accelerated Pavement Testing (APT) | Nantes (Francia) www.eurobitume.eu |
| 4-6 de noviembre AEMA | International Symposium on Asphalt Emulsion Technology | Virginia (EUA) www.aema.org |
| 25 de noviembre ATEB | V Jornada Nacional de ATEB | Madrid (España) www.ateb.es |
| 14-16 de diciembre EUROBITUMEN | International Symposium on Bituminous Materials (ISBM Lyon 2020) | Lyon (Francia) www.eurobitume.eu |
| PENDIENTE ASEFMA | XV Jornada Nacional de Asefma; #XVJornadaASEFMA | Madrid (España) www.asefma.es |

| AÑO 2021 | | |
|------------------------------------|---|---|
| 9-13 de enero TRB | TRB 2021 Annual Meeting | Washington, DC (EUA) www.trb.org |
| 7-10 de febrero NAPA | NAPA. Annual meeting | Orlando, DC (EUA) www.eapa.org |
| 17-21 de febrero AEMA-ARRA-ISSA | AEMA-ARRA-ISSA Annual Meeting | San Antonio-Texas-(EUA) www.aema.org |
| 9-11 de marzo ASPHALT PAVEMENT | 2021 World of Asphalt Show & Conference | Atlanta-(EUA) www.asphalt pavement.org |
| 16-18 de junio EUROBITUMEN | The 7th Eurasphalt & Eurobitumen Congress; #eecongress2020 | Madrid (España) www.eurobitume.eu |
| 21-23 de octubre AEMA-ARRA-ISSA | 2020 International Symposium on Asphalt Emulsion Technology | Virginia-(EUA) www.aema.org |

| AÑO 2022 | | |
|------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 9-13 de enero TRB | TRB 2022 Annual Meeting | Washington DC (EUA) www.trb.org |
| 23-26 de enero NAPA | 2022 NAPA Annual Meeting | The Phoenician (EUA) www.eapa.org |

| AÑO 2023 | | |
|----------------------|--------------------------|---|
| 8-12 de enero TRB | 2023 NAPA Annual Meeting | Washington DC (EUA) www.trb.org |
| 1 de octubre NAPA | 27th World Road Congress | Praga (República Checa) www.eapa.org |



Se aplicarán y estimularán las mejores técnicas disponibles para **FAVORECER** el **MEDIO AMBIENTE**

JUNIO 2020

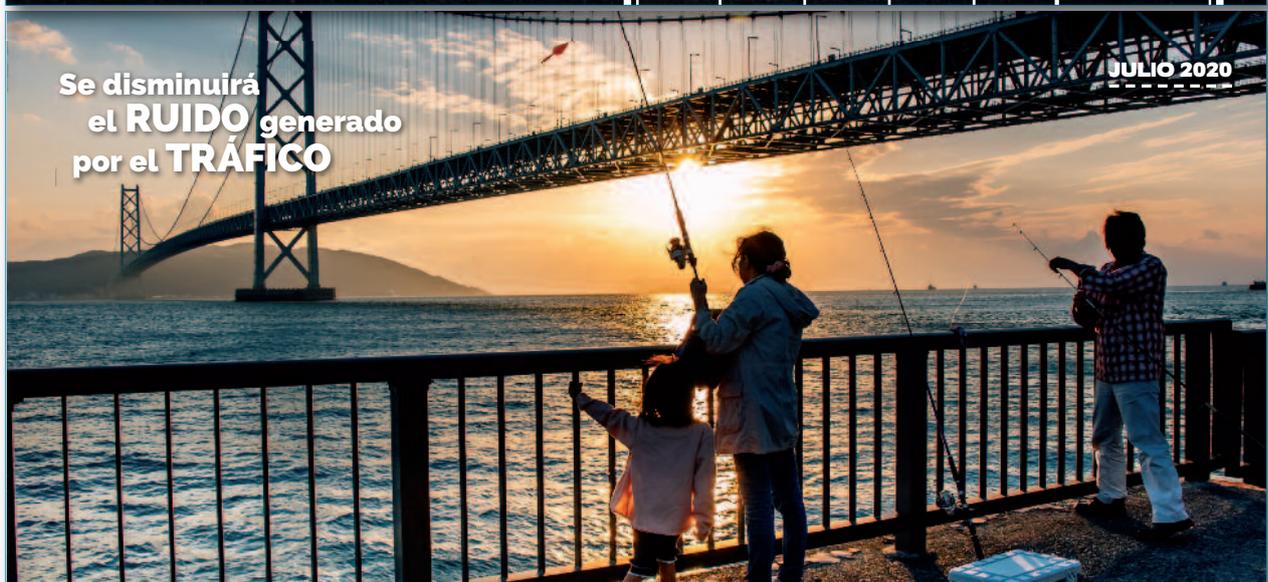
ADVANTAGE 15: Up to 100% reclaimed asphalt is re-used in high quality asphalt #AsphaltAdvantages

REFORZANDO el firme, consolidando el FUTURO ➔

JUNIO 2020

Colaboran:
 /asefma @asefma_es /company/asefma @asefma

| 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 | | | | | |



Se disminuirá el **RUIDO** generado por el **TRÁFICO**

JULIO 2020

ADVANTAGE 18: Asphalt is the quiet pavement #AsphaltAdvantages

REFORZANDO el firme, consolidando el FUTURO ➔

JULIO 2020

Colaboran:
 /asefma @asefma_es /company/asefma @asefma

| 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 | | |

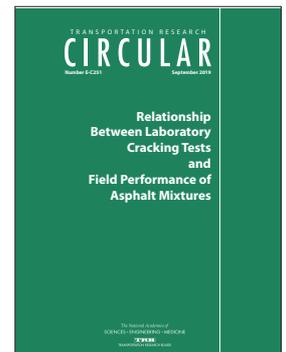
Lecturas recomendadas

Publicación: *“Relationship Between Laboratory Cracking Tests and Field Performance of Asphalt Mixtures”*. TRB. Septiembre 2019. 96 p.p.

La fisuración de los pavimentos asfálticos es posiblemente la principal causa de deterioro en España, tratándose de un tema muy complejo debido a los muy diversos orígenes del problema y la dificultad de encontrar correlaciones sencillas entre los ensayos de laboratorio realizados a los materiales que componen el firme y el comportamiento en servicio del mismo.

La publicación que se cita recoge diversos trabajos realizados en EE.UU orientados a aportar luz sobre los mecanismos que favorecen la fisuración y posibles soluciones para lo mismo. De esta manera podemos encontrar una sección dedicada al ensayo “IDEAL cracking test”, otra al “Illinois feasibility Index Test”. También se estudia el empleo del “balanced mix design” para aumentar la durabilidad o la caracterización de la “fracture energy” con los niveles de fisuración observados en las carreteras.

<http://www.trb.org/Main/Blurbs/179718.aspx>



Manifiesto *“The asphalt industry’s contributions to climate neutrality and preservation of Europe’s natural environment”*. EAPA. 2019.

El sector del transporte por carretera es uno de los grandes contribuyentes a las emisiones de gases con efecto invernadero por lo que va a tener que implantar grandes cambios en su concepción actual para colaborar en esta tarea.

Aunque las emisiones son debidas mayoritariamente a los vehículos y no a las infraestructuras viarias, sin embargo, éstas pueden colaborar en minimizar los impactos medioambientales.

A raíz de la publicación del “Green Deal” por parte de la Comisión Europea, el sector de los fabricantes de las mezclas asfálticas ha querido mostrar cómo puede colaborar en tan relevante reto publicando un manifiesto que puede ser utilizado como guía de las futuras tendencias comerciales y tecnológicas del sector.

<https://eapa.org/wp-content/uploads/2019/12/EAPA-manifesto.pdf>



Publicación “Reducción de la huella de carbono del ciclo de vida de los pavimentos”. PIARC 2019. 60 p.p.

Este informe revisa las innovaciones reportadas para reducir la huella de carbono de los pavimentos y contiene una revisión crítica de la evaluación de la huella de carbono de los pavimentos. Existen muchos otros indicadores ambientales para los pavimentos de las carreteras, pero estos estaban fuera del alcance de este informe, que se centra únicamente en la huella de carbono.

Los objetivos estratégicos establecidos por el grupo de trabajo que llevó a cabo este informe fueron los siguientes:

- Revisar los comentarios de campo sobre las innovaciones recientes (productos, equipos) que contribuyen a reducir la huella de carbono en los pavimentos. Esto incluirá, en particular, las tecnologías del hormigón asfáltico caliente;
- Revisión crítica de la evaluación de las reducciones de la huella de carbono en comparación con los métodos estándar de construcción, incluyendo el uso de materiales reutilizados, reciclados y recuperados.

En este informe se debate la definición de sostenibilidad de los pavimentos de las carreteras, incluyendo una definición de los límites del sistema y de la metodología de asignación, así como una comparación de varios modelos actualmente disponibles para la evaluación de los puntos finales ambientales.

<https://www.piarc.org/es/pedido-de-publicacion/31426-es-Reducci%C3%B3n%20de%20la%20huella%20de%20carbono%20del%20ciclo%20de%20vida%20de%20los%20pavimentos>



BAST - Research institute in the department of the Federal Ministry of Transport of Germany



Dentro de la lista de centros de referencia que realizan actividades de I+D+i en el sector de la carretera, uno de los más destacados es BAST (Bundesanstalt für Straßenwesen) un instituto de investigación público de la República Federal Alemana.

Los campos de actividad que habitualmente trata cubren todo el sector relacionado con el transporte por carretera: ingeniería civil, ingeniería del tráfico, ingeniería de automoción así comportamiento humano y seguridad vial.

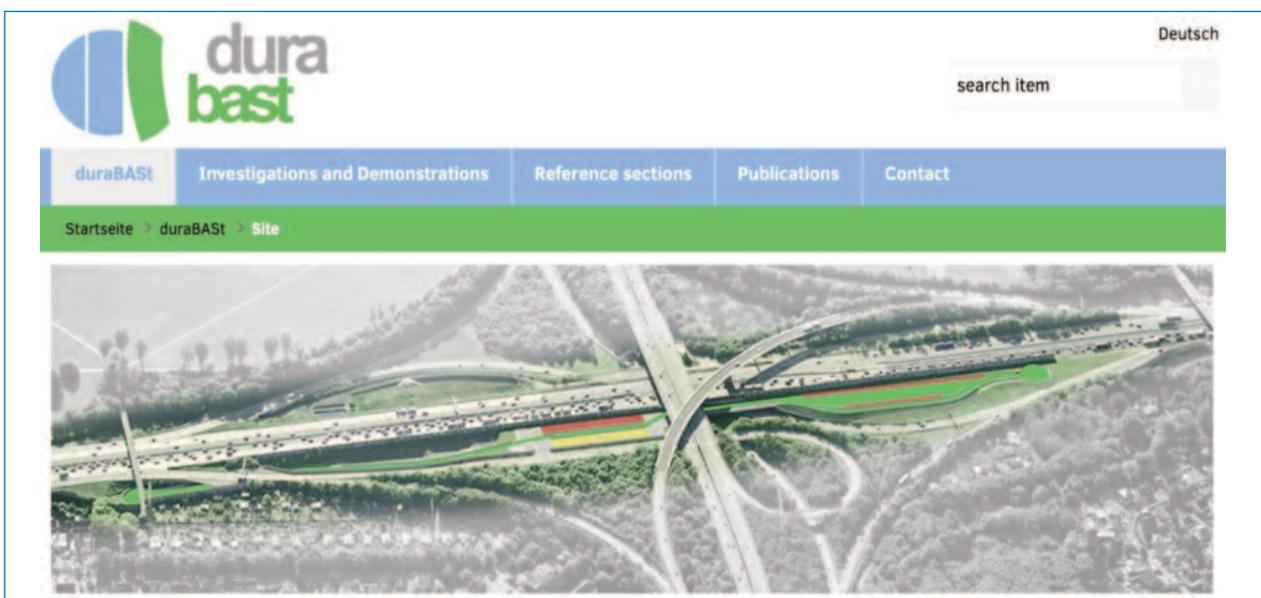
Centrándonos en el campo de la pavimentación, en el siguiente enlace pueden verse las diversas temáticas sobre las que están realizando trabajos de I+D+i

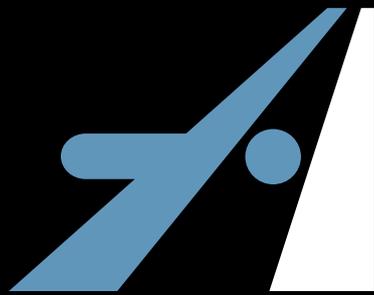
https://www.bast.de/BAST_2017/EN/Highway_Construction/Research/research_node.html

Uno de los elementos más destacados de los que disponen es el área de ensayos que permite probar en condiciones de uso real o en zonas de tráfico restringido diversas tecnologías.

Esta zona de ensayos denominada DuraBast tiene su propia página web:

https://www.durabast.de/durabast/EN/duraBAST/Site/site_node.html en la que se puede encontrar Información sobre los diversos proyectos que están llevando a cabo.





asefma

“reforzamos el firme, consolidamos el futuro”
“by reinforcing pavements, we guarantee the future”

Digital impact of @asefma_es through Twitter, Facebook, Instagram and LinkedIn social networks

- More than 26,000 messages sent
- More than 18,000 engaged followers
- More than 1,000,000 reactions



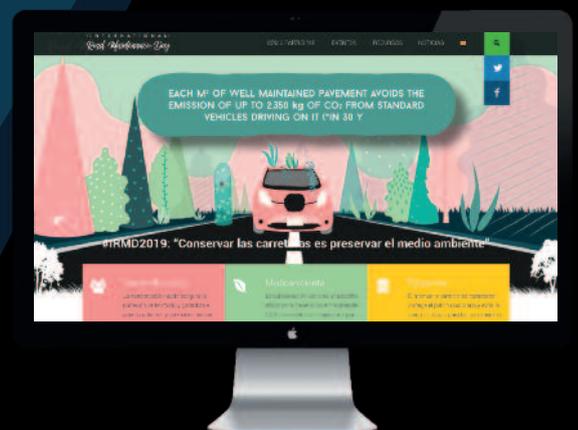
Últimas monografías publicadas Most recent monographs



Asefma is promoter of the International Road Maintenance Day (IRMD)

www.roadmaintenanceday.org

Catálogo de Capacidades Técnicas Catalogue of Technical Capacities



Síguenos en: / Follow us on:

- @asefma_es
- @asefma
- @asefma
- company/asefma

www.asefma.es

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASEFMA)

SPANISH ASSOCIATION OF PRODUCERS OF ASPHALT MIXES

Avda. General Perón, 26
28020 Madrid (Spain)
www.asefma.es

T.: +34 911 293 660
F.: +34 911 293 566
E.: asefma@asefma.com.es

#IRMD2020 pulveriza todas las marcas de impacto digital

La Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (Asefma) convocó a entidades y profesionales vinculados al sector viario a una jornada digital de reflexión y análisis sobre el impacto del mantenimiento de las carreteras sobre el medio ambiente. La plataforma digital de itafec y Twitter desarrollaron el pasado 2 de abril un novedoso evento online promovido por Asefma bajo el paraguas del Día Internacional de la Conservación de Carreteras (IRMD, por sus siglas en inglés), ver web: <http://roadmaintenanceday.org> Recuperando el lema de anteriores ediciones "conservar las carreteras es preservar el medioambiente", la jornada se desarrolló en español e inglés en doble sesión de mañana y tarde y contó con la participación de políticos, académicos y representantes de entidades españolas, europeas y americanas vinculadas al sector viario.

El evento constó de dos partes, una europea y otra americana. Fue inaugurado por Juan José Potti, presidente ejecutivo de Asefma, quien presentó la evolución del Día Internacional de la Conservación de Carreteras desde su primera celebración en abril de 2018 y el proyecto EMIPAV dedicado al análisis del impacto real de las estrategias de rehabilitación de firmes en el consumo de combustible y en las emisiones generadas por los vehículos que circulan por dichos pavimentos. A continuación intervinieron Carsten Karcher, secretario general de la Asociación Europea del Asfalto y Pavimentación (EAPA, por sus siglas en inglés), para presentar la contribución del sector del asfalto a la neutralidad climática y la preservación del medioambiente; Miguel Caso, director técnico de la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC), para explicar la reducción de la huella de carbono del ciclo de vida de los pavimentos; y Slovenko Henigman, Director Gerente de la asociación eslovena del asfalto ZAS, para analizar la financiación de la red de carreteras en Slovenia, un pequeño país que posee uno de los ratios mundiales más altos de tonelada de asfalto/habitante.

Los criterios de innovación en el diseño y conservación de carreteras fueron expuestos por Rosario Cornejo, Directora Técnica de la Dirección General de Carreteras (DGC) del Mi-

nisterio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MIT-MA), mientras que los criterios medioambientales fueron analizados por Ángel Sampedro, director de Ingeniería de Carreteras en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Alfonso X el Sabio (UAX). Por su parte, el análisis de los aspectos sociales y territoriales correspondió al director de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC), Alberto Bardesi.

Las ponencias de Sergio Escriba, responsable de proyectos en la Agencia Ejecutiva de Innovación y Redes (INEA) de la Comisión Europea; y de Pete Grass, presidente del Instituto del Asfalto (AI) de los Estados Unidos cerraron el bloque de intervenciones técnicas coordinados desde Europa, tras el cual se presentarán proyectos de I+D en el área de conservación de carreteras y sostenibilidad medioambiental.

El evento fue retransmitido en la red de Twitter mediante la emisión de mensajes en directo con el hashtag #IRMD2020. El número total de tuits en sólo 24 horas fue de 7.772.. Se generaron 140 respuestas y durante el evento se utilizaron 1.071 enlaces e imágenes. En total se acumularon 37.168.093 impactos. Los usuarios que mandaron algún tuit con el hashtag #IRMD2020 fueron 1.177. El alcance estimado o número de cuentas que ha recibido algún tuit con el hashtag #IRMD2020 ha sido de 2.367.521. Estos datos son record absoluto y superan más del doble del impacto alcanzado en 2019. Este hashtag fue Trending Topic en 3 países: España, México y Guatemala.

Todos estos datos dan una idea de la magnitud del alcance obtenido aunque a veces, es difícil tener medidas comparadas, vamos a tratar de valorar estos datos más en detalle. El día internacional de la conservación de carreteras o IRMD, por sus siglas en inglés, es una iniciativa de sólo 3 años de antigüedad, así como su cuenta en Twitter @irmd2018 que se creó en marzo de 2018 y cuenta con algo menos de 1000 seguidores.

En este texto se van a presentar datos comparados de 11 eventos recientes para poder valorar de una forma más clara el impacto alcanzado durante el IRMD 2020. Concretamente son 11 eventos desarrollados entre 2019 y 2020 de los que

#IRMD2020 pulveriza todas las marcas de impacto digital

se dispone de métrica de impacto digital (publicada en la web itafec.com). En el caso de eventos de varios días de duración, como el XX CILA (4 días), Innovacarretera 2019 (3 días) o la 30 Semana de la Carretera (3 días) o la XIV Jornada Nacional de Asefma (2 días), algunos datos obtenidos han sido dividi-

además son mundialmente conocidas en el sector como son: @ACCIONA, @Asphalt_Inst, @Aashtospeaks y @Asefma_es, así como por instituciones de gobierno como la Secretaría de Comunicación y Transporte de México (@SCT_mx) y el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de Espa-

| Hashtag | días | año | impresiones | tuits | alcance | participantes |
|--------------------------------|------|------|-------------|-------|-----------|---------------|
| #IRMD2020 | 1 | 2020 | 37.168.093 | 7772 | 2.367.329 | 1177 |
| #XXCILA | 4 | 2019 | 22.289.324 | 4695 | 751.367 | 898 |
| #ConferencialAG2020 | 1 | 2020 | 147.039 | 524 | 95.118 | 52 |
| #JornadaCV19 | 1 | 2019 | 5.655.000 | 983 | 486.775 | 73 |
| #30SemanaCarretera | 3 | 2019 | 5.393.607 | 1107 | 502.059 | 167 |
| #Innovacarretera2019 | 3 | 2019 | 14.219.589 | 2592 | 1.234.836 | 468 |
| #EATAGranada | 3 | 2019 | 2.724.337 | 457 | 383.103 | 69 |
| #XIVJornadaAsefma | 2 | 2019 | 12.702.485 | 1593 | 529.080 | 225 |
| #JornadaGuiaPavAsfalticos | 1 | 2019 | 1.951.729 | 291 | 81.553 | 47 |
| #IRMD2019 | 1 | 2019 | 14.722.788 | 3255 | 1.354.229 | 452 |
| #LifeBattleCO2 | 1 | 2019 | 1.473.754 | 434 | 88.492 | 39 |
| MEDIA, referida a 1 día | | | 7.317.075 | 1510 | 512.049 | 333 |
| MEDIA (1 día) sin IRMDs | | | 3.177.438 | 621 | 212.332 | 226 |

dos por los días de duración, de modo que en esos casos el alcance sea referido a un sólo día.

La primera de las gráficas de este capítulo se refiere al alcance potencial (referido a un día) o número de cuentas que fueron “informadas” por algún tuit del hashtag #IRMD202. Obsérvese la enorme diferencia del impacto de #IRMD2019 o #IRMD2020 respecto al resto.

La segunda gráfica, referida al número de tuits remarca todavía más las diferencias y vuelve a poner de manifiesto la gran diferencia en la actividad en Twitter, considerando en este caso el número de tuits, de #IRMD2020 y de #IRMD2019 respecto a cualquier otro evento.

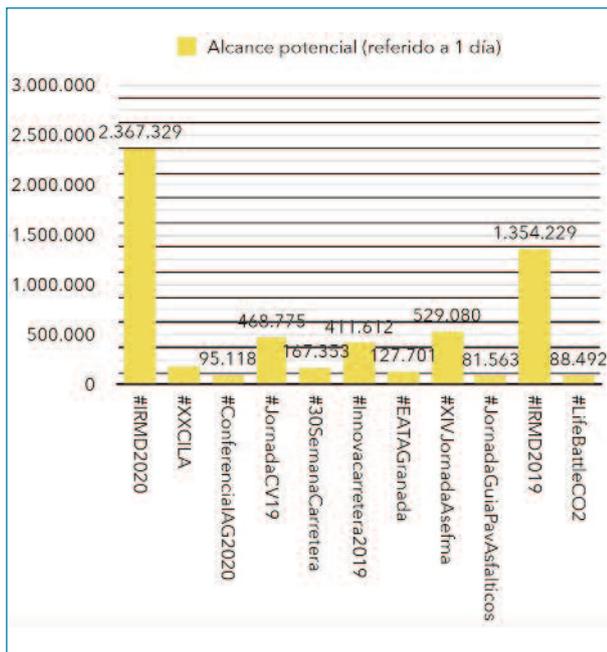
Es importante destacar que además de la cantidad, desde el punto de vista de la calidad, la iniciativa #IRMD2020 ha sido apoyada por cuentas con un evidente liderazgo técnico y que

ña (@mitmagob).

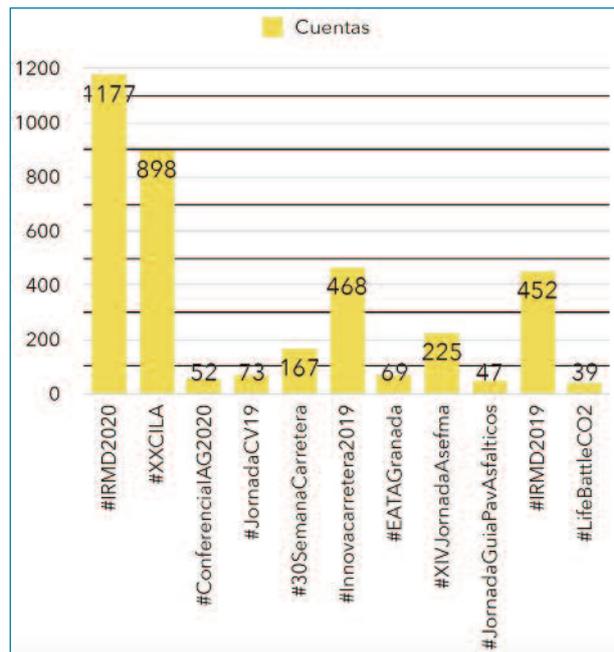
En la tercera gráfica se establecen el número de cuentas que han interactuado. Aquí no se ha dividido, en el caso de eventos de varios días, por el número de días dado que no está necesariamente vinculado y desde luego, no es lineal. Como puede observarse aquí las diferencias no son tan evidentes aunque destacan de manera muy clara: #IRMD2020, #XXCILA, #IRMD2019 y #Innovacarretera2019

La gráfica final, del número de impactos, referidos a 1 día, vuelve a poner de manifiesto que #IRMD2020 e #IRMD2019 son los 2 eventos con mayor impacto y con una gran diferencia respecto del resto.

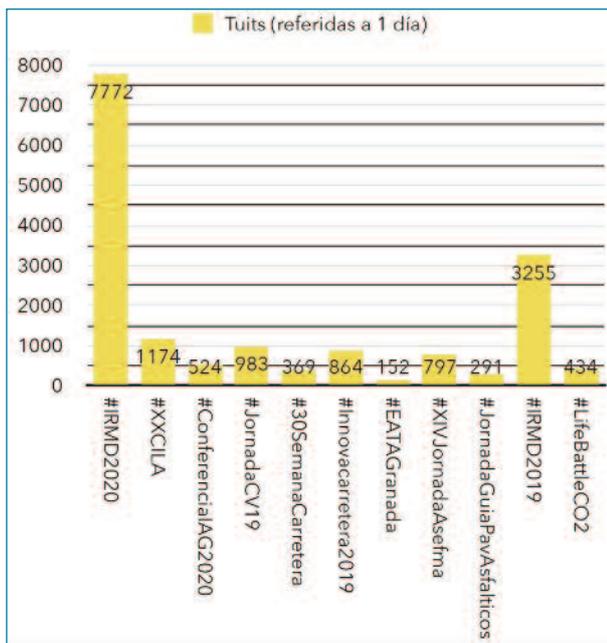
“la media de los eventos de itafec de los últimos 2 años, sin contar los eventos IRMD de 2019 y 2020, suele lograr en un día, un impacto superior a 3 millones, con más de 600



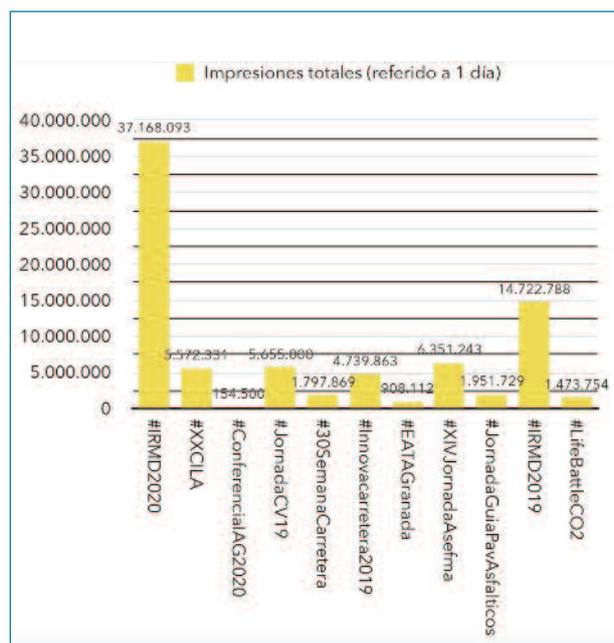
Gráfica 1. Alcance potencial



Gráfica 3. Cuentas



Gráfica 2. Tuits



Gráfica 4. Impactos

tuits, a partir de 226 cuentas y un alcance potencial de más de 200.000 "

La forma de alcanzar un número tan alto de impacto potencial es a través de lograr mucha interacción de muchos usuarios. Esto nos permite concluir que es un tema que nunca es casual y que la calidad del contenido fue muy importante para que los usuarios se sintieron invitados a compartir con retweets o a iniciar hilos propios utilizando el hashtag del evento.

Evidentemente, y tras este comparativo, cualquiera de los

valores obtenidos en #IRMD2020 superan muy ampliamente las mejores expectativas.

El evento IRMD 2020 fue desarrollado gracias al patrocinio de las siguientes organizaciones a las que es de justicia destacar: desde España se obtuvo el patrocinio oro de Asefma y el patrocinio plata de la empresa Rettenmaier Ibérica. Desde México se obtuvo el patrocinio oro de la empresa Tra Senda Ingeniería y el patrocinio plata de Calidra. Desde Centro América se obtuvo el patrocinio oro de la empresa Asfalgu.



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



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



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

www.itafec.com

Los tiempos están cambiando
Entra en la web y regístrate

Ya hay más de **5.000 usuarios**

¿A qué esperas?



[Acceder a mi cuenta](#)

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

Español

Mayor impacto a través de las redes sociales

Antes, durante y después del evento

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



Retransmisión Online

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

[MÁS INFORMACIÓN](#)

Gestión y Coordinación

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

[MÁS INFORMACIÓN](#)

Comunicación

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

[MÁS INFORMACIÓN](#)

Tienda de recursos

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

[MÁS INFORMACIÓN](#)

Noticias Recientes

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

12 / 12 / 2013

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

Agenda de Eventos

| DICIEMBRE 2013 | | | | | | |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Mon | Tue | Wed | Thu | Fri | Sat | Sun |
| | | | | | | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

www.itafec.com

Los tiempos están cambiando
Entra en la web y regístrate

Entra en la web y regístrate

Ya somos más de 5.000 usuarios registrados de itafec

¿Quieres ser **Produmer**?

En el mundo analógico se venden **Productos**, en el mundo digital se intenta crear un ecosistema con los clientes o **Customer**. En itafec queremos que nuestros usuarios se sientan **Produmer** y participen en la transformación digital, hazte usuario premium

Descubre los cambios de la web **muy pronto en itafec**



Motor de transformación digital

Podemos hacer crecer tu presencia en el mundo digital



Innovar está en nuestros genes

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

