

# ASFALTO

## Y PAVIMENTACIÓN

Número 54 · Volumen XIV · Tercer trimestre · 2024

número **54**



**VIATOP<sup>®</sup>** *plus RC*

Das Pellet.

.....  
con un rejuvenecedor  
sostenible para mezclas con  
mayores tasas de fresado





Número 54 · Volumen XIV  
Tercer trimestre · 2024

#### 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,  
Ángel Sampedro, José Antonio Soto,  
Javier Loma, Marisol Barral

##### 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.asfaltoypavimentacion.com  
asfalto@asfaltoypavimentacion.com

##### Suscripción anual (4 números)

España: 10 €  
Extranjero: 12 €

ISSN: 2174-2189  
Depósito Legal: M21967-2011

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

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

# Sumario

Número 54 · Volumen XIV · Tercer trimestre · 2024

## Editorial

Informar no basta  
Estado de los pavimentos

05

## Tribuna

Pepe Soto

07

## Tribuna

Andrés Pérez

09

## Análisis morfológico de la oxidación del betún asfáltico y su relación con los cambios en sus propiedades químicas y termorreológicas

Rafael Ernesto Villegas-Villegas - Paula Calderón-Mesén  
José P Aguiar-Moya - Roberto Quirós Vargas

11

## Secciones fijas

Ensayos, Normativa

21

## Reutilización del 100% de RA con emulsión en central para capa de rodadura

Jorge Ortiz Ripoll - Rodrigo Miró - Adriana Martínez -  
Antonio García Siller - Jordi Janot Feliu - Alba Navarro  
Casanovas - Teresa López Montero

27

## NExT: El camino hacia lo sostenible

Philippe Choissel - Nuria Uguet Canal

35

## Secciones fijas

Mirando al Pasado, Calendario, Noticias del Sector,  
Lecturas Recomendadas, I+D, Digitalización del Sector,  
Observatorio del Mercado, Afirmaciones Asfálticas

43

# We did it!

Ya es posible satisfacer los  
requerimientos del MITMA  
para las fibras:

¡INNOCELL® FG3000 cumple!



Ravago Chemicals primera empresa en obtener el Documento de Idoneidad Técnica (DIT) de sus fibras INNOCELL® FG3000, siguiendo las directrices que se establecen en el artículo 544 del anexo de la OC 3/2019.

# Informar no basta

## Estado de los pavimentos

En este número, en la sección denominada “observatorio del sector”, se detalla la producción anual de mezcla bituminosa de España durante el año 2023. Los datos, aunque mejores que los del año anterior, el 2022, siguen reflejando una producción total de 18,6 millones de toneladas, una cifra insuficiente para la conservación y rehabilitación del conjunto de carreteras y vías urbanas disponibles en nuestras redes.

Lamentablemente, durante los últimos cinco años, la producción se ha movido entre los 17 y los 19 millones de toneladas, cuando desde Asefma se estima que la producción necesaria anual de acuerdo con la longitud de la red de carreteras y el tráfico en España debería estar entorno de 30-35 millones de toneladas, lo cual indica que estamos un 40 % por debajo de la cifra necesaria, sin contar el déficit acumulado, que la Asociación Española de la Carretera ha estimado en más de 10.000 millones de euros para los firmes y pavimentos de las redes de carreteras, sin contabilizar el ámbito urbano.



Fuente: El Debate Motor

Desde el Gobierno de España se indica que la situación económica nacional es buena, incluso muy

buen, y que la economía española es la que más crece en la Unión Europea. Sin embargo, cuando el ciudadano, así como los millones de turistas que visitan España y el transporte de mercancías que, en su mayoría, transita por las carreteras, circulan por estas redes viarias, se encuentran con una situación muy distinta. Esos datos macroeconómicos no se están trasladando a unas inversiones más que necesarias sobre nuestras carreteras

España es un país con una excelente red de carreteras, así como una gran infraestructura para el transporte y la logística, pero estas se encuentran en un estado de deterioro apreciable, consecuencia de la falta de inversión continuada en su conservación y mantenimiento.

Ahora que finaliza el verano, durante el cual cualquiera ha estado circulando por esas redes de carreteras, tanto en las redes principales como en las más locales, cualquier usuario ha podido comprobar la proliferación de una señalización alertando sobre el peligro que supone el firme en mal estado durante una serie de tramos que, en muchos casos, llegan a ser kilométricos.

Esta señalización, que suele tener un fondo amarillo, aunque también está la versión normalizada P-15, triangular con fondo blanco, que está destinada a situaciones provisionales causadas por la ejecución de obras, indica la presencia de un “firme en mal estado” que, no solo no se está rehabilitando, sino que, como es lógico, sigue deteriorándose y de una forma cada vez más rápida.

Esa intención informativa por parte de los responsables de la gestión de esos tramos de carretera no solo no es suficiente, sino que, además, está reconociendo de una forma implícita que no se está cumpliendo

con el deber, establecido en la legislación española. Un firme en mal estado afecta de forma directa a la comodidad y seguridad del tráfico, lo cual condiciona de forma negativa la disponibilidad que caracteriza la transporte por carretera: 24 horas al día + 365 días al año + puerta a puerta.

ficiente. Es preciso desarrollar de forma urgente programas de conservación de nuestra red de carreteras con una mayor dotación presupuestaria para revertir esta situación, y evitar que se vuelva a producir. No se trata de llenar el territorio nacional con estas señales triangulares y avisos de “firme en mal estado”,



Fuente: Buceite.com

En el siglo XXI debería estar clara la obligatoriedad de garantizar el derecho a la movilidad, esencial para que las personas puedan acceder al trabajo y al resto de servicios públicos como la educación y la sanidad, y necesario para que el resto de las actividades económicas y sociales puedan desarrollarse en un entorno eficiente.

Además, tal como está demostrado por numerosos estudios y publicaciones, un “firme en mal estado” atenta, directamente, contra el concepto de movilidad sostenible, multiplicando las emisiones de los vehículos, tanto de ruido y gases contaminantes como de gases de efecto invernadero.

La proliferación de este tipo de señales rectangulares con fondo amarillo tiene mucho que ver con el déficit acumulado dedicado a los firmes de las redes de carreteras en España. Y, por ello, desde este editorial se quiere decir que “informar no basta”, que no es su-

sino de dedicar los recursos necesarios para la desaparición de esas señales.

Tal como se establece en la futura Ley de Movilidad Sostenible, es necesario garantizar que las inversiones públicas se centran en aquello que genera un mayor valor social, y la carretera se encuentra entre los servicios públicos más esenciales tanto desde el punto de vista económico, como medioambiental y social.

## “Firme en mal estado”



Estos carteles, que las administraciones de carreteras utilizan para “lavarse las manos” en lugar de acometer la conservación adecuada de sus pavimentos, hace décadas que se utiliza en sus múltiples variantes y si alguien tiene curiosidad por saber qué riesgo podemos tener al circular por una carretera en dónde nos encontremos con dicho cartel vertical de tráfico solo tiene que recurrir a Google o haber sufrido en alguna ocasión los efectos del “mal estado”.

Se ha escrito mucho, desde hace décadas, de los problemas que puede acarrear un mal estado del pavimento, solo hay que leer las hemerotecas en donde las diferentes asociaciones relacionadas con la carrete-

ra nos avisan de sus “maldades”:

- Afecta negativamente a la comodidad de conducción y en el cansancio del conductor.
- A la fluidez del tráfico rodado ya que nos obliga a reducir la velocidad.
- Provoca un deterioro del vehículo, ruedas, sistema de amortiguación etc.
- Da lugar a un mayor consumo de combustible.
- Compromete a la seguridad provocando accidentes que con un pavimento en buen estado no ocurrirían.
- Aumento de las emisiones de GEI.

Todo esto puede ser consecuencia de una señalización horizontal desgastada, una mala iluminación, un pavimento deteriorado, señales verticales que no se ven etc. en estas situaciones, si se circula a la velocidad nominal estamos expuestos a un accidente.

Las causas de estos deterioros apuntan siempre a una falta de Conservación Preventiva que por no haberse realizado en el periodo de tiempo adecuado ha dado lugar a zonas descascarilladas, agrietamiento, exfoliado superficial, fragmentación en pequeños trozos (piel de cocodrilo), desgaste superficial (pavimento deslizante) etc.

La primera pregunta que nos hacemos es ¿quién es responsable de que nuestro coche se deteriore por circular sobre este tipo de pavimentos o bien hasta donde alcanza la responsabilidad del “dueño” de esa carretera en el caso de un accidente?

La Constitución española dice: “todo ciudadano tiene derecho a ser indemnizado por una lesión que sufra debido a un mal funcionamiento de un servicio

público” y no creo que nadie dude de que nuestras carreteras son un servicio público.

Lo más grave en el caso de cualquier incidencia en estos tramos, es la excusa que se nos da por parte de la Administración correspondiente: “ya estaban advertidos del mal estado de la carretera, en el cartel estaba indicado el mal estado del pavimento”.

Y digo yo, si ustedes como Administración ya sabían de los riesgos que comporta circular por estos tramos, ¿por qué no los arreglan? Es una forma de lavarse las manos porque además el texto de los carteles es de lo menos indicativo: “Peligro” o “Atención”; ¿Peligro, de qué? ¿Atención, a qué?, en fin, un despropósito. Y afirmo esto porque desde hace muchos lustros se viene hablando en diversos medios y Asociaciones sobre la escasa o nula inversión en la Conservación de nuestras carreteras así como del desfase acumulado en la producción de mezclas desde el 2010, 14 años cuasi perdidos.

Se han escrito cientos de artículos en revistas especializadas sobre la necesidad de realizar un mantenimiento adecuado dentro de una política de inversiones coherente para un país como España que “disfruta” de la 2ª red de carreteras europea.

Disponemos de un sector de fabricantes de mezclas asfálticas muy preparado técnicamente, que ha invertido en maquinaria de última generación con la que pueden atacar cualquier tipo de tecnología de carreteras, que han invertido en procesos medioambientales como las DAP, obligándose a cumplirlo, para conseguir mejoras medioambientales en la fabricación de mezclas asfálticas etc.

En resumen, un sector que investiga, que cumple con las buenas normas de fabricación y aplicación así como con un activo control de calidad de sus productos.

De cara al futuro, a nivel intersectorial, desde ASEF-MA se ha impulsado la creación del Día Internacional de la Conservación de Carreteras, y el Foro para la Conservación de Carreteras (IMRD), desde el que se espera promover técnicas sostenibles para la conservación de las carreteras a nivel europeo, un aumento en inversiones para el mantenimiento adecuado, un intercambio de conocimientos para mejoras ambien-

tales y un largo etcétera de iniciativas para desarrollar iniciativas innovadoras y sostenibles.

Desde el Parlamento Europeo se incidió en la efectividad de la Conservación de carreteras para **“reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, GEI, del transporte por carretera”**

Con todas estas iniciativas no se comprende que, en vez de realizar una conservación efectiva de las carreteras y devolverles su nivel de calidad, nos “conten-ten” con un simple cartel anunciador de que el pavimento por el que vamos a transitar está en mal estado.



Estos carteles, que no señales de tráfico (yo, al menos, no he encontrado en todo el listado de señales de la DGT éste cartel anunciador), a veces nos ilustran con una señal de velocidad limitada o baden, algo es algo.

Para terminar, pedir a las administraciones de carreteras, menos carteles (sería interesante saber el número de carteles que campan por nuestra red de carreteras) y más inversiones en conservación y a los usuarios que sepan que pueden reclamar daños a los Ayuntamientos, en la web de “Quejas y Sugerencias de la DGT” o en la de las Comunidades Autónomas.



# California dreamin' verano del 2024



La carretera está viviendo el cambio más radical y transformador desde que a principios del Siglo XX los coches de caballo dejaron paso a los vehículos a motor.

Como es costumbre en nuestra piel de toro, esto nos va a llegar tarde, de rebote y con apriorismos de cuñado acodado en la barra de un bar. Porque como aquí lo sabemos todo y de todo sabemos, no nos vamos a dejar influenciar por el conocimiento, la lectura o el viajar que tanto daño han hecho a nuestras carpetovetónicas mentes.

Este verano he tenido la ocasión de dar un salto cuántico “emocional” (para los de la LOGSE: cambio de estado de un electrón que pasa de un nivel menor a otro mayor) además de un salto de charco y llegarme hasta la soleada California para comprobar in situ que el mundo de la carretera, tal y como lo conocemos va a dejar de existir.

El coche eléctrico que en España sigue siendo considerado como puro esnobismo de los Boomers y Generación X, en Los Ángeles han invadido literalmente las calles.

Doquiera que fuera y solicitara un transporte por ese enorme plató de cine que es LA, me llegaba un Tesla con cualquiera de mis plataformas que conectan a quienes conducen y realizan entregas con usuarios y clientes. Doy mi palabra de Boy Scout que en toda la semana no pude ser testigo de ni un solo “Taxi” convencional, es más, ignoro el color, forma y/o los

distintivos que pudieran tener.

Lo que dejó hacerme girar la cabeza como un “Redneck” cada vez que veía una Cybertruck o un Waymo fue la frecuencia y asiduidad con la que me los cruzaba, del mismo modo que me iba topando con estaciones de carga y super cargadores que permitían a mis conductores, recargar en 30 minutos por “ten bucks” para disponer de una autonomía de más de 500 kilómetros y una capacidad de carga del 84% con 8 años en circulación.

No es pues de extrañar que las ventas de vehículos eléctricos en California en el segundo trimestre aumentaron un 70% con respecto al mismo período de 2022. El resto de Estados Unidos lleva solo tres años de retraso con respecto ellos. Los cálculos más razonables estiman que una cuarta parte de las ventas de coches en Estados Unidos podrían ser eléctricos para 2026.

La Inteligencia Artificial para recoger la información de usuarios y las propias infraestructuras con la velocidad de los 5G para que puedan interactuar es una realidad aunque aún permanecerá ralentizada por la antigüedad de nuestro parque automovilístico. Puede que las continuas limitaciones a la circulación que se van implementando en nuestras ciudades vayan encaminadas a eso precisamente.

Una sencilla prueba de que la IA nos queda todavía un poco grande, es la reciente revocación de los 6.000 permisos de las tres empresas concesionarias que has-

ta ahora explotaban el servicio de patinetes eléctricos en la capital, debido a los incumplimientos de las condiciones impuestas por el consistorio para el ejercicio de su negocio que consistían básicamente en poder sombrear las zonas destinadas a peatones y que la conectividad de los equipos permitiera su desconexión en cuanto las invadieran.

El imparable fenómeno Waymo, (propiedad de Alphabet, la compañía matriz de Google) publicita sus vehículos autónomos como “los conductores más experimentados del mundo”. Estos “robotaxis” tienen 7 veces menos siniestralidad que los “carros manejados por gringos”, por mucho ruido e intoxicaciones que quieran hacer las Asociaciones de conductores profesionales, lo que provoca que haya una lista de más de 50.000 personas que quieren circular en uno de ellos. Huelga señalar la propia utilidad de los Waymo para ir auditando y avisando en tiempo real las condiciones del firme por el que circulan.

No queda tan lejos pues uno de mis sueños más narcisistas en cuanto la IA, el Alcalde y mi futuro Tesla me lo permitan y este no es otro que ser llevado de forma autónoma a mi restaurante favorito, ordenar a mi “Tesli” que regrese al parking de casa el solito y

que vuelva a recogerme cuando haya decidido poner fin a la degustación de caldos y viandas para ser acunado en mi retorno autónomo a casa con los acordes que compusieran allá por 1963 en Nueva York, John Phillips y Michelle Phillips inspirados por la nostalgia de su Long Beach natal en California...

All the leaves are brown (all the leaves are brown)  
And the sky is gray (and the sky is gray)  
I've been for a walk (I've been for a walk)  
On a winter's day (on a winter's day)  
If I didn't tell her (if I didn't tell her)  
I could leave today (I could leave today)  
California dreamin' (California dreamin')  
On such a winter's day (California dreamin')  
On such a winter's day (California dreamin')  
On such a winter's day

#15

## AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“La reutilización de RAP en mezclas asfálticas de baja temperatura maximiza la sostenibilidad del viario urbano”  
(Rodaduras urbanas sostenibles)

#SOSTENIBILIDAD\_Y\_MEDIO\_AMBIENTE

# Análisis morfológico de la oxidación del betún asfáltico y su relación con los cambios en sus propiedades químicas y termorreológicas

Rafael Ernesto Villegas-Villegas

rafael.villegas@ucr.ac.cr

Paula Calderón-Mesén

paula.calderonmesen@ucr.ac.cr

José P Aguiar-Moya

jose.aguiar@ucr.ac.cr / jaguiar@ufidelitas.ac.cr

Roberto Quirós Vargas

roberto.quirós\_v@ucr.ac.cr

La formación de estructuras aromáticas y la insaturación (dobles enlaces carbono-carbono) aumenta la rigidez del betún asfáltico durante la oxidación. Esto se puede explicar por el hecho de que la presencia de oxígeno y dobles enlaces en la estructura molecular del material mejora su polaridad y, en consecuencia, el número y la magnitud de las interacciones intermoleculares. Se espera que un betún asfáltico rígido (oxidado) sea menos eficiente en la disipación de energía a través de la deformación y el flujo, ya que sus moléculas tienen una movilidad reducida en comparación con un betún asfáltico menos rígido (no oxidado). En otras palabras, los betunes asfálticos oxidados tienden a disipar energía a través de la fractura.

El desarrollo de metodologías para mejorar las propiedades del betún asfáltico ha estado evolucionando, especialmente en el análisis de propiedades reológicas. Sin embargo, se ha hecho poco en cuanto a la caracterización microestructural del betún asfáltico mediante microscopía electrónica de barrido, que permite estudiar variaciones en la morfología, formación de cristales, grietas u otras estructuras que expliquen el comportamiento del material a medida que se oxida.

El objetivo de este artículo es estudiar la microestructura y composición elemental de los betunes asfálticos sometidos a procesos de oxidación en condiciones ambientales en Costa Rica mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). Los resultados obtenidos muestran hallazgos significativos en áreas estresadas aumentadas, rugosidad del material, cambios en propiedades químicas y mecánicas, y la evolución cíclica de su morfología. Esto proporciona evidencia del mecanismo de generación de microgrietas en el betún asfáltico.

**Palabras Clave:** Microscopía electrónica de barrido, caracterización microestructural, oxidación, composición elemental.

The formation of aromatic structures and unsaturation (carbon-carbon double bonds) increases the stiffness of asphalt bitumen during oxidation. This can be explained by the fact that the presence of oxygen and double bonds in the molecular structure of the material improves its polarity and, consequently, the number and magnitude of intermolecular interactions. A rigid (oxidized) asphalt bitumen is expected to be less efficient in dissipating energy through deformation and flow, as its molecules have reduced mobility compared to a less rigid (non-oxidized) asphalt bitumen. In other words, oxidized asphalt bitumens tend to dissipate energy through fracture.

The development of methodologies to improve the properties of asphalt bitumen has been evolving, especially in the analysis of rheological properties. However, little has been done regarding the microstructural characterization of asphalt bitumen using scanning electron microscopy, which allows

# Análisis morfológico de la oxidación del betún asfáltico y su relación con los cambios en sus propiedades químicas y termorreológicas.

studying variations in morphology, crystal formation, cracks or other structures that explain the behavior of the material as it oxidizes.

The objective of this article is to study the microstructure and elemental composition of asphalt bitumen subjected to oxidation processes under ambient conditions in Costa Rica using scanning electron microscopy (SEM). The results obtained show significant findings in increased stressed areas, material roughness, changes in chemical and mechanical properties, and the cyclic evolution of its morphology. This provides evidence of the mechanism of microcrack generation in asphalt bitumen.

**Keywords:** Scanning electron microscopy, microstructural characterization, oxidation, elemental composition.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las modificaciones químicas que ocurren en el betún asfáltico debido a la oxidación aumentan la polaridad y rigidez del material, y consecuentemente, mejoran la respuesta elástica y alteran su reología. Estas transformaciones son importantes para predecir el rendimiento de los pavimentos en servicio [1]. La forma en que el betún asfáltico se oxida es información fundamental para el ingeniero de pavimentos, ya que influye en las propiedades fisicoquímicas del material, generalmente resultando en una mayor susceptibilidad a la fisuración. En la ciencia de polímeros, está bien establecido que la flexibilidad de los polímeros amorfos puede asociarse con reducciones en el estado vítreo [2]. Además, esta reducción puede estar relacionada con estructuras básicas como: Primero, es necesario considerar el modelo Christensen–Anderson–Marasteanu (CAM) (Ecuación 1), que se expresa de la siguiente manera:

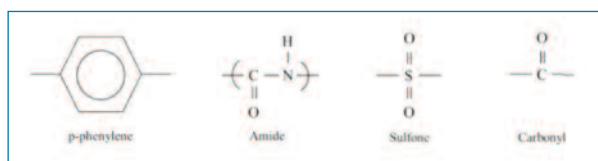


Figura 1. Grupos funcionales que rigidizan la estructura de materiales poliméricos.

Los tres principales factores que inducen al endurecimiento del betún asfáltico son: la pérdida de volátiles, cambios en la composición química debido a la reacción con el oxígeno y la forma en que las moléculas están estructuradas, lo que lleva a efectos tixotrópicos mediante endurecimiento estérico [3].

La oxidación del betún asfáltico ocurre en dos eta-

pas: 1) durante la extracción, la producción y colocación de la mezcla asfáltica, y 2) durante la vida útil del pavimento [4]. Las reacciones que ocurren durante estas etapas dependen de la composición química del betún asfáltico [5]. Sin embargo, se espera un aumento en la cantidad de grupos funcionales oxigenados, dobles enlaces y aromaticidad [6]. Estos cambios químicos pueden ser monitoreados mediante espectroscopía de absorción infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) [7-8].

Se ha observado que la superficie del betún asfáltico expuesto a condiciones ambientales durante un corto período experimenta una oxidación más severa que el betún asfáltico sometido a tratamiento térmico a presión (PAV). Al comparar la oxidación de muestras expuestas a condiciones climáticas con aquellas tratadas con PAV, los cambios generalmente se limitan a los grupos de carbonilo y sulfóxidos en estas últimas, mientras que en las muestras expuestas a condiciones ambientales se observó una diferencia significativa en hidroxilos, grupos de carbonilo, sulfóxidos, aromaticidad y dobles enlaces carbono-carbono. Esto se acompaña de una reducción correspondiente en los enlaces carbono-hidrógeno, siendo las muestras oxidadas ambientalmente las más afectadas [9].

En los últimos años, se han realizado varios estudios utilizando diferentes micro y nanotecnologías para investigar la microestructura del betún asfáltico. Aunque la morfología superficial puede proporcionar información sobre las propiedades químicas, físicas, reológicas y mecánicas del betún asfáltico, el conocimiento sobre la relación entre la microestructura superficial y la estructura general sigue siendo limitado [10]. Por esta razón, este estudio tiene como objetivo examinar el cambio en la microestructura del betún asfáltico junto con los cam-

bios en las propiedades químicas y termorreológicas del material en relación con la oxidación del material y su impacto en la fragilidad.

## 2. METODOLOGÍA

Como parte del proyecto, se utilizó un betún asfáltico clasificado según el Grado de Desempeño (Performance Grade, PG) como PG70-22, y también se clasificó según su viscosidad como betún asfáltico AC-30.

La oxidación del betún asfáltico se llevó a cabo en el campo: una cantidad específica de betunes asfálticos utilizados localmente se vertió en moldes de silicona antiadherente para crear una película de 1 mm de espesor. Estas películas se expusieron a las condiciones exteriores durante dos años, sometiendo al betún asfáltico a la oxidación ambiental. Las muestras de betún asfáltico fueron expuestas en San José Costa Rica, a una altitud de aproximadamente 1200 metros sobre el nivel del mar, expuestas a radiación solar directa, lluvia y demás condiciones climatológicas propias de la región como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Moldes utilizados para la exposición de muestras de betún asfáltico a intemperie.

Es importante destacar que se utilizaron betunes asfálticos pretratados con el horno de película delgada rotante (RTFO) en la preparación de las películas. Esto se hizo para simular el envejecimiento a corto plazo que experimentarían los betunes asfálticos antes de ser incorporados como parte de una capa de pavimento asfáltico, tal como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Superficie de betún asfáltico antes de ser sometido al proceso de oxidación a intemperie.

Los betunes asfálticos envejecidos ambientalmente fueron recopilados después de 6, 12 y 24 meses de exposición, como se muestra en la Figura 4. Los betunes asfálticos envejecidos recopilados fueron luego analizados mediante FTIR para la caracterización química y SEM para observar la composición elemental, la morfología del material y los patrones de fractura.

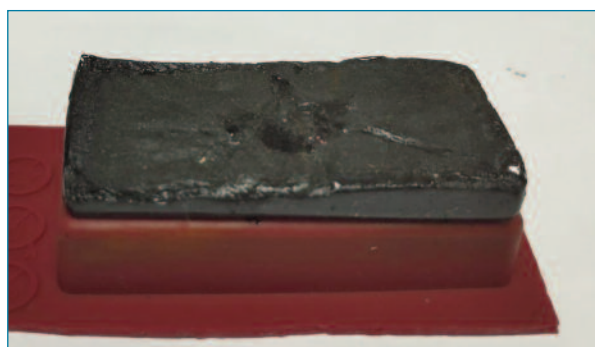


Figura 4. Superficie de betún asfáltico sometido al proceso de oxidación a intemperie.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Cambios inducidos químicamente debido a la oxidación utilizando Espectroscopía FTIR (Infrarrojo por Transformada de Fourier).

Las señales cuantificadas fueron las siguientes: compuestos oxigenados ( $3500\text{ cm}^{-1}$ , hidroxilo;  $1700\text{ cm}^{-1}$ , carbonilo; y  $1030\text{ cm}^{-1}$ , sulfóxidos), compuestos aromáticos y insaturados ( $\text{C}=\text{C}$ ) ( $3050\text{ cm}^{-1}$  y  $1600\text{ cm}^{-1}$ , respectivamente), y compuestos saturados ( $\text{C}-\text{H}$ ) ( $2800\text{ cm}^{-1}$ ,  $2900\text{ cm}^{-1}$ ). El área de una señal de una es-

# Análisis morfológico de la oxidación del betún asfáltico y su relación con los cambios en sus propiedades químicas y termorreológicas.

pecie química en un espectro infrarrojo está directamente relacionada con la concentración de esa especie. Por lo tanto, esta técnica se utilizó para cuantificar la extensión de la oxidación en las muestras de betún asfáltico en análisis. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

## 3.2 Consecuencias reológicas de la oxidación del betún asfáltico.

Para estudiar la composición elemental, las muestras se montaron en soportes metálicos utilizando cinta adhesiva de carbono de doble cara y se analizaron utilizando el microscopio electrónico de barrido Hitachi S-3700N

**Tabla 1. Área de las señales infrarrojas relacionadas con la oxidación del betún asfáltico.**

Betún asfáltico Costa Rica	Longitud de ond (cm <sup>-1</sup> )						
	3500	3050	2900	2800	1700	1600	1030
Original	0.19±0.07	0.029±0.002	8.37±0.71	2.76±0.19	0.010±0.006	0.76±0.035	0.107±0.038
RTFO	0.16±0.04	0.028±0.003	8.61±0.15	2.83±0.04	0.019±0.005	0.75±0.01	0.194±0.004
Intemperie 6 meses	5.25±0.83	0.043±0.008	4.10±1.10	1.31±0.37	2.960±0.450	1.52±0.29	1.388±0.204
Intemperie 12 meses	4.89±1.16	0.027±0.004	3.89±0.74	1.23±0.25	1.006±0.289	2.10±0.42	1.446±0.217
Intemperie 24 meses	2.52±0.24	0.017±0.002	3.42±0.85	1.12±0.28	0.286±0.067	1.36±0.10	1.910±0.245

Nota: todos los resultados corresponden al promedio de 7 réplicas y el ± representa el intervalo de confianza del 95%.

Según la Tabla 1, la superficie expuesta de las películas de betún asfáltico está significativamente más oxidada que las muestras de betún asfáltico original y RTFO (que corresponde a la condición inicial de las películas). Los datos muestran un aumento en los grupos funcionales oxigenados, como hidroxilo, carbonilo y sulfóxidos (hasta un 2663%). Además, se observó un aumento en los dobles enlaces carbono-carbono y la aromaticidad (hasta un 176%), acompañado por la consiguiente reducción en los enlaces carbono-hidrógeno (hasta un 59%). Estos cambios podrían aumentar la rigidez del material, ya que los dobles enlaces y las moléculas aromáticas son estructuras con menos flexibilidad que aquellas compuestas por simples enlaces carbono-carbono. Visualmente, los betunes asfálticos oxidados muestran un color opaco en su superficie, perdiendo su brillo natural. Por otro lado, se observa el desprendimiento de estructuras en forma de escamas en los betunes asfálticos oxidados.

con análisis de energía dispersiva de rayos X, como se muestra en la Tabla 2.

Es importante referenciar que níquel y el vanadio se encuentran en el petróleo crudo y el betún asfáltico principalmente en forma de complejos organometálicos clasificados como metaloporfirinas, las cuales pueden perderse durante el tratamiento térmico, lo cual provoca daños por contaminación ambiental, y, por otro lado, pudiendo actuar como catalizadores en la oxidación de algunas moléculas orgánicas presentes en el betún asfáltico [11] [12].

En la Tabla 2, se observa claramente que el elemento predominante analizado en el betún asfáltico es el azufre, que en el mes 6 representa casi el 80% en peso del total de los elementos analizados. Sin embargo, a medida que el betún asfáltico se somete a oxidación, en el mes 18, hay una reducción significativa en su concentración a menos del 50%, lo cual, en relación con los resultados de FTIR, confirma un alto nivel de oxidación del betún asfáltico debido a la exposición ambiental. En el caso del análisis elemental mediante espectroscopía de rayos X, se evidencia una reducción en Ni y V, confirmando un alto grado de oxidación del betún asfáltico.

**Tabla 2. Porcentaje de peso del total de elementos analizados a los 6, 12 y 18 meses para los elementos químicos analizados.**

Elementos	Meses		
	6M	12M	18M
Al	2.989	9.202	11.777
Si	8.025	16.247	25.188
S	76.579	65.798	470410
K	0.903	0.665	1.207
Ca	7.828	4.708	10.815
Ti	0.376	0.352	0.701
V	1.303	0.962	0.000
Fe	1.34	1.749	2.465
Ni	0.268	0.197	0.179
Cu	0.255	0.000	0.127
Zn	0.131	0.119	0.131

### 3.3 Consecuencias reológicas de la oxidación del betún asfáltico.

Como se observó anteriormente, la química del betún asfáltico evoluciona a medida que se forman compuestos más rígidos y quebradizos debido a la oxidación. Esta transformación química conduce a un endurecimiento del betún asfáltico y a la consiguiente fragilización de la capa superficial, volviéndolo más propenso a la formación de grietas, descamación y desprendimiento. La Tabla 3 presenta los valores del módulo del betún asfáltico a medida que experimenta la oxidación, los cuales

fueron medidos utilizando el Reómetro Dinámico de Corte (DSR) a 10°C y a 10 rad/s.

En relación con lo anterior, la respuesta mecánica del betún asfáltico también experimenta transformaciones significativas debido a la oxidación. Las imágenes SEM que se presentarán en la siguiente sección muestran que el cambio en las propiedades químico-mecánicas respalda la formación de estructuras morfológicas específicas, lo que conducirá a un mecanismo progresivo de deterioro.

### 3.4 Análisis morfológico mediante SEM.

La evolución de la oxidación del betún asfáltico en una superficie puede ser detalladamente observada a través de microscopía electrónica. Inicialmente, se pueden apreciar microestructuras uniformes en el asfalto no oxidado. Con el tiempo y la exposición al medio ambiente, la microscopía revela cambios morfológicos significativos. Surgen grietas y fisuras en la superficie producto de la oxidación, indicando la progresiva degradación del material. La formación de estructuras granulares y la separación de las capas superficiales del betún asfáltico son claramente visibles, evidenciando un proceso de desprendimiento capa por capa. La microscopía electrónica proporciona una visión detallada de la transformación estructural del asfalto a medida que experimenta la oxidación, permitiendo una comprensión más completa de los cambios que impactan en su rendimiento a lo largo del tiempo.

En la Figura 5 se muestra el cambio en la morfología de un betún asfáltico expuesto a la intemperie y la evolución en su microestructura.

**Tabla 3. Cambio en el módulo del betún asfáltico (10°C) con la oxidación.**

Betún asfáltico	Módulo (MPa)
Original	11
RTFO	17
Intemperie 6 meses	45
Intemperie 18 meses	81

## Análisis morfológico de la oxidación del betún asfáltico y su relación con los cambios en sus propiedades químicas y termorreológicas.

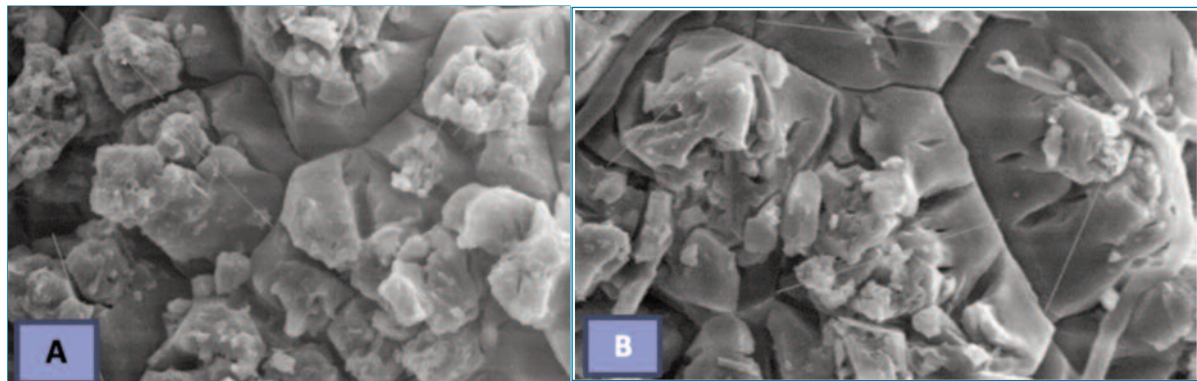


Figura 5. Superficie de betún asfáltico sometido al proceso de oxidación a intemperie, (A) seis meses a intemperie, (b) 12 meses a intemperie.

En la Figura 6 se presenta la evolución de la morfología del betún asfáltico a 36 meses de exposición a intemperie, lo que evidencia un alto grado de oxidación en el material, por lo que es importante revisar métodos de oxidación en el laboratorio como el PAV.

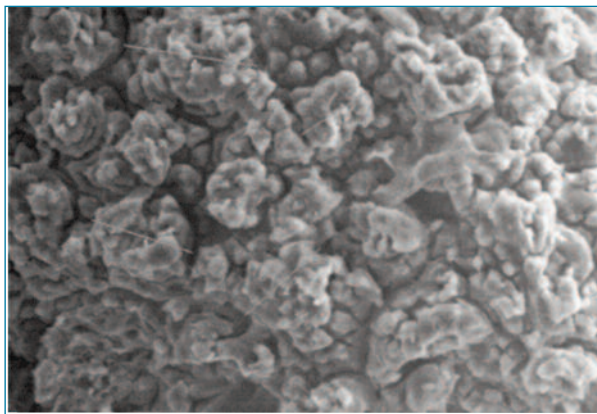


Figura 6. Superficie de betún asfáltico sometido al proceso de oxidación a intemperie durante 36 meses.

La evaluación de la evolución de la microestructura del betún asfáltico mediante la Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) proporciona una comprensión detallada de la morfología del betún asfáltico oxidado y su evolución a lo largo del tiempo. La Figura 7 ilustra la morfología del betún asfáltico sometido a oxidación en condiciones ambientales, lo cual ha sido corroborado por FTIR.

En la Figura 7, se observa una grieta transversal en el betún asfáltico oxidado después de 18 meses de exposición a condiciones ambientales, destacando su susceptibilidad a la formación de grietas iniciadas en la superficie. La Figura 8 proporciona una vista más cercana de las

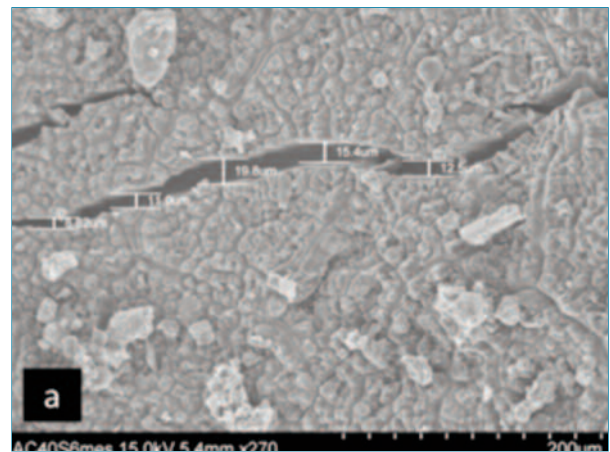


Figura 7. Imagen de SEM para el análisis morfológico del betún oxidado.

estructuras adyacentes a la grieta:

- 1- La estructura granular tensionada se representa en negro, repitiéndose a lo largo de la morfología superficial del betún asfáltico oxidado. Estas estructuras son mecánicamente frágiles y se vuelven susceptibles al desprendimiento a medida que aumenta su nivel de oxidación.
- 2- La propagación de microgrietas entre los gránulos del betún asfáltico oxidado se muestra en rojo, llevando a una separación entre ellos y eventualmente al desprendimiento de los gránulos superficiales.
- 3- Se destaca una estructura granular desprendida de la superficie del betún asfáltico oxidado en amarillo.



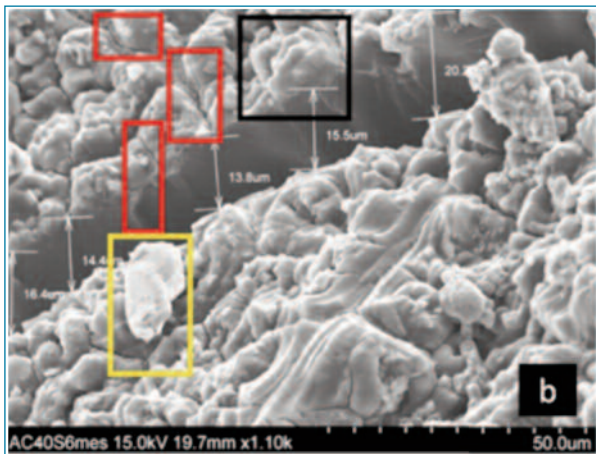


Figura 8. Imagen de SEM de estructuras morfológicas del betún oxidado.

La oxidación del betún asfáltico conduce a la formación de compuestos más rígidos y quebradizos, lo cual afecta directamente a la mayor susceptibilidad de las capas superficiales a la formación de grietas y su desprendimiento. Los efectos de exponer este material a condiciones ambientales como la radiación ultravioleta, cambios de temperatura y humedad contribuyen a la degradación de las capas superficiales del betún asfáltico oxidado.

Este comportamiento de descamado y desprendimiento granular de la superficie del betún asfáltico oxidado es común en todas las muestras evaluadas. Al analizar la morfología y cuantificarla mediante el software Gywddion (software libre para visualización y análisis de datos de microscopía de sonda de barrido) [15], en particular al examinar la evolución del tamaño promedio del grano en relación con el tiempo de exposición del betún

asfáltico al aire libre, se observa un aumento en el tamaño del grano hasta cierto punto, seguido por una disminución repentina y luego otro aumento con el tiempo. Esto sugiere un mecanismo de desprendimiento capa por capa en la superficie del betún asfáltico oxidado, como se muestra en la Tabla 4.

El mecanismo propuesto de descamación capa por capa del betún asfáltico en esta investigación consta de una secuencia cíclica de cuatro etapas, las cuales se presentan a continuación:

- 1- El betún asfáltico expuesto a 3 meses de oxidación a intemperie muestra una estructura tensionada con granos bien definidos, junto con ciertas microgrietas observadas entre los gránulos, como se muestra en la Figura 9.

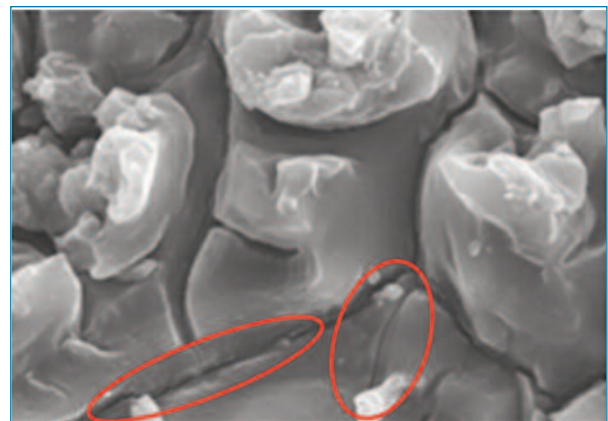


Figura 9. Imagen de SEM de estructuras morfológicas betún asfáltico expuesto a 3 meses de oxidación a intemperie.

Tabla 4. Análisis de la morfología y cuantificación de los betunes asfálticos oxidados mediante el software Gywddion.

Tiempo de Exposición (Meses)	Ancho promedio del grano $\bar{\delta}_g/\mu\text{m}$	Separación promedio del grano $\bar{\delta}_s/\mu\text{m}$	Rugosidad promedio $\epsilon/\mu\text{m}$	Área de muestra $\text{am}/\mu\text{m}^2$	Área total muestreada $\text{am}/\mu\text{m}^2$	Porcentaje del área muestreada	Aumento
1	4,705	0,822	34,135	7000	3499,45	49,99214	500
3	4,862	0,616	42,750	7000	3499,94	49,99914	500
6	10,890	0,700	34,140	7000	1610,59	23,00843	500
12	4,050	0,338	33,940	7000	4047,88	57,82686	500
18	7,625	0,250	41,980	7000	4036,81	57,66871	500

## Análisis morfológico de la oxidación del betún asfáltico y su relación con los cambios en sus propiedades químicas y termorreológicas.

2- La morfología del betún asfáltico expuesto a 6 meses de oxidación a intemperie presenta características de una estructura con potencial para el desprendimiento de los granos, como se muestra en la Figura 10.

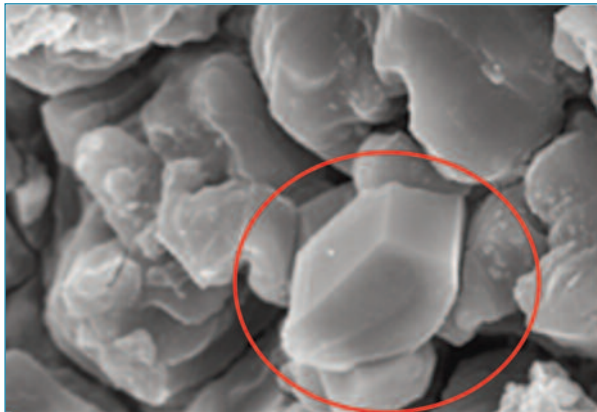


Figura 10. Imagen de SEM de estructuras morfológicas betún asfáltico expuesto a 6 meses de oxidación a intemperie.

3- La estructura del betún asfáltico expuesto durante 12 meses muestra muchas estructuras de grano desprendido, sugiriendo el desprendimiento de la capa superficial del betún asfáltico, como se muestra en la Figura 11.

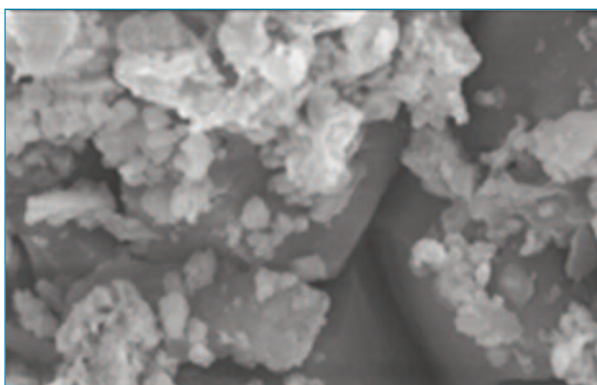


Figura 11. Imagen de SEM de estructuras morfológicas betún asfáltico expuesto a 12 meses de oxidación a intemperie.

4- Morfológicamente, el betún asfáltico expuesto durante 18 meses a condiciones a intemperie presenta una estructura más uniforme, con las estruc-

turas de grano tensionado empezando a tomar forma, como se muestra en la Figura 12.

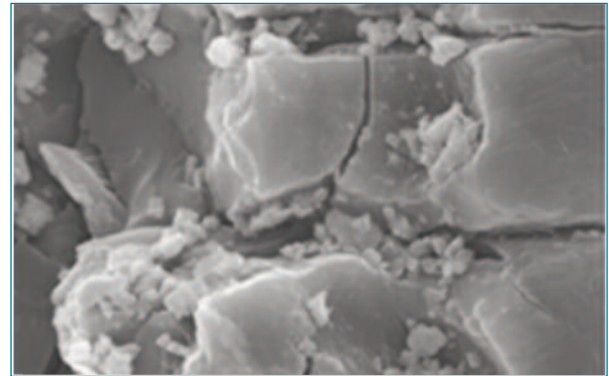


Figura 12. Imagen de SEM de estructuras morfológicas betún asfáltico expuesto a 18 meses de oxidación a intemperie.

#### 4. CONCLUSIONES

Basándose en los resultados obtenidos, se puede concluir lo siguiente:

La exposición del betún asfáltico a las condiciones climáticas lleva a un proceso en el cual las capas superiores sufren desgaste, erosión o desprendimiento debido a factores como la oxidación, la intemperie y el tráfico vehicular. A medida que el betún asfáltico se oxida y envejece, su composición química y propiedades físicas cambian, lo que puede llevar al fragilizado y debilitamiento de las capas superficiales.

La interacción entre la química y la mecánica en el proceso de oxidación del betún asfáltico bajo condiciones ambientales es un fenómeno fundamental confirmado por este estudio. A medida que el betún asfáltico se somete a la exposición ambiental, tanto su composición química como sus propiedades mecánicas experimentan cambios significativos que reflejan una evolución en su comportamiento.

El betún asfáltico oxidado exhibe estructuras granulares que experimentan una alta tensión estructural, lo que conduce a su desprendimiento de la matriz asfáltica. La evidencia del estudio sugiere que la evolución del material bajo condiciones climáticas resulta en un mecanismo de desprendimiento capa por capa en la superficie del betún asfáltico oxidado.

Para prevenir o mitigar la pérdida de capas superficiales en el betún asfáltico oxidado, se pueden aplicar estrategias adecuadas de mantenimiento y rehabilitación, como el uso de selladores, recubrimientos y técnicas adecuadas de pavimentación. Además, es esencial monitorear y analizar regularmente la condición del pavimento para detectar y abordar cualquier problema de pérdida de capas superficiales de manera oportuna.

## 5. REFERENCIAS

- [1] Villegas-Villegas, R. E., Baldi, A., Aguiar-Moya, J. P., Loria-Salazar, L., & Miranda Arguello, F. (2023). Relationship between crossover modulus and asphalt chemistry to oxidation process based on the RHEO+ method. *Road Materials and Pavement Design*, 1-12.
- [2] Raimond B. Seymour, Charles E (1988). *Carraher. Introduction to Polymer Chemistry*, College of Science Florida Atlantic University.
- [3] Petersen, J. C., & Glaser, R. (2011). Asphalt oxidation mechanisms and the role of oxidation products on age hardening revisited. *Road Materials and Pavement Design*, 12(4), 795-819.
- [4] Huang, S., & Grimes, W. "Influence of Aging Temperature on Rheological and Chemical Properties of Asphalt Binders", *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2179, pp. 39-48. 2010.
- [5] Lu, X. & Isacson, U. "Effect of ageing on bitumen chemistry and rheology", *Construction and Building Materials*, Vol. 16, pp. 15-22. 2002.
- [6] Mouillet, V., Lamontagne, J., Durrieu, F., Planche, J. P., & Lapalu, L. "Infrared microscopy investigation of oxidation and phase evolution in bitumen modified with polymers", *Fuel*, Vol. 87, pp. 1270-1280. 2008.
- [7] Yang, X., You, Z., & Mills-Beale, J. "Asphalt Binders Blended with a High Percentage of Biobinders: Aging Mechanism Using FTIR and Rheology", *Journal of Materials in Civil*, Vol. 27, pp. 04014157. 2015.
- [8] Liu, M., Lunsford, K. M., Davidson, R. R., Glover C. J., & Bullin, J. A. "The kinetics of carbonyl formation in asphalt". *American Institute of Chemical Engineers Journal*, Vol. 42, pp. 1069-1076. 1996.
- [9] Lui, M., Ferry, M. A., Davidson, R. R., Glover, C. J., & Bullin, J. A. "Oxygen Uptake As Correlated to Carbonyl Growth in Aged Asphalts and Asphalt Corbett Fractions", *Industrial & Engineering Chemistry Research*, Vol. 37, pp. 4669-4674. 1998.
- [10] Villegas-Villegas, R. E., Baldi-Sevilla, A., Aguiar-Moya, J. P., & Loria-Salazar, L. (2018). Analysis of asphalt oxidation by means of accelerated testing and environmental conditions. *Transportation Research Record*, 2672(28), 244-255.
- [11] Mazumder, M., Ahmed, R., Ali, A. W., & Lee, S. J. (2018). SEM and ESEM techniques used for analysis of asphalt binder and mixture: A state of the art review. *Construction and Building Materials*, 186, 313-329.
- [12] Walas, S. M. (2013) "Reaction Kinetics for Chemical Engineers: Butterworths Series in Chemical Engineering", Butterworth-Heinemann.



## 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

# Pr-EN 12697-54 (2019) Curado de probetas para ensayo de mezclas con emulsión bituminosa

Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en frío

Javier Loma, javierloma@padecasa.com

Padecasa

## 1. OBJETO Y PRINCIPIO DEL ENSAYO

Protocolo que describe diferentes procedimientos de curado acelerado de la emulsión en mezclas bituminosas en frío para la posterior evaluación de sus propiedades. Se aplica a muestras, probetas o testigos preparados en laboratorio y/o extraídos de la obra.

Describe varios protocolos de acondicionamiento combinando la temperatura, la humedad relativa y la duración del ensayo, con el objetivo de obtener propiedades equivalentes transcurrido un periodo de tiempo después de ser aplicada.

## 2. MÉTODO OPERATIVO

La muestra se introduce en la estufa en las condiciones elegidas en los protocolos. El protocolo se seleccionará en función del tipo de mezcla, de los materiales y el lugar de la aplicación.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- i. Muestra sin compactar. Preparación de muestras de 4.000 gramos e introducción en la caja perforada y colocación en el centro del horno, con una separación entre las cajas con muestras de al menos 50 mm. Después del tiempo seleccionado se mantienen a temperatura ambiente y se dejan enfriar.
- ii. Probetas no confinadas. Se introducen en la estufa con una separación entre las probetas de al menos 50 mm en cualquier dirección. Después del proceso se mantienen a temperatura ambiente y se dejan enfriar.

- iii. Probetas confinadas. Indicado para probetas demasiado frágiles (sueltas) para ser extraídas del molde. Se introducen en el molde dentro de la estufa con un espacio entre ellas suficiente para que circule libremente el aire. Se recomienda deslizar la mezcla hacia la parte inferior de la probeta para que el material permanezca en contacto con la superficie.



Foto de una probeta de mezcla bituminosa en frío.

El informe de resultados del ensayo contendrá la siguiente información:

- a. La composición de la mezcla;
- b. La naturaleza y el origen de los materiales que la componen;
- c. El curado efectuado sobre muestras no compactadas o compactadas, en cuyo caso se indicará el tipo de compactación;
- d. El curado realizado con o sin confinamiento;
- e. El protocolo utilizado mencionado en el apartado 6 Nomenclatura del curado;
- f. Cualquier desviación del procedimiento descrito en este documento.

# Pr-EN 12697-54 (2019) Curado de probetas para ensayo de mezclas con emulsión bituminosa

Las condiciones del ensayo de curado serán seleccionadas de los siguientes parámetros:

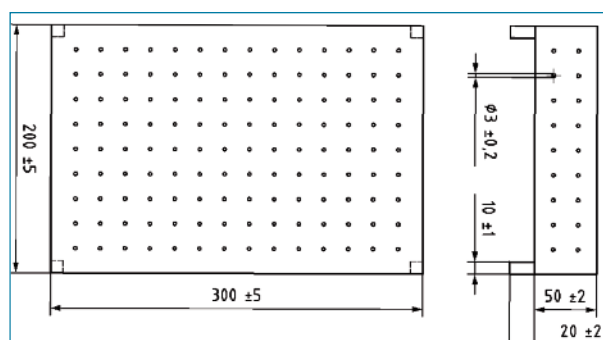
muy amplios, lo que puede llevar a realizar el curado con distinto grado de efectividad. Se debería relacionar

Temperatura, °C		Humedad relativa, %		Duración, días	
T18	18±2	H20	20±10	D1	1
T20	20±2	H50	50±10	D2	2
T35	35±2	H90	90±10	D3	3
T40	40±2	Hd	Humedad declarada±10	D5	5
T50	50±2	Hnc	No controlada	D7	7
T60	60±2			D10	10
T75	75±2			D14	14
T90	90±2			D21	21
Td	Temperatura declarada±2			Dd	Días declarados

## 3. EQUIPAMIENTO

Para la realización del ensayo se precisa el equipamiento que se indica a continuación:

- Cámara climática para calentamiento las muestras con tolerancia de  $\pm 2$  °C y humedad controlada con tolerancia de  $\pm 10$  %.
- Estufa termostática con ventilación con tolerancia de  $\pm 2$  °C.
- Cajas perforadas para utilización con mezcla no compactada, según esquema adjunto:



La superficie de apoyo de las probetas o muestras en la estufa tendrá orificios no superiores a 3mm para permitir la circulación del aire.

## 4. PUNTOS CRÍTICOS

Los parámetros de variables de las condiciones son

de una forma más directa en la norma las condiciones del ensayo con las características de la mezcla/emulsión, facilitando la homogeneidad de los protocolos.

## 5. CONCLUSIONES

En el anejo A de la norma, con carácter informativo, se indican recomendaciones para la toma y manejo de la muestra en frío durante el transporte y en laboratorio.

En el anejo B de la norma, con carácter informativo, se describen experiencias para las operaciones de curado en varios países: Francia, España, Portugal y Suecia. Estas experiencias pueden ayudar a entender la forma de proceder con distintas operaciones del ensayo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- UNE-EN 12697-27. Toma de muestra.
- UNE-EN 12697-28. Preparación de muestras para determinación de ligante, agua y granulometría.
- UNE-EN 12697-35. Mezclado en laboratorio.

*Una de las operaciones de mayor importancia en las mezclas bituminosas en frío es el curado de la mezcla para el posterior análisis de las propiedades. Esta norma establece la metodología a seguir para la realización de estos trabajos.*

# 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 3 de junio hasta el 9 de septiembre de 2024.

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

### NORMATIVA APROVADA

- **UNE- EN 16346 (Publicada en septiembre del año 2024).** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del comportamiento de rotura y adhesividad inmediata de emulsiones bituminosas catiónicas.

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

### NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE- prEN 1426 (Última publicación año 2015). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la penetración con aguja
- **PNE- prEN 1427 (Última publicación año 2015). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del punto de reblandecimiento. Método del anillo y bola
- **PNE- prEN 12594 (Última publicación año 2015). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Preparación de las muestras de ensayo
- **PNE- prEN 12597 (Última publicación año 2015). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Terminología
- **PNE- prEN 12607-1 (Última publicación año 2015). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia al endurecimiento por efecto del calor y del aire. Parte 1: Método RTFOT (película fina y rotatoria)
- **PNE- prEN 15626 (Última publicación año 2016). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la adhesividad de los ligantes bituminosos fluidificados y fluidificados
- **PNE- prEN 16659 (Última publicación año 2016). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Ensayo de fluencia-recuperación bajo múltiples esfuerzos repetidos (ensayo MSCR).
- **PNE- FprCEN/TR 18114 (Norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Sostenibilidad. Revisión sobre cómo abordar la información ambiental

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

#### NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE-EN ISO 11819-1: (última publicación año 2002). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Acústica. Medición de la influencia de las superficies de carretera sobre el ruido del tráfico. Parte 1: Método estadístico del paso de vehículos
- **PNE-prEN 12272-1 (última publicación año 2002). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Tratamientos superficiales. Métodos de ensayo. Parte 1: Índice y regularidad de la dispersión del ligante y de las gravillas.
- **PNE-prEN 12697-2 (última publicación año 2015). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación de la distribución granulométrica
- **PNE-prEN 12697-3 (última publicación año 2020). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 3: Recuperación de betún. Evaporador rotatorio
- **PNE-EN 12697-4 (última publicación año 2015). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 4: Recuperación de betún: Columna de fraccionamiento
- **PNE-prEN 12697-16 (última publicación año 2017). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 16: Abrasión por neumáticos claveteados
- **PNE-EN 12697-22 (última publicación año 2020). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 22: Deformación en pista
- **PNE-EN 12697-26 (última publicación año 2018). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 26: Rigidez
- **PNE-EN 12697-31 (última publicación año 2020). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Métodos de ensayo. Parte 31: Preparación de la muestra mediante el compactador giratorio.
- **PNE-EN 12697-33 (última publicación año 2019). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 33: Elaboración de probetas con compactador de placa
- **PNE-prEN 12697-35 (última publicación año 2017). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 35: Mezclado en laboratorio
- **PNE-EN 12697-41 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 41: Resistencia a los fluidos de deshielo
- **PNE-EN 12697-43 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 43: Resistencia a los combustibles.
- **PNE-EN 12697-47 (última publicación año 2011). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 47: Determinación del contenido de cenizas de los asfaltos naturales
- **PNE-EN 12697-54 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 54: Curado de las muestras para el ensayo de mezclas con emulsión de betún
- **PNE-prEN ISO 13473-5 (última publicación año 2010). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Caracterización de la textura de los pavimentos mediante el uso de perfiles de superficie. Parte 5: Determinación de la megatextura.
- **PNE-EN 13036-5 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Características superficiales de carreteras y superficies aeroportuarias. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación de los índices de regularidad superficial longitudinal
- **PNE-EN 13036-8 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Características superficiales de carreteras y superficies aeroportuarias. Métodos de ensayo. Parte 8: Determinación de los índices de regularidad superficial transversal



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

## NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- **PNE-EN 13108-2 (última publicación año 2007). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 2: Hormigón bituminoso para capas muy delgadas
- **PNE-EN 13108-3 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 3: Mezclas bituminosas tipo SA
- **PNE-EN 13108-4 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 4: Mezcla bituminosa tipo HRA
- **PNE-EN 13108-5 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 5: Mezclas bituminosas tipo SMA
- **PNE-EN 13108-6 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 6: Másticos bituminosos
- **PNE-EN 13108-7 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 7: Mezclas bituminosas drenantes
- **PNE-EN 13108-20 (última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 20: Ensayos de tipo
- **PNE-EN 13108-21 (última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 21: Control de producción en fábrica
- **PNE-EN 13108-31 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 31: Hormigón asfáltico con emulsión bituminosa
- **PNE-prEN 13880-3 (última publicación año 2004). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Productos de sellado aplicados en caliente. Parte 3: Métodos de ensayo para la determinación de la penetración y la recuperación (resiliencia)
- **PNE-prEN 13880-4 (última publicación año 2004). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Productos de sellado aplicados en caliente. Parte 4: Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia al calor. Variación de la penetración
- **PNE-prEN 13880-5 (última publicación año 2006). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Productos de sellado aplicados en caliente. Parte 5: Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la fluencia.
- **PNE-prEN 15466-1 (última publicación año 2010). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Productos de imprimación para productos de sellado de juntas aplicados en frío y en caliente. Parte 1: Determinación de la homogeneidad.
- **PNE-prEN 15466-2 (última publicación año 2010). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Productos de imprimación para productos de sellado de juntas aplicados en frío y en caliente. Parte 2: Determinación de la resistencia contra el álcali.
- **PNE-prEN 15466-3 (última publicación año 2010). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Productos de imprimación para productos de sellado de juntas aplicados en frío y en caliente. Parte 3: Determinación del contenido de sólidos y del comportamiento frente a la evaporación de sustancias volátiles.
- **PNE 41265-2 IN (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Firmes de carreteras. Ejecución y control. Parte 2: Prefisuración de materiales tratados con conglomerantes hidráulicos

### ÁRIDOS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 146/SC3)

#### NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE-prEN 933-1 (última publicación año 2012). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método de tamizado
- **PNE-EN 933-6 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 6: Evaluación de las características superficiales. Coeficiente de flujo de los áridos
- **PNE-prEN 933-11 (última publicación año 2009). ESTADO: VERSIÓN EN INGLÉS Y ALEMÁN** Tests for geometrical properties of aggregates. Part 11: Classification test for the constituents of coarse recycled aggregate.
- **PNE-prEN 1097-1 (última publicación año 2011). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 1: Determinación de la resistencia al desgaste (Micro-Deval)
- **PNE-EN 1097-6 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua
- **PNE-EN 1097-7 (última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 7: Determinación de la densidad real del filler. Método del picnómetro
- **PNE-EN 1744-4 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 4: Determinación de la sensibilidad al agua de los materiales de relleno para mezclas bituminosas
- **PNE-CEN/TS 17438 (Norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Origen de los materiales considerados en el desarrollo de las normas de áridos del CEN/TC 154
- **PNE-prEN 17555-1 (Norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Áridos para obras de construcción. Parte 1: Características
- **DIN EN 17555-2 (Norma nueva). ESTADO: EXISTE VERSIÓN EN INGLÉS Y ALEMÁN** Aggregates for construction Works. Part 2: Complementary information

### COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS

Desde la última publicación de la revista se han producido novedades en normas de betunes y ligantes bituminosos dentro del Comité Técnico AEN/CTN 51/SC1 y de mezclas bituminosas del Comité Técnico AEN/CTN 41/SC2 en las siguientes normas:

#### Comité Técnico AEN/CTN 51/SC1

- Se ha aprobado una normativa para la evaluación de la rotura y adhesividad de las emulsiones catiónicas EN 16346.

#### Comité Técnico AEN/CTN 41/SC2

Se han incorporado como normas en proyecto las siguientes:

- Norma para la extracción de ligante de las mezclas bituminosas mediante el evaporador rotatorio EN 12697-3
- Norma para la compactación de probetas mediante el compactador giratorio EN 12697-31
- Norma nueva que describe las características de las mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso fabricadas con emulsión bituminosa EN 13108-31

# Reutilización del 100% de RA con emulsión en central para capa de rodadura

**Jorge Ortiz Ripoll**

jortiz@arno.es

**Rodrigo Miró**

r.miro@upc.edu

**Adriana Martínez**

adriana.martinez@upc.edu

**Antonio García Siller**

a.garcia.siller@cepsa.com

**Jordi Janot Feliu**

jordi.janot@gencat.cat

**Alba Navarro Casanovas**

albanavarro@gencat.cat

**Teresa López Montero**

teresa.lopez@upc.edu

La reutilización en central con emulsión es una técnica alternativa a la reutilización in situ con emulsión utilizada habitualmente en España desde 1992, que permite corregir la granulometría del material recuperado por fresado, controlar con precisión el contenido de ligante añadido, incorporar cualquier aditivo en la central de fabricación, independizar las operaciones de fresado y extendido, o extender la nueva capa en anchos y con espesores distintos de los de la capa demolida. Además, la producción en central permite limpiar cuidadosamente la superficie de asiento de la mezcla reutilizada para aplicar a continuación un riego de adherencia que asegure el trabajo solidario del conjunto de capas bituminosas que constituyen el firme. Estas ventajas han llevado a construir un tramo experimental con una capa de rodadura de mezcla bituminosa en frío elaborada enteramente con materiales recuperados por fresado de pavimentos envejecidos. En este trabajo se recogen los resultados de los ensayos de diseño y caracterización de la mezcla en laboratorio (módulo de rigidez, sensibilidad al agua y resistencia a las deformaciones plásticas mediante el ensayo de pista) así como los resultados de módulo y resistencia a la fisuración (ensayo Fénix y ensayo de propagación de fisuras) obtenidos a partir del ensayo de los testigos extraídos del tramo experimental. Esta experiencia permite concluir que la reutilización con emulsión en central facilita la producción de mezclas bituminosas en frío en condiciones controladas, pudiendo ser aplicadas incluso como capa de rodadura.

**Palabras Clave:** Capa de rodadura, Reutilización en frío con emulsión, Reutilización en central

Asphalt reuse with emulsion in central plant is an alternative technique to reuse in situ with emulsion, commonly used in Spain since 1992, which makes it possible to correct the gradation of the material recovered by milling, precisely control the content of binder added, include any additive in the manufacturing plant, make the milling and paving operations independent, or spread the new layer in widths and thicknesses different from those of the demolished layer. In addition, centralised production allows for the careful cleaning of the base layer of the reused mix and the subsequent application of a tack coat to ensure that all the bituminous layers that make up the pavement work together. These advantages have led to the construction of an experimental section with a cold mix asphalt wearing course made entirely from materials recovered by milling aged pavements. This paper includes the results of the design and characterisation tests of the mix in laboratory (stiffness modulus, water sensitivity and resistance to plastic deformation by means of the wheel tracking test) as well as the results of cracking resistance (Fénix test and crack propagation test) obtained from testing cores extracted from the experimental section. This experience leads to the conclusion that reuse with emulsion in central plant facilitates the production of cold asphalt mixes under controlled conditions, which can even be applied as a wearing course.

**Keywords:** Wearing course, cold reuse with emulsion, cold reuse in central plant.

# Reutilización del 100% de RA con emulsión en central para capa de rodadura

## 1. INTRODUCCIÓN

La reutilización en central con emulsión de materiales recuperados de la demolición de pavimentos bituminosos envejecidos (RA) ofrece interesantes posibilidades de mejora respecto a su reutilización in situ, que es la tecnología en frío más habitualmente utilizada en España. Contar con una central de fabricación permite independizar las operaciones de fresado de las de puesta en obra, controlar con mayor precisión la composición de la nueva mezcla, aportar cualquier proporción de materiales exógenos, y usar medios de puesta en obra convencionales, incluso actuando sobre espesores y anchuras distintos de los de la capa que está siendo demolida. En conjunto, estas y otras ventajas que serán objeto de atención deben permitir ampliar el campo de aplicación de la reutilización en frío y proponerse objetivos técnicamente más ambiciosos que los previstos en la vigente Orden Circular OC 2/2023, donde se establece que la reutilización in situ con emulsión de capas de firme podrá ser empleada en las categorías de tráfico pesado T1 a T4, en capas intermedias, de base y subbase. La misma OC 2/2023 también prescribe que sobre estas capas han de proyectarse capas de mezcla en caliente o semicalientes, reutilizadas o no, en un espesor mínimo de 8 cm en la categoría T1, 5 cm en la categoría T2 y T3 y 3 cm (o dos capas de microaglomerado en frío) para la categoría de tráfico T4 [1].

Con la actuación descrita en el presente trabajo se tratará de mostrar que la reutilización con emulsión en central es una tecnología compatible con su empleo tanto en capas intermedias y de base, como en capa de rodadura. Esta última y novedosa aplicación es el caso de la mezcla reutilizada en frío, compuesta por un 100% de RA, que ha sido diseñada y puesta en obra en la carretera LP-3322, entre las poblaciones de Mollerussa y Linyola (Lleida), constituyendo la primera capa de esta naturaleza construida en España.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Actuación de rehabilitación

En julio de 2023 se ejecutaron las obras de rehabilitación del firme de la carretera LP-3322, perteneciente a la red de carreteras de la Generalitat de Catalunya, entre los P.K. 1+600 al 4+800 (tramo Mollerussa-Linyola). Es una vía actualmente sometida a un tráfico pesado de categoría T31, cuya sección de firme, antes y después de la actuación de rehabilitación, es la representada en la figura 1, donde todas las cotas se hallan expresadas en cm. La sección original es la denominada T4121 en la instrucción de carreteras 6.1 IC, es decir, la correspondiente a un firme de mezclas bituminosas en caliente (MBC) y zahorra artificial (ZA), construido sobre una explanada E2 y para una categoría de tráfico pesado T41.

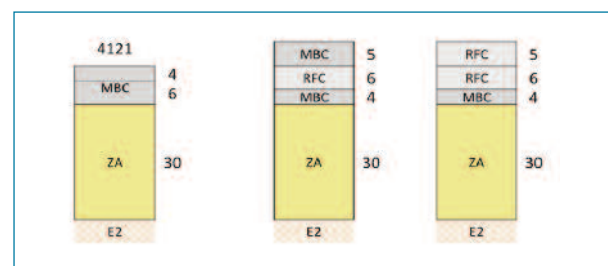


Figura 1. Sección del firme antes (izquierda) y después de la rehabilitación con una nueva capa de rodadura de mezcla bituminosa en caliente (centro) o con la solución experimental (derecha)

La capa de rodadura presentaba un cuarteo en malla gruesa, atribuido a su agotamiento por fatiga, sin ahuecamientos u otras deformaciones apreciables, y las catas efectuadas revelaron que la capa intermedia se encontraba en buen estado de conservación. Se proyectó una actuación de rehabilitación consistente en un reciclado en frío con emulsión en central (RFC) de 6 cm del pavimento existente y la extensión de una nueva capa de rodadura de 5 cm de espesor de mezcla bituminosa en caliente (MBC) tipo AC 16 SURF PMB 45/80-65 S,

mientras que en el tramo experimental esta capa fue sustituida por la nueva mezcla RFC que se describirá a continuación.

Tabla 1. Composición de la mezcla antes de la incorporación de emulsión

Fracción de RA (mm)	Proporción utilizada (%)	Contenido de ligante (%)
0/16	85	5,5
16/22	15	2,2
0/22	100	5,0

## 2.2 Diseño de la mezcla reutilizada en central

La nueva mezcla reciclada con emulsión en central se ha elaborado utilizando RA exógeno, en concreto, procedente de la autovía A-2 (tramo Variante de Lleida). Así, ha sido posible caracterizar este material con suficiente antelación y prevenir cualquier déficit durante la ejecución de las obras. A partir del RA clasificado se recompuso la mezcla indicada en la tabla 1, obteniéndose las curvas de trabajo presentadas en la Figura 2, donde pueden observarse junto al huso AC16 S.

Estas dos curvas corresponden a la granulometría del RA antes y después de la extracción de betún. La primera debe tenerse en cuenta porque condiciona el comportamiento de la mezcla fresca durante su fabricación y puesta en obra, y la segunda porque correspondería a la de una mezcla total del ligante envejecido del RA y el nuevo betún aportado con la emulsión. Naturalmente, el progreso hacia esa situación límite depende de factores como las condiciones ambientales, el grado de envejecimiento del betún presente en el RA, la presencia de fluidificantes en la emulsión... y, en general, es poco realista contar con esa posibilidad, ni siquiera a largo plazo. Sin embargo, con la composición seleccionada, puede bastar con una activación parcial del betún envejecido para obtener una mezcla bituminosa en frío cuya granulometría encaje correctamente en el huso AC16 S.

El ligante bituminoso seleccionado es una emulsión de betún modificado con polímeros, tipo C60BP4 REC (tabla 2) especialmente diseñada para esta actuación en lo que respecta a las características del ligante utilizado

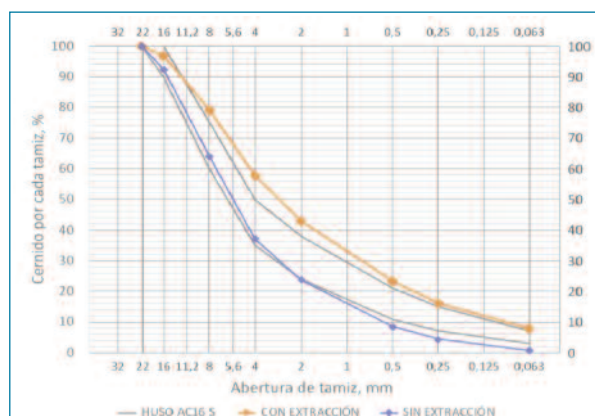


Figura 2. Curva granulométrica de la mezcla de RA en fresco (antes de la extracción de betún) y después de la extracción

en su fabricación, su capacidad de envuelta y la trabajabilidad de la mezcla, con la que se decidió ensayar las dos formulaciones descritas en la tabla 3 como Mezcla I y Mezcla II. La selección de estas fórmulas de partida se basó en la experiencia adquirida previamente, durante la producción de la mezcla reciclada en central utilizada como capa intermedia en la misma obra [2] y mediante nuevos ensayos de envuelta realizados con el nuevo fresco y emulsión modificada.

Con las dos mezclas se elaboraron probetas de 101,6 mm de diámetro mediante compactación estática (61,6 kN, 300 s) según UNE 41215:2022. Una vez compactadas, fueron sometidas a un curado acelerado (72 horas en una estufa de aire forzado a  $40 \pm 1^\circ\text{C}$ ) con objeto de simular las condiciones de la mezcla in situ a medio plazo, obteniéndose los valores de densidad y huecos indicados en la tabla 4, para las dos proporciones de ligante ensayadas. Sobre las mismas probetas, cortadas para obtener las dimensiones adecuadas, se efectuaron ensayos de módulo de rigidez (UNE EN 12697-26 anexo C) a distintas edades que proporcionaron los resultados incluidos en la misma tabla 4. Durante un mes las probetas se mantuvieron en cámara climática a  $20^\circ\text{C}$ , la misma temperatura de ensayo.

La sensibilidad al agua, medida según la norma UNE EN 12697-12, dio lugar a los resultados presentados en la tabla 5. Por último, aun no hallándose especificados para las mezclas bituminosas en frío, se realizaron ensayos de resistencia a la deformación plástica en pista de laboratorio, con los resultados mostrados en la tabla 6.

## Reutilización del 100% de RA con emulsión en central para capa de rodadura

Con el conjunto de resultados se optó por seleccionar como mejor mezcla para capa de rodadura la formulación correspondiente a la denominada Mezcla II, de

menor módulo de rigidez y mayor resistencia a la acción del agua.

Tabla 2. Especificaciones de la emulsión C60BP4 REC

Característica	Unidad	Norma UNE	Mínimo	Máximo(mm)
<i>Emulsión original</i>				
Polaridad de las partículas	-	EN 1430	Positiva	
Índice de rotura	g	EN 13075-1	110	195
Contenido de ligante (por cont. en agua)	%	EN 1428	58	62
Tiempo de fluencia (2 mm, 40°C)	s	EN 12846-1	15	70
Contenido de fluidificante por destilación	%	EN 1431	-	2
Tendencia a la sedimentación (7 días)	%	EN 12847	-	10
Residuo de tamizado (0,5 mm)	%	EN 1429	-	0,10
Adhesividad	%	EN 13614	90	-
<i>Residuo por destilación</i>		EN 1431		
Penetración (25°C)	0,1 mm	EN 1426	-	100
Punto de reblandecimiento	°C	EN 1427	46	-
Cohesión (péndulo Vialit) o	J/cm <sup>2</sup>	EN 13588	0,5	-
Cohesión (Fuerza – ductilidad 5°C)	J/cm <sup>2</sup>	EN 13589	0,5	-
Recuperación elástica a 25°C	%	EN 13398	50	-

Tabla 3. Contenidos de emulsión, betún y agua en las fórmulas ensayadas

Componente	Mezcla I	Mezcla II
Emulsión C60BP4 REC (%)	3,5	4,0
Betún residual de la emulsión (%)	2,1	2,4
Betún contenido en el RA (%)	5,0	5,0
Betún total en la mezcla (%)	7,1	7,4
Agua de pre-envuelta (%)	2,5	2,0
Humedad promedio del RA (%)	2,1	2,1
Agua total (%)	4,6	4,1
Fluidos totales (emulsión+agua) (%)	8,1	8,1

Tabla 4. Resultados de los ensayos volumétricos y de compactación estática

Componente	Mezcla I	Mezcla II
Emulsión C60BP4 REC (%)	3,5	4,0
Agua de pre-envuelta (%)	2,5	2,0
Densidad máxima (g/cm <sup>3</sup> )	2,544	2,532
Densidad geométrica (g/cm <sup>3</sup> )	2,222	2,226
Densidad s. s. s (g/cm <sup>3</sup> )	2,24	2,259
Huecos en mezcla (%)	11,8	10,8
Módulo de rigidez a 7 días (MPa)	3602	2813
Módulo de rigidez a 17 días (MPa)	4162	3502
Módulo de rigidez a 31 días (MPa)	5098	4036

Tabla 5. Sensibilidad al agua

Propiedad	Mezcla I		Mezcla II	
	Vía seca	Vía húmeda	Vía seca	Vía húmeda
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2,264	2,267	2,269	2,270
Resistencia a tracción indirecta (kPa)	454	300	438	343
Relación resistencia húmedo/seco	66%		78%	

Tabla 6. Resistencia a deformaciones plásticas mediante el ensayo en pista de laboratorio

Componente	Mezcla I	Mezcla II
Relación resistencia húmedo/seco	0,111	0,143



Figuras 3 y 4. Fabricación y puesta en obra de la mezcla reciclada en capa de rodadura

### 2.3 Fabricación y puesta en obra

Una vez completados los estudios de formulación indicados, el 19 de julio de 2023 se empleó la mezcla II en la construcción de un tramo experimental de 120 m de longitud, en el PK 1+600 de la carretera LP-3322. La nueva mezcla reciclada en frío para capa de rodadura se produjo en una central de fabricación instalada a pie de obra, de 150 t/h de capacidad, equipada con tres tolvas para alimentación de áridos y RA, y dispositivos para la dosificación automática de la emulsión y el agua de pre-

envuelta. Para la puesta en obra se empleó una extendidora convencional, un compactador tándem de 15 t y un compactador de neumáticos de 35 t, extendiéndose una capa de 5 cm de espesor sobre todo el ancho de la calzada.

### 3 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En octubre de 2023 se iniciaron los ensayos sobre la capa terminada para determinar los valores de macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento que se

Tabla 7. Textura superficial por el método del círculo de arena (UNE EN 13036-1)

Medida	Volumen de arena (mm <sup>3</sup> )	Diámetro círculo (mm)	Profundidad media (mm)
1	25.000	134,4	1,76
2	25.000	134,1	1,77
3	25.000	134,0	1,77
4	25.000	133,7	1,78
Valor medio obtenido (6.10.2023)s (g/cm <sup>3</sup> )			1,77

## Reutilización del 100% de RA con emulsión en central para capa de rodadura

muestran en las tablas 7 y 8, respectivamente, y se extrajeron testigos de 100 y 150 mm de diámetro para evaluar sus propiedades mecánicas: módulo resiliente,

Tabla 8. Coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo TRRL (NLT-175/98)

Medida	CRD TRLL
1	70
2	75
3	74
4	79
Valor medio (10.10.2023)	75

ensayo Fénix y resistencia a la fisuración.

En la Tabla 9 se recogen los valores medios de espesor, densidad geométrica, huecos y módulo de rigidez (de acuerdo a la norma UNE-EN 12697-26, Anexo C) obtenidos sobre la capa de rodadura de los testigos extraídos del tramo experimental. Además, a modo de referencia, se han incluido los valores obtenidos sobre testigos de la capa intermedia, correspondientes a una mezcla en frío reutilizada en central conteniendo un 3,5% del mismo tipo de emulsión C60BP4 REC. La mezcla de la capa de rodadura presenta un módulo de 3595

MPa, superior a los 2596 MPa correspondientes a la mezcla de la capa intermedia. Esto puede ser debido a la mayor exposición al ambiente de la capa de rodadura,

que junto con un menor espesor respecto a la capa intermedia, facilita el proceso de curado de la mezcla, adquiriendo consistencia más rápidamente. Este valor del módulo es similar al obtenido sobre las probetas a los 17 días en laboratorio (ver tabla 4).

Sobre los testigos extraídos también se ha realizado el ensayo Fénix, de acuerdo a la norma NLT-383, con objeto de evaluar la resistencia a la fisuración, ductilidad y tenacidad de la mezcla. En la tabla 10 se recogen los principales resultados del ensayo; al igual que en el caso de los módulos, se incluyen en la tabla, a modo de refe-

Tabla 9. Espesor, densidad y módulo de los testigos extraídos del tramo experimental

Capa	Espesor (mm)	D. geom. (g/cm <sup>3</sup> )	Huecos (%)	Módulo (MPa)
Rodadura	37.4 mm	2.037	19,5	3595
Intermedia	48.3 mm	2.03	20,2	2596



Figuras 5, 6 y 7. Capa de rodadura terminada y extracción de testigos para su ensayo



Tabla 10. Valores medios de los principales parámetros del ensayo Fénix

Capa	Temperatura (°C)	D. geométrica (g/cm <sup>3</sup> )	RT (MPa)	DT (mm)	RT•DT (MPa•mm)
Rodadura	-5	2,048	0,32	0,23	0.07
	5	2,051	0,34	0,25	0.09
	20	2,066	0,18	0,43	0.08
Intermedia	-5	1.955	0,29	0,27	0.08
	5	1.944	0,29	0,27	0.08
	20	1.997	0,18	0,69	0.12

rencia, los resultados correspondientes a la capa intermedia.

En la figura 8 se han representado estos parámetros en el diagrama Fénix. Este gráfico permite analizar la variación de la resistencia y la ductilidad de la mezcla con la temperatura; en abscisas se representan los valores de la resistencia a tracción y en ordenadas los de desplazamiento de tenacidad, a las temperaturas de ensayo de 20, 5 y -5°C. En este diagrama se indican unos límites que, de acuerdo con la experiencia de los autores del método de ensayo [3] separan el comportamiento de la mezcla en frágil, dúctil o muy dúctil (líneas verticales), así como el de las mezclas con baja resistencia (línea horizontal). Igualmente, se representan las curvas de isotenacidad, para las que el producto RT\*DT se mantiene constante.

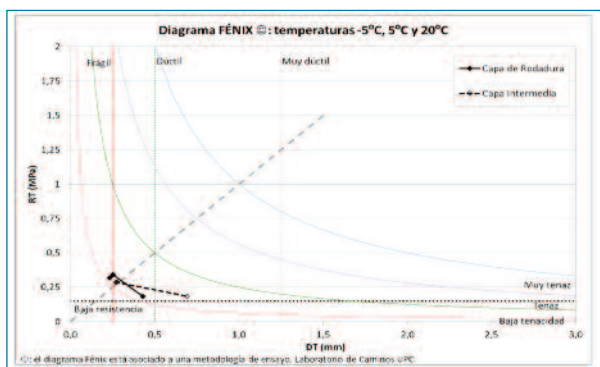


Figura 8. Diagrama Fénix para las mezclas reutilizadas en frío de las capas de rodadura e intermedia

En la misma figura 8 se observa cómo al bajar la temperatura, para cualquiera de las dos mezclas, la ductilidad disminuye y la resistencia aumenta, aunque la tenacidad se mantiene prácticamente constante. A 20°C, la

ductilidad de la mezcla de la capa de rodadura es menor que la de la capa intermedia, como consecuencia, probablemente, de su mayor rigidez, aunque las resistencias son similares, lo que le confiere una ligera mayor tenacidad a la mezcla de la capa intermedia; en cambio, a bajas temperaturas prácticamente no hay diferencias entre las resistencias, ductilidad y tenacidades de las dos mezclas.

También, se ha comparado la resistencia a la propagación de fisuras, según UNE-EN 12697-44 (ensayo a flexión de una probeta semicircular) de la nueva mezcla reutilizada para capa de rodadura con la de la mezcla reutilizada puesta en obra como capa intermedia con emulsión convencional tipo C60B5 REC. En el procedimiento de ensayo se ha seguido las variantes recogidas en el documento "procedimiento experimental 3, revisión 1" de Aleas, donde la velocidad de rotura se incrementa de 5 a 50 mm/min y el grosor de la entalla de 0,4 a 4,0 mm). Los resultados presentados en la tabla 11 muestran una mejor respuesta de la mezcla reutilizada en capa de rodadura que, a las dos temperaturas ensayadas, es más resistente y dúctil que la mezcla reutilizada en capa intermedia.

Finalmente, se procedió a la extracción y caracterización del ligante de los testigos ensayados, destacando que se obtuvo un contenido de ligante del 6,3% s/m de ligante en la capa de rodadura con emulsión C60BP4 REC con una recuperación elástica de 34%, frente a un contenido del 6,7% s/m y una recuperación elástica del 16% en la mezcla la capa intermedia elaborada con emulsión C60B5 REC. Se trata de resultados que deben interpretarse con toda precaución, debido a las dispersiones de espesores, de granulometrías y de contenido

## Reutilización del 100% de RA con emulsión en central para capa de rodadura

Tabla 11. Resistencia a la propagación de fisuras según UNE-EN 12697-44

Propiedad (valores medios)	Rodadura C60BP4 REC	Intermedia C60B5 REC
Deformación vertical a 20°C (mm)	1,17	0,965
Resistencia a rotura a 20°C (N/mm)	5,78	3,54
Deformación vertical a 5°C (mm)	0,94	0,58
Resistencia a rotura a 5°C (N/mm)	9,51	8,17

de ligante propias de los testigos de mezclas reutilizadas, además de que la mezcla de ligantes que tiene lugar durante los ensayos de extracción puede afectar a la representatividad de las muestras ensayadas.

### 4. CONCLUSIONES

Transcurridos seis meses de su puesta en obra, el tramo experimental construido y sometido a la acción de un tráfico de categoría T31, continúa mostrando un aspecto similar al de una capa de mezcla bituminosa en caliente tipo AC16 S de nueva fabricación y un correcto comportamiento en servicio, sin que se haya requerido protección para prevenir desprendimientos superficiales ni siquiera en el momento de su apertura al tráfico. A la luz de esta experiencia, puede concluirse que la reutilización con emulsión en central facilita la producción de mezclas bituminosas en frío en condiciones controladas, con cualquier proporción de RA, procedente de la propia obra o exógeno, y satisfaciendo los criterios de diseño de mezclas más exigentes. Además, gracias a su puesta en obra con medios convencionales, las capas de mezclas reutilizadas en frío en central presentan una regularidad transversal y longitudinal comparable a la obtenida con las capas de nuevas mezclas bituminosas en caliente, lo que las hace aptas para su uso como capas de rodadura y elimina la necesidad de prever recubrimientos mínimos. La producción en central ofrece, en definitiva, la posibilidad de ampliar significativamente el campo de aplicación de las mezclas reutilizadas con emulsión que así podría extenderse, además de a las capas de rodadura de las vías de baja intensidad de tráfico, al resto de capas en las categorías de tráfico que hoy se hallan excluidas del alcance de las tecnologías en frío. Los eventuales incrementos de costes económicos o ambientales derivados de la disposición de una central de fabricación, el uso de ligantes modificados o el tratamiento del RA, deben considerarse después de contar



Figura 9. Capa de rodadura terminada

con el mayor valor de estas nuevas mezclas o la diferente durabilidad de las alternativas comparadas.

### 5. REFERENCIAS

- [1] OC 2/2023 Sobre reutilización de capas de firmes y pavimentos bituminosos. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agencia Urbana. Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. Dirección General de Carreteras. Madrid, abril de 2023.
- [2] Miró, R., Martínez, A.; García Siller, A.; Ortiz Ripoll, J.; Navarro, A. (2024): Reutilización en frío en central de mezclas bituminosas. Nuevas experiencias. XXII Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto. Granada, 22 al 26 de abril de 2024
- [3] Pérez Jiménez, F.E., Miró Recasens, R., Martínez Reguero, A.H., Botella Nieto, R., López Montero, T., 2019. Classification and design of bituminous mixtures based on the variation of their strength and toughness with temperature: Fenix stress-strain diagram. 26th World Road Congr. Abu Dhabi 2019 Connect. Cult. Enabling Econ. 1–14.

# NExT: El camino hacia lo sostenible

Philippe Choisel

philippe.choisel@eurovia-es.com

Nuria Uguet Canal

nuria.uguet@eurovia-es.com

La sostenibilidad en la construcción y conservación de infraestructuras, como carreteras, es crucial para mitigar el cambio climático. Aunque el tráfico vehicular es el principal responsable de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), las etapas de construcción y mantenimiento también generan un impacto ambiental significativo. La Unión Europea, a través del Pacto Verde Europeo, ha establecido el objetivo de reducir las emisiones de GEI en un 55% para 2030. Eurovia, comprometida con esta meta, busca reducir sus emisiones directas en un 40% para el mismo año.

Para lograrlo, Eurovia ha desarrollado tres herramientas clave: NExT, E-Drive y E-Track. NExT es una aplicación que calcula las emisiones de CO<sub>2</sub> en todas las fases del proceso de construcción. Permite a la empresa identificar áreas de alto impacto, como las plantas asfálticas y la maquinaria utilizada, ofreciendo soluciones como la reducción de temperaturas en las mezclas asfálticas y la transición a combustibles más limpios.

E-Drive, por su parte, optimiza el consumo energético en las plantas, proporcionando datos en tiempo real para ajustar la producción y reducir el consumo energético sin comprometer la calidad. Además, facilita el seguimiento de los indicadores históricos para mejorar la eficiencia.

E-Track se enfoca en la gestión del parque de maquinaria, permitiendo un control exhaustivo del uso de combustible y el rendimiento de cada equipo. Esto permite optimizar su uso y reducir las emisiones, además de planificar la transición a equipos más eficientes y vehículos más limpios. Estas iniciativas buscan reducir significativamente las emisiones en el sector y fomentar un enfoque más sostenible en la construcción de infraestructuras.

**Palabras Clave:** Sostenibilidad, emisiones, maquinaria, infraestructuras, optimización

Sustainability in the construction and maintenance of infrastructures, such as roads, is crucial to mitigating climate change. Although vehicular traffic is the main source of greenhouse gas (GHG) emissions, the construction and maintenance phases also have a significant environmental impact. The European Union, through the European Green Deal, has set a target to reduce GHG emissions by 55% by 2030. Eurovia, committed to this goal, aims to reduce its direct emissions by 40% by the same year.

To achieve this, Eurovia has developed three key tools: NExT, E-Drive, and E-Track. NExT is an application that calculates CO<sub>2</sub> emissions across all phases of the construction process. It allows the company to identify high-impact areas, such as asphalt plants and machinery, offering solutions like reducing asphalt mixing temperatures and transitioning to cleaner fuels.

E-Drive focuses on optimizing energy consumption in plants, providing real-time data to adjust production and reduce energy use without compromising quality. It also facilitates the monitoring of historical indicators to improve efficiency.

E-Track is designed for managing the equipment fleet, allowing for thorough control of fuel usage and performance of each machine. This enables optimized use and emissions reduction, along with the ability to plan the transition to more efficient equipment and cleaner vehicles. These initiatives aim to significantly reduce emissions in the sector and promote a more sustainable approach to infrastructure construction.

**Keywords:** Sustainability, emissions, machinery, infrastructure, optimization

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la sostenibilidad en la construcción y conservación de infraestructuras, como las carreteras, se ha convertido en un pilar fundamental para mitigar los efectos del cambio climático. Aunque la mayor parte de las emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero (GEI) está asociada al tráfico vehicular que circula por estas infraestructuras, es crucial también reducir el impacto ambiental generado en las fases de construcción y conservación de las carreteras.

En este contexto, tanto las entidades gubernamentales como las empresas del sector han establecido metas ambiciosas para reducir las emisiones de GEI y contribuir a un futuro más sostenible. La Unión Europea, en el marco del Pacto Verde Europeo, ha fijado el objetivo de reducir las emisiones de GEI en un 55% para 2030, tomando como referencia los niveles de 1990. Este esfuerzo es clave en la ruta hacia la neutralidad climática para 2050.

Por su parte, el grupo Eurovia, ha asumido un firme compromiso con la sostenibilidad, comprometiéndose a reducir sus emisiones directas de CO2 en un 40% para el año 2030, en comparación con los niveles de 2019. Con esta reducción, Eurovia busca minimizar su impacto ambiental y contribuir a un modelo de infraestructura más sostenible y responsable.

Para conseguir este ambicioso objetivo, Eurovia ha desarrollado e implantado tres aplicaciones, NExT, E-Drive y E-Track, cada una diseñada para abordar un aspecto específico del proceso de construcción y mantenimiento vial, desde la planificación estratégica hasta la operación diaria de maquinaria y plantas de producción.

## 2. NExT: UN ENFOQUE INTEGRAL PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES

La primera de las aplicaciones desarrolladas por Eurovia es NExT, un programa de simulación diseñado para cuantificar las emisiones de CO2 en todas las etapas de su actividad. La importancia de NExT radica en su capacidad para ofrecer una visión detallada y precisa de las emisiones actuales, incluyendo tanto el Alcance 1, que abarca las emisiones directas de las operaciones, como el Alcance 2, que considera las emisiones indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica. Esta herramienta permite a Eurovia no solo medir su huella de carbono actual, sino también establecer metas concretas y realistas para su reducción.

La base del éxito de NExT radica en su metodología para cuantificar las emisiones. El programa se inicia con el cálculo de la huella de carbono inicial, que sirve como referencia para todas las futuras evaluaciones. Este cálculo se realiza para cada una de las unidades de negocio de Eurovia, incluyendo plantas asfálticas, delegaciones de obra y el parque de maquinaria. Este enfoque descentralizado permite identificar con precisión las áreas de mayor impacto y desarrollar estrategias personalizadas para cada unidad.

### 2.1. Ejemplo de una delegación de obra

Para una delegación de obra, se lista toda la maquinaria. Para calcular las emisiones teóricas de cada máquina se tiene en cuenta el consumo teórico y las horas de uso medias de la máquina en cuestión que, multiplicada con un factor de emisión permite establecer las emisiones en t CO<sub>2</sub> eq. Sumando las emisiones de cada

Site	Date	Número de flota	Descripción	Año de origen	Motrización	Consumo medio	Uso anual	Emissiones
SE10 - OBRAS SUROESTE	2004 - Estacionario 2.50 m x 17'	3802250	EIT+VÓLELE SUPER 1800/3	2010	M1 - Diesel (400)	0.0000	1300 h	0.000000
SE10 - OBRAS SUROESTE	4301 - compactador + 30' rueda	4300912	COMPAIE CATERPILLAR C10	2015	M1 - Diesel (400)	0.0000	800 h	0.000000
SE10 - OBRAS SUROESTE	4204 - Comp. ab. 1.05 hasta 1.30	4202903	COMF-DV BORRAG B01 181 AD1	2014	M1 - Diesel (400)	0.0000	500 h	0.000000
SE10 - OBRAS SUROESTE	3007 - Fresa de 1 hasta 1.20 m	3800952	PRESA- WIRTGEN W 1000 F	2009	M1 - Diesel (400)	0.0000	500 h	0.000000
SE10 - OBRAS SUROESTE	3007 - Fresa de 1 hasta 1.20 m	3800713	PRESA- CATERPILLAR P10132	2007	M1 - Diesel (400)	0.0000	100 h	0.000000
SE10 - OBRAS SUROESTE	4204 - Comp. ab. 1.05 hasta 1.30	4202178	COMF-DV BORRAG B01 181 AD1	2007	M1 - Diesel (400)	0.0000	700 h	0.000000
SE10 - OBRAS SUROESTE	4301 - compactador + 30' rueda	4301017	COMPAIE CORINSA CCH T21	2007	M1 - Diesel (400)	0.0000	600 h	0.000000

Figura 1: Ejemplo de una delegación de obra

máquina podemos tener un valor global de la delegación de obra.

## 2.2. Ejemplo de una planta asfáltica

Una de las áreas en las que NExT ha demostrado ser particularmente valioso es en la reducción del consumo energético en plantas asfálticas. En este caso se introducen los datos de entrada como son la producción de la planta, el tipo de combustible, si dispone o no de cobertura de arena o asfalto recuperado, temperaturas medias de fabricación, de áridos, humedad de los mismos, etc.

Site	Class	Número de flotas	Designación	Año de origen	Motorización	Detalles de motorización	Consumo medio	Uso asset	Emissiones
SE18 - OBRAS SUROESTE	3304 - Elevadores 2.00 m x 17'	3302253	ELEVADORA SUPER 18003	2012	551 - Diesel (400)		12.000	1300 h	156 tCO2e
SE18 - OBRAS SUROESTE	4301 - compactador 3.31 (400)	4300912	COMPACTE CATERPILLAR 010	2015	551 - Diesel (400)		14.000	800 h	112 tCO2e
SE18 - OBRAS SUROESTE	4204 - Comp. ib 1.85 hasta 1.90	4202903	COMPACTOR BORRACHO 181 AD1	2014	551 - Diesel (400)		12.000	800 h	96 tCO2e
SE18 - OBRAS SUROESTE	3607 - Fresa de 1 hasta 1.20 m	3600552	FRESA WIRTGEN III 1000 F	2008	551 - Diesel (400)		30.000	500 h	150 tCO2e
SE18 - OBRAS SUROESTE	3607 - Fresa de 1 hasta 1.20 m	3600713	FRESA CATERPILLAR P3012	2007	551 - Diesel (400)		30.000	100 h	30 tCO2e
SE18 - OBRAS SUROESTE	4204 - Comp. ib 1.85 hasta 1.90	4202178	COMPACTOR BORRACHO 181 AD	2007	551 - Diesel (400)		12.000	700 h	84 tCO2e
SE18 - OBRAS SUROESTE	4301 - compactador 3.31 (400)	4301017	COMPACTE CORINSA CCH T21	2007	551 - Diesel (400)		12.000	300 h	36 tCO2e

Con estos datos de entrada, calcula una ratio de consumo en kWh/t, y en función del tipo de combustible utilizado y de la producción el sistema calcula las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas anualmente. Eurovia ha implementado una serie de acciones concretas basadas en los resultados obtenidos con esta herramienta. Entre las medidas adoptadas se incluyen:

- Disminución de la temperatura de mezcla: Una de las innovaciones clave ha sido la reducción de la temperatura de las mezclas asfálticas. Tradicionalmente, las mezclas se producen a temperaturas muy elevadas, lo que consume grandes cantidades de energía. Al reducir la temperatura de la mezcla, se consigue una disminución significativa en el consumo de energía, además de mejorar la salud de los trabajadores durante la aplicación en las calles, ya que se reduce la emisión de vapores y calor.

- Reducción de la humedad en los áridos: Otro factor crítico en la producción de mezclas asfálticas es la humedad de los áridos. Cuanto mayor es la humedad, más energía se requiere para evaporarla durante el proceso de mezcla. Para abordar este desafío, Eurovia ha imple-

mentado soluciones como la cobertura de los áridos, lo que reduce significativamente su exposición al agua de lluvia y, en consecuencia, la necesidad de evaporación durante el proceso de producción.

- Sustitución del combustible utilizado: Históricamente, el fuel oil ha sido el combustible predominante en las plantas de mezcla asfáltica. Sin embargo, Eurovia ha iniciado un proceso de transición hacia combustibles más limpios, como el gas natural, que emiten menos CO<sub>2</sub> por unidad de energía generada. Esta transición también incluye la sustitución del sistema de calentamiento del

betún, que tradicionalmente se realiza mediante aceite térmico, por sistemas de calentamiento eléctrico más eficientes y con menor impacto ambiental.

Aunque estas mejoras han logrado una reducción significativa en las emisiones de CO<sub>2</sub> y en el consumo energético, es importante destacar que también han conllevado un aumento en los costos de fabricación. Por ejemplo, la tecnología para producir mezclas asfálticas a temperaturas más bajas requiere inversiones significativas en equipos y tecnología. Asimismo, la transición a combustibles más limpios como el gas natural, y la implementación de sistemas de calentamiento eléctrico, también han aumentado los costos operativos. Desafortunadamente, estos aumentos de costos no siempre están compensados por los ahorros energéticos, lo que plantea un desafío económico para las empresas del sector. Es crucial que las autoridades tengan en consideración estas subidas de costos al diseñar políticas y normativas que fomenten la sostenibilidad en la industria de la construcción.

Por ejemplo, en la figura 4 se observa que el 45 % de las emisiones son debidas a la actividad de nuestras



Figura 3: Emisiones generadas

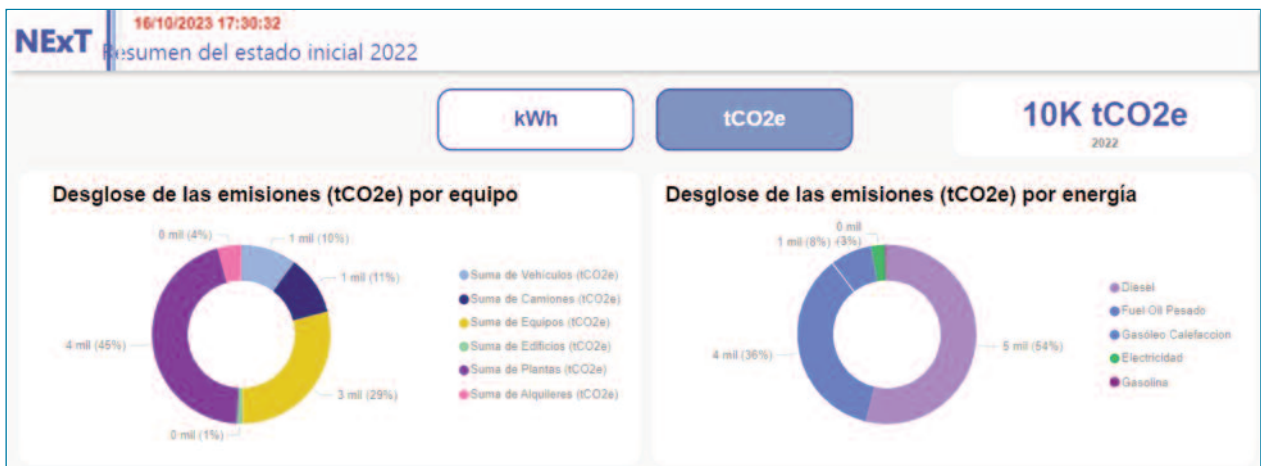


Figura 4: Cálculo de emisiones por actividad

plantas de fabricación de mezcla bituminosa y el 40% es debido a la maquinaria empleada en la ejecución de las obras (equipos de obra más camiones). Para reducir nuestras emisiones, debemos centrarnos en estos 2 aspectos que suponen el 85% de las t CO<sub>2</sub> eq generadas.

NExT no se limita a la cuantificación de las emisiones actuales; también ofrece la posibilidad de realizar simulaciones que permiten prever el impacto de diferentes estrategias de reducción de emisiones. Por ejemplo, la herramienta puede evaluar cómo la transición a vehículos y maquinaria más limpios podría afectar la huella de carbono de una planta específica, o cómo la optimización de las operaciones diarias podría llevar a una reducción significativa de emisiones.

Con el objetivo de conseguir carreteras más sostenibles empezando desde la fase de construcción, Probisa Vías y Obras filial del grupo Eurovia España, ha desarrollado el proyecto denominado “Mejora de la sostenibilidad en fabricación de mezclas asfálticas en Probisa Vías y Obras”, donde se recogen las principales acciones de reducción de emisiones de gases a efecto invernadero en sus plantas asfálticas, basándose en los resultados de las simulaciones de reducción calculados en NExT.

Probisa Vías y Obras presentó dicho proyecto, de un importe total de 2 981 718 €, al Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia 2022, ya que se ajustaba perfectamente a la línea de actuación 4 Transporte por carretera seguro, sostenible y conectada y más concre-

tamente a la línea M10 Acciones de apoyo a la renovación o adecuación de medios y maquinaria para conseguir pavimentos sostenibles: disminución de huella de carbono y sonorreductoras.

El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana concedió a Probisa Vías y Obras la subvención del 40% del importe total del proyecto.

A 30 de junio de 2024, Probisa ya tiene realizado más del 50% de las acciones e inversiones incluidas en este proyecto.

### 3. E-DRIVE: MONITOREO Y OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Para poder reducir ese 45% de emisiones asociadas a fabricación de mezclas bituminosas emplearemos el programa E-Drive, que se enfoca en el monitoreo y la optimización del consumo energético de las plantas de mezclas asfálticas. Esta herramienta permite conectar en una única plataforma todas las plantas.

Como se observa en la figura 5, el programa permite ver el detalle de fabricación por fórmula o por día de fabricación. Se puede ver el porcentaje total de asfalto recuperado empleado, la humedad media, número de fó-

mulas fabricadas en un mismo día, etc...

Una de las principales ventajas de E-Drive es su capacidad para proporcionar datos en tiempo real sobre el consumo energético y las emisiones correspondientes. Esta característica permite a los operadores de planta tomar decisiones informadas sobre la marcha, ajustando parámetros como la temperatura de las mezclas o la velocidad de producción para reducir el consumo de energía sin comprometer la calidad del producto.

Además, E-Drive permite a los usuarios comparar las medias diarias de consumo con los indicadores históricos, lo que facilita la identificación de tendencias y la implementación de mejoras continuas. La aplicación también ofrece la posibilidad de ampliar periodos específicos para examinar datos detallados, lo que es especialmente útil en caso de detectar irregularidades o picos inesperados en el consumo energético.

Otro aspecto crucial de E-Drive es la transparencia. En situaciones donde faltan datos, como cuando los contadores de energía aún no están instalados o no funcionan correctamente, la aplicación señala claramente estas lagunas. Esto asegura que los datos presentados sean siempre precisos y que las decisiones se basen en información completa y confiable.

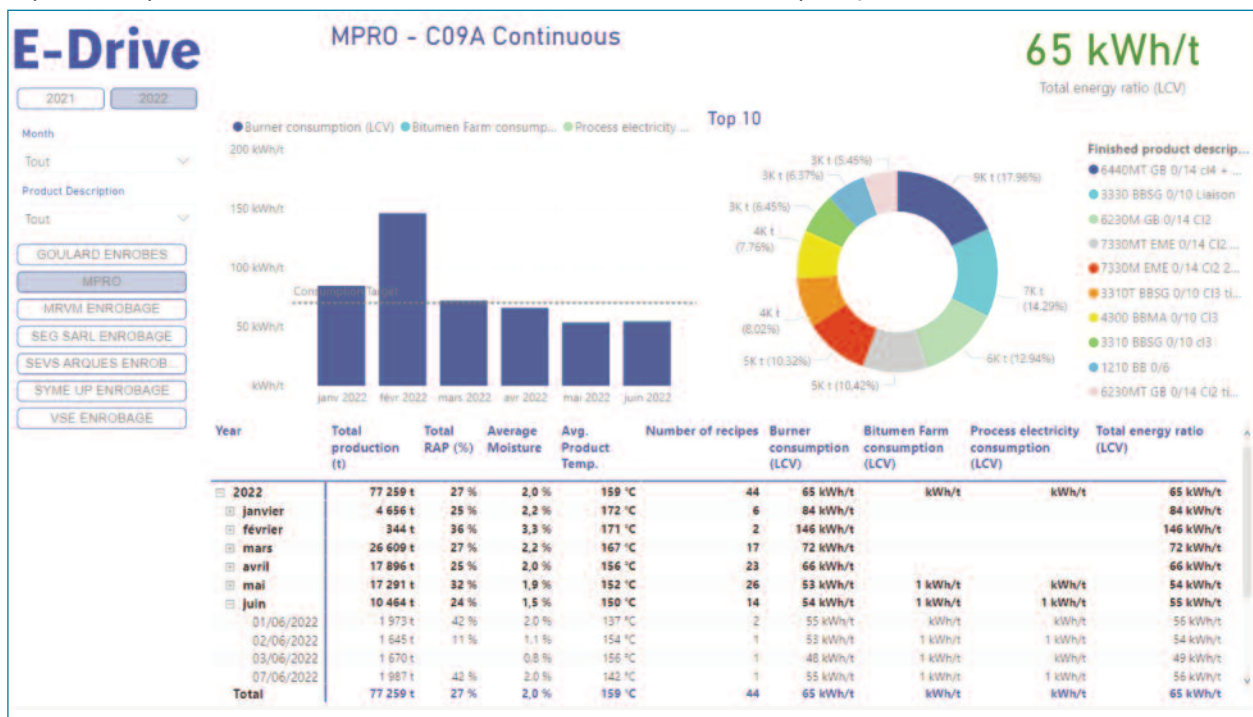


Figura 5: Aspecto de E-Drive

El impacto de E-Drive en la reducción de emisiones es significativo. Al permitir una gestión más eficiente del consumo energético, la herramienta no solo reduce los costos operativos, sino que también contribuye a la disminución de las emisiones de CO2 asociadas a la producción de mezclas asfálticas. Este enfoque proactivo es esencial en un sector donde la energía es uno de los mayores costos y donde las mejoras en la eficiencia pueden tener un impacto ambiental considerable.

## 4. E-TRACK: GESTIÓN EFICIENTE DEL PARQUE DE MAQUINARIA

Para poder reducir el otro 40% de las emisiones observadas en la figura 4, correspondientes a los equipos y camiones de obra se empleará la herramienta E-Track, aplicación dedicada al seguimiento y optimización del uso del parque de maquinaria de la empresa.

La maquinaria pesada, como excavadoras, compactadoras y camiones, es responsable de una parte significativa de las emisiones de CO<sub>2</sub> en las operaciones de construcción. Por lo tanto, la gestión eficiente de estos equipos es crucial para cualquier estrategia de reducción de emisiones.

Del mismo modo que E-Drive, nos permite ver datos de consumos horario de las máquinas de forma directa y sobre todo en una única plataforma. Eso facilita la lectura de los datos y la comparación entre distintos fabricantes y modelos. También nos permite observar el im-

pacto de una formación de eco-conducción o retar a los usuarios de las máquinas.

En esta figura se pueden ver los días trabajados por máquina y mes, así como las horas totales de uso, los tiempos en ralentí de cada máquina y la distribución por consumos, que tiene en cuenta el tiempo en ralentí de la máquina (una máquina que funciona mucho en ralentí tendrá un consumo real bajo, pero estará gastando combustible sin producir un trabajo).

E-Track permite un monitoreo exhaustivo de cada máquina en el parque de Eurovia. A través de esta aplicación, los gestores pueden acceder a datos en tiempo real sobre el uso de combustible, las horas de operación, y el rendimiento de cada máquina. Esta información es fundamental para identificar oportunidades de mejora, como la necesidad de mantenimiento preventivo, la renovación de equipos obsoletos, o la optimización de la logística para reducir el tiempo de inactividad y el consumo de combustible.

Basándose en los datos recopilados por E-Track, Eurovia ha implementado una serie de medidas para optimizar su parque de maquinaria. Estas incluyen la sustitución de máquinas antiguas por modelos más eficientes en términos de consumo de combustible y emisiones, así como la reorganización de las tareas de construcción para maximizar la utilización de los equipos y reducir la necesidad de movimientos innecesarios.

E-Track también facilita la planificación a largo plazo, ya que permite prever cuándo una máquina alcanzará el

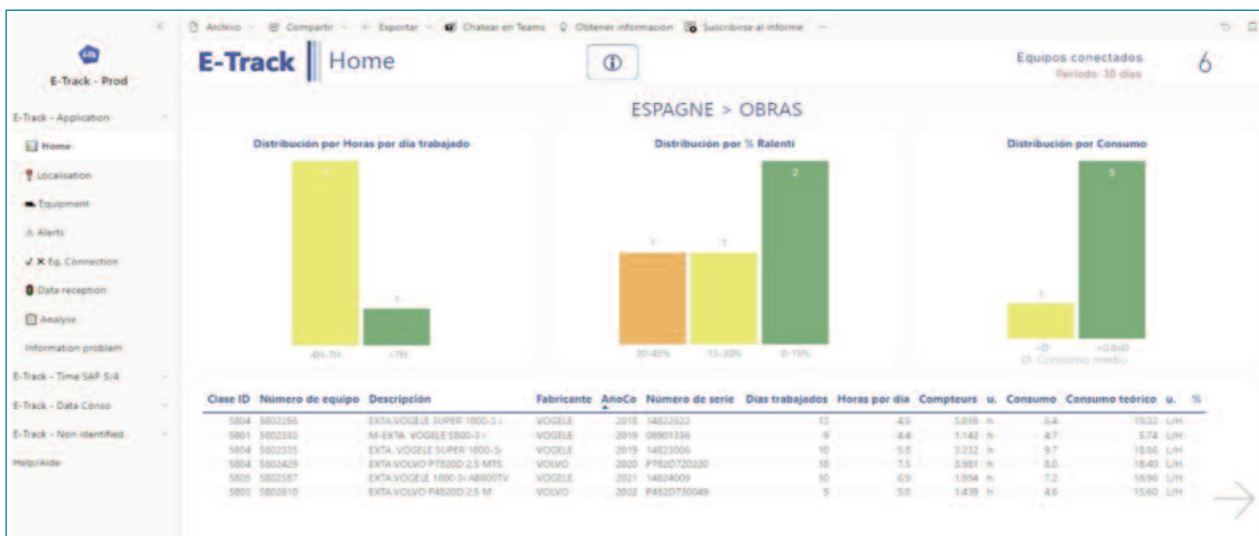


Figura 6: Aspecto de la interfaz E-Track





Figura 7: Transición a máquinas “más limpias”

final de su vida útil y planificar su sustitución de manera que se minimicen las interrupciones en el trabajo. Al mismo tiempo, la aplicación ayuda a asegurar que cada máquina opere en su máxima eficiencia, reduciendo así tanto el consumo de combustible como las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Esta metodología también puede aplicarse a la flota de vehículos de la empresa, como puede observarse en la figura 8, donde se apostará por híbridos enchufables o eléctricos, consiguiendo así una reducción del 66% de las emisiones generadas.



Figura 8: Transición a vehículos “más limpios”.

### 5. CONCLUSIONES

La implementación de NExT, E-Drive y E-Track ha permitido a Eurovia no solo cumplir con sus objetivos de reducción de emisiones, sino también establecer un modelo de referencia para el sector de la construcción de infraestructuras. Estas herramientas han demostrado ser efectivas no solo en la reducción directa de emisiones, sino también en la mejora de la eficiencia operativa, lo que a su vez se traduce en una reducción de costos y una mejora en la competitividad de la empresa.

La reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> tiene beneficios evidentes en términos ambientales, como la mitigación del cambio climático y la mejora de la calidad del aire. Sin embargo, es importante reconocer que muchas de las mejoras tecnológicas y operativas implementadas por Eurovia, aunque beneficiosas en términos ambientales, implican un aumento en los costos de producción. Por ejemplo, la inversión en tecnología para reducir la temperatura de las mezclas asfálticas, así como la transición a combustibles más limpios y la implementación de sistemas de calentamiento eléctrico, han elevado los costos operativos. Estos incrementos no siempre son compensados por los ahorros energéticos y la mejor eficiencia, lo que plantea un desafío adicional para las empresas del sector. Es crucial que las autoridades tengan en cuenta estos factores al desarrollar políticas y normativas que promuevan la sostenibilidad en la industria de la construcción, para asegurar que las empresas que invierten en tecnologías limpias y eficientes no se vean económicamente desfavorecidas.

# Mirando al pasado

Documento publicado en julio - agosto de 1971.



**Boletín IOAs**  
PRODUCTOS ASFÁLTICOS, S. A. - PROAS - AV. DE AMÉRICA, 25 - TEL. 417 03 50 - MADRID-2

VOLUMEN III, -Pág. 105



## COMENTARIO DE ACTUALIDAD

*En nuestro comentario anterior nos referíamos —nos volvíamos a referir— a lo poco que los ingenieros españoles publican en relación con sus obras, en contraste con lo mucho que sobre el mismo tema suelen publicar sus colegas de otros países, especialmente de los Estados Unidos.*

*Uno de los inconvenientes de esto es que a veces, quizás no se hagan las cosas tan bien como se podrían hacer porque nuestros defectos o errores no son conocidos por quienes quizás pudieran ayudarnos de dos maneras distintas: por un lado, criticando lo que hemos hecho (crítica constructiva, por supuesto) si parece evidentemente mejorable en algunos aspectos. (¿No será por esto por lo que no publicamos, porque no nos sentimos seguros de nosotros mismos y tememos que si la gente se entera de lo que hacemos lo pueda criticar?). Otra forma de perfeccionar nuestra actuación es sin duda copiar los ejemplos que podamos leer de formas de hacer que puedan resultarnos ejemplares, aclararnos dudas o abrirnos caminos.*

*Como la primera razón, la de la falta de seguridad, no concuerda en absoluto con el alto nivel de nuestros ingenieros, tenemos que atribuir fundamentalmente al exceso de trabajo y quizás a un poco de pereza el que no publiquemos, aunque con ello podríamos sin duda favorecer mucho a los demás.*

*Naturalmente, una forma de que ese tipo de información se publicara sería que los cuerpos de redacción de las revistas técnicas se dedicaran a recoger y elaborar la información técnica necesaria, pero este procedimiento es mucho más complicado y costoso que el que sean los propios autores de los proyectos o ejecutores de las obras quienes envíen a la prensa técnica una información que son ellos quienes mejor conocen.*

*Nuestros métodos de trabajo en las obras de pavimentación han mejorado de forma muy apreciable en los últimos años pero todavía, viajando un poco y a veces sin ir muy lejos, se encuentra uno con la sorpresa de que se perpetúan formas de hacer que en buena lógica deberían haber sido relegadas al baúl de los recuerdos hace muchos años. Los libros las rechazan, ciertamente, pero la información contenida en un libro es considerada por muchos, frecuentemente, como algo fósil y falto de vida. La información de la revista técnica sobre realizaciones actuales es algo mucho más vivo y convincente, con un valor de ejemplaridad difícil de desdénar.*

*Cuando se celebran conferencias, reuniones o coloquios sobre temas técnicos y concretamente de pavimentación, es muy frecuente que el tiempo de discusión previsto resulte insuficiente ante el número de personas que quieren intervenir comunicando sus experiencias e ideas. ¿Por qué no utilizar las páginas de la prensa técnica como una tribuna permanente en la que el coloquio no se interrumpa nunca?*

**CREANDO  
CONEXIONES POR  
NATURALEZA**

# Calendario de eventos

## AÑO 2024

24-25 de septiembre ASEFMA	III Congreso Internacional sobre Asfalto 4.0 (ICA 4.0)	Liubiana (Eslovenia) www.asefma.es
3 de octubre EUROBITUMEN	Mastic Asphalt Congress	San Sebastian (España) www.eurobitume.eu
8-10 de octubre AEMA	Road Resource Network Bootcamp	Zoom meeting www.aema.org
9-11 de octubre AMAAC	VIII Seminario Internacional del Asfalto	Nuevo León (México) www.amaac.org.mx
11 de octubre ASEFMA	Día mundial de la carretera	www.asefma.es
15 de octubre ATEB	VI Jornada Nacional de ATEB	Madrid (España) www.ateb.es
16-17 de octubre AEC	27° VYODEAL	Barcelona (España) www.aecarretera.com
21-24 de octubre AEMA	ARRA Pavement Recycling Summit with RMAUPG	Nevada (USA) www.aema.org
29-30 de octubre ASEFMA	XIX Jornada Nacional de Asefma	Madrid (España) www.asefma.es
28-30 de octubre NAPA	Perpetual Pavement Conference	Louisville (USA) www.asphaltpavement.org
4-6 de noviembre AEMA	8th International Symposium on Asphalt Emulsion Technology	Washington DC (USA) www.aema.org

## AÑO 2025

20-23 de enero AEMA	2025 ISSA Slurry Systems Workshop	Nevada (USA) www.aema.org
2-5 de febrero NAPA	NAPA 2025 Annual Meeting	Hawai www.asphaltpavement.org
8-11 de julio NAPA	NAPA 2025 Midyear Meeting	Louisville (USA) www.asphaltpavement.org
29 de sept -1 oct NAPA	International Conference on Decarbonization of Asphalt Pavements	Chicago (USA) www.asphaltpavement.org

## AÑO 2026

10-13 de marzo PIARC	17° Congreso mundial de vialidad invernal y resiliencia de la carretera	Chambéry (Francia) www.piarc.org
11-12 de junio EAPA	3er E&E Event	Viena (Austria) www.eapa.org

OCTUBRE 2024

En cualquier caso la **SOSTENIBILIDAD** debe **ESTAR EN LA BASE** de todos los cambios y evoluciones sociales

**ASFALTO REUTILIZADO**

ADVANTAGE 13: Asphalt is 100% reusable #AsphaltAdvantages

Reduciendo emisiones, reforzando el firme →

**OCTUBRE 2024**

Colaboran:



[/asefma](#) [@asefma\\_es](#) [/company/asefma](#) [@asefma](#)

**EVENTOS**

11 de octubre  
#WorldRoadDay  
#DiaMundialdeCarretera

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			

NOVIEMBRE 2024



También la **SEGURIDAD** de los ciudadanos

**FIRMES ANTIDESLIZANTES**

ADVANTAGE 31: Asphalt roads are safe roads #AsphaltAdvantages

Reduciendo emisiones, reforzando el firme →

**NOVIEMBRE 2024**

Colaboran:



[/asefma](#) [@asefma\\_es](#) [/company/asefma](#) [@asefma](#)

**EVENTOS**

#XIX.JornadaAsefma

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	

# Noticias del sector

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

## ASEFMA constituye el Grupo de Trabajo "Asphalt 4.0" para analizar la digitalización del sector en España

La Comisión Técnica de ASEFMA ha dado luz verde a la constitución de un nuevo grupo de trabajo sobre asfalto 4.0. (GT Asphalt 4.0). Esta iniciativa tiene como propósito principal analizar y evaluar el estado actual de la digitalización en el sector de la pavimentación asfáltica en España, buscando así fomentar la innovación y modernización de la industria.

El GT Asphalt 4.0, que estará liderado por el presidente de la entidad Juan José Potti, comenzará su actividad el próximo mes de septiembre con el objetivo inicial de redactar una monografía exhaustiva que detalle el estado de la digitalización en el ámbito de la pavimentación en España. Dicha publicación servirá como una referencia sectorial esencial, proporcionando una visión clara de las tecnologías actuales, desafíos y oportunidades que enfrenta la industria en su transición hacia modelos más digitales y eficientes.

Esta decisión del comité técnico refleja el compromiso constante de ASEFMA con la innovación y la adaptación a las nuevas tendencias tecnológicas. La digitalización, representada en conceptos como el Asfalto 4.0, ofrece herramientas y soluciones que pueden optimizar procesos, mejorar la calidad de las infraestructuras y reducir costes, aspectos cruciales para el desarrollo sostenible del sector.

ASEFMA extiende una invitación a todas las empresas asociadas interesadas, incluyendo fabricantes, socios adheridos e institucionales, a sumarse a esta iniciativa. Para formar parte del grupo de trabajo recién constituido deben ponerse en contacto con la secretaria técnica de ASEFMA en el correo electrónico asef-

ma@asefma.com.es.

Se espera que la primera reunión del grupo de trabajo se celebre el 18 de septiembre en modalidad híbrida (presencial y mediante videoconferencia). En ella se establecerán las líneas de trabajo y se asignarán responsabilidades.

## ASEFMA ha lanzado el Premio a la Innovación en Seguridad Laboral ISL

La Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA) ha lanzado la primera edición del Premio a la Innovación en Seguridad Laboral (ISL), dirigido a entidades vinculadas al sector de la pavimentación. Con este galardón, la asociación quiere reconocer y premiar las mejores prácticas de seguridad que superan los estándares habituales del sector para asegurar un entorno de trabajo seguro.

El Premio a la Innovación en Seguridad Laboral ofrece visibilidad a iniciativas en esta área, sean elementos o prácticas específicamente diseñados para un uso particular o bien adaptaciones de otras industrias implementadas en el ámbito de la pavimentación asfáltica. El objetivo final es fomentar la colaboración entre propietarios de empresas o administraciones públicas, directivos, departamentos y proveedores, permitiendo así identificar y solucionar potenciales riesgos de seguridad.

Pueden concurrir en la convocatoria al Premio ISL iniciativas que impliquen una mejora de la seguridad laboral que hayan sido implantadas durante los últimos dos años en áreas de trabajo vinculadas al diseño, fabricación, extendido, aplicación y transporte de mezclas asfálticas. Las propuestas deben enviarse a asefma@asefma.com.es en formato de presentación

(PowerPoint o PDF) y/o de vídeo (AVI, FLV, MPG, MOV o WMV). El plazo de recepción de propuestas finalizó el pasado de 15 de septiembre de 2024 y la iniciativa ganadora se dará a conocer el 30 de octubre durante la XIX Jornada Nacional de ASEFMA.

El jurado, formado por los miembros del Comité Técnico de ASEFMA, seleccionará las mejores prácticas en materia de seguridad laboral en el área de pavimentación asfáltica, desarrolladas en el período comprendido desde junio de 2022 hasta junio de 2024. Dicho jurado valorará las propuestas atendiendo a los criterios de originalidad, innovación, efectividad y potencial replicabilidad. También se considerará la propia presentación de la práctica, el material gráfico aportado y la memoria del proyecto.

Con esta iniciativa, ASEFMA reafirma su compromiso con la seguridad laboral y la mejora continua en el sector de mezclas asfálticas, promoviendo un entorno laboral más seguro y eficiente para todos los trabajadores implicados.

### El sector de la pavimentación asfáltica, protagonista en el Mapa de Demanda Temprana del programa de CPI de la DG Carreteras

El pasado mes de julio ASEFMA, representada por su presidente Juan José Potti, asistió al webinar organizado por el equipo de Antonio Muruais, Subdirector General de Sostenibilidad e Innovación, dentro de la Dirección General de Carreteras, del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, e inaugurado por Juan Pedro Fernández Palomino, Director General de Carreteras. En él se compartió con todas las partes implicadas la actualización del Mapa de Demanda Temprana de la "Primera Consulta Preliminar al Mercado" del Programa de Compra Pública de Innovación (CPI).

Durante el webinar, se revisaron las diferentes fases del programa desde su lanzamiento en diciembre de 2022 hasta la publicación del informe de conclusiones en junio de 2023. En este período, se recibieron un total de 555 ideas, se realizaron 94 entrevistas y se identificaron 209 ideas con un alto potencial de imple-

mentación. Desde entonces, hasta el presente mes de julio, se había trabajado intensamente en la estrategia de licitación y en otras acciones cruciales.

La agenda del webinar incluyó la actualización de la estrategia de licitación, la presentación de acciones específicas por cada reto, el nuevo Pliego de Condiciones Administrativas Particulares (PCAP) tipo CPTI para servicios, y una actividad interactiva para fomentar la participación de los asistentes.

De las 209 ideas interesantes, el 73% se concentraron en cinco retos clave, siendo el R4 (Firmes sostenibles – efaPAVES y ReCoPaves) el más destacado, con un 38% de las ideas. Este reto está enfocado en la construcción de firmes bajo criterios de sostenibilidad y eficiencia energética, aplicando soluciones que reducen significativamente la huella de carbono en comparación con sus equivalentes convencionales. Se prevé que la primera licitación para este reto se publique en el tercer trimestre de 2024, bajo un procedimiento de Contratación Pública Ordinaria (CPO) para proyecto y obra, con un presupuesto de 27 millones de euros. Incluirá 13 actuaciones de rehabilitación de firmes en diferentes tramos de la Red de Carreteras del Estado (RCE), utilizando técnicas innovadoras como:

1. Reutilización de mezclas bituminosas en caliente o semicaliente (140°C) en planta central: Asturias, Cantabria, La Rioja, Burgos, Zaragoza y Zamora.
2. Fabricación de mezclas bituminosas templadas (100°C) en planta central con emulsión o betún espumado: Pontevedra, Ourense, Murcia y Valladolid.
3. Reutilización de firmes in situ (a temperatura ambiente) con emulsión o betún espumado: Ávila y Murcia.

Para el año 2025, este mismo reto será licitado bajo criterios adicionales de sostenibilidad, seguridad y eficiencia energética para soluciones con marcado carácter innovador y un presupuesto de 19 millones de euros, mediante un proceso de Compra Pública de Tecnología Innovadora (CPTI) para proyecto y obra. Las técnicas a aplicar incluyen:

1. Mezclas sostenibles de altas prestaciones (SMA + semicaliente + NFU + RA).
2. Reutilización en planta central con tasas incrementadas de RA por encima de los límites normativos.



3. Evolución de mezclas templadas con emulsión y RA fuera del marco normativo.

4. Ligantes de origen vegetal o renovable en sustitución de betunes y emulsiones tradicionales.

5. Mejoras de prestaciones en firmes:

1. Aditivos a base de grafeno para mejorar las propiedades mecánicas y la vida útil.

2. Subbases tratadas con cemento de altas prestaciones para optimizar espesores de firmes.

## La AEC organizó en Toledo la primera edición del congreso Transforming Road Mobility del 9 al 11 de julio de 2024

Las carreteras autonómicas tuvieron en Toledo un espacio propio dentro de la llamada “nueva movilidad”, donde representantes del Gobierno Regional inauguraron el 9 de julio el 1er Transforming Road Mobility, un congreso que abordó la transformación digital y sostenible de las redes viarias regionales, dependientes de comunidades autónomas y diputaciones forales que, con presupuestos más limitados, deben encontrar alternativas tecnológicas que se adapten a sus niveles de inversión, sin que ello afecte al proceso de adaptación de sus redes hacia ese modelo seguro, verde y conectado.

La AEC, consciente de las dificultades que ello entraña, ha querido contribuir a buscar esas alternativas creando un punto de encuentro global en el que puedan darse a conocer soluciones que ayuden a acelerar la transformación de estas vías. Por ello, uno de los primeros asuntos que se trató dentro del programa técnico del Transforming Road Mobility fue la financiación de las infraestructuras viarias, llevando el debate directamente al terreno de las redes regionales.

En cuanto a la descarbonización, se pusieron sobre la mesa nociones como el greenwashing (también llamado ecopostureo) y la taxonomía (clasificación de las actividades viarias en función de su sostenibilidad). Y se dieron a conocer productos y servicios que contribuyen a la sostenibilidad de la carretera.

El TRM Talk's de esta sesión trató sobre el compromiso de sostenibilidad visto desde la perspectiva de las

administraciones.

El presidente de ASEFMA, Juan José Potti Cuervo, participó en la cuarta sesión del congreso Transforming Road Mobility, titulada “Acelerando el proceso digitalizador: soluciones innovadoras a problemas recurrentes”. La sesión fue coordinada por Elena de la Peña González, subdirectora general técnica de la Asociación Española de la Carretera y, además de Potti, participaron Antonio Muruais, subdirector general de sostenibilidad e innovación de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible; Ana Isabel Blanco, subdirectora adjunta de la Dirección General de Tráfico; y Camino Arce, directora técnica y de desarrollo de negocio de la SEITT.

En el ámbito de la digitalización, los expertos aportaron soluciones innovadoras para avanzar de una manera más firme hacia la movilidad conectada. La gestión inteligente de las infraestructuras de carretera, proyectos piloto disruptivos en materia de movilidad, espacios de datos para optimizar la gestión, la potencialidad del vehículo conectado, la Inteligencia Artificial al servicio de la gestión de redes y otras herramientas avanzadas para la planificación de la conservación de carreteras constituyeron las ponencias de este bloque.

Con todo ello, el Transforming Road Mobility aspira a convertirse en una cita imprescindible para todos los profesionales que operan en el ámbito de la movilidad, tanto los tradicionales como aquellos otros que poseen soluciones capaces de revolucionar la forma de gestionar nuestros desplazamientos y los servicios asociados.

El último día del congreso, en la sesión de clausura, se entregaron los Premios Clotoide, unos galardones instituidos por la Fundación de la Asociación Española de la Carretera (FAEC) con los que se busca dar visibilidad a personas o instituciones que, de forma anónima, desarrollan una labor destacada en el espacio viario.

El congreso contó con el patrocinio de Becsa, Cepsa, Eiffage Construcción, Castilla-La Mancha, Potters, Probisa, Repsol, T Systems, Antea Group, Aumancha, Asimob, Auvisa, Cyopsa, Faplisa, Indra, Kapsch, Metaleisa, Road Steel Engineering, Sarrión, Sorigué y Tecnofirmes, siendo seis de estas empresas asociadas de

ASEFMA.

### **ASEFMA participó en el debate europeo sobre innovación en mezclas asfálticas que acoge el E&E Congress 2024**

El presidente de la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA), Juan José Potti, y el responsable del área técnica José Luis Peña viajó a Budapest para participar en la octava edición del E&E Congress, que organiza la Asociación Europea de Pavimentos Asfálticos (EAPA) y Eurobitume. Bajo el lema "Resiliencia-Sostenibilidad-Innovación", este evento reunió en la capital húngara a líderes y expertos del sector para discutir los últimos avances y retos en el campo de las mezclas asfálticas.

El congreso contó con una amplia gama de talleres interactivos, sesiones técnicas y de pósteres, además de un área de exposición y variadas actividades sociales. Dentro del programa técnico, José Luis Peña coordinó la sesión decimotercera del congreso titulada "Advanced Asphalt Mixture Testing and Evaluation" que se celebró el viernes 21 de junio de 11:00 a 12:30.

Esta sesión abordó los desafíos actuales en el control de calidad de mezclas bituminosas y de los pavimentos construidos con ellas, especialmente en Europa y otros países con redes de carretera extensas y antiguas. En este sentido, Peña señaló que "el control de calidad de mezclas bituminosas, y de los pavimentos construidos con ellas, se enfrentan a importantes retos en Europa y otros países con redes de carretera muy extensas y de cierta antigüedad". En esta línea, el responsable del área técnica de ASEFMA destacó que se trata "por un lado, de los cambios tecnológicos asociados a criterios de construcción sostenible, incluyendo la mejora de la durabilidad; y, por otro, de la necesidad de proceder a la actualización de las infraestructuras viarias en un entorno económico bastante restrictivo, lo que obliga a aplicar criterios de ingeniería avanzada en búsqueda de la eficiencia en el uso de recursos humanos y materiales".

Por estas razones, Peña declaró que "son necesarios nuevos enfoques para aunar la necesidad de me-

jorar las prestaciones de los pavimentos y reducir sus costes operativos". En la sesión que coordinó en E&E Congress se presentó algunas iniciativas innovadoras en este campo y, lo más importante, se habilitó un espacio para contrastar opiniones sobre estos apasionantes retos.

La participación de ASEFMA en el E&E Congress 2024 fue muestra de su compromiso con la innovación y la mejora continua en el sector de las mezclas asfálticas, buscando siempre soluciones que combinen resiliencia, sostenibilidad e innovación.

### **Tibor Veress, director de HAPA, ha sido galardonado con el Premio Defensor del Asfalto 2024 de EAPA**

En el marco del congreso internacional E&E Congress 2024, celebrado en Budapest el pasado mes de junio, el director de la asociación húngara de pavimentación asfáltica (HAPA) Tibor Veress fue reconocido con el Premio Defensor del Asfalto 2024. Este galardón, que desde su instauración en 2017 ha venido premiado la excelencia y el compromiso con la promoción de los pavimentos asfálticos en carreteras y la difusión de temas claves del sector, fue entregado a Veress en una ceremonia que contó con la presencia de numerosos profesionales y expertos del ámbito internacional, entre los que se encontraba el presidente de ASEFMA Juan José Potti.

La iniciativa que más había valorado EAPA de entre todas las desarrolladas por sus socios durante este año ha sido la promoción de los asfaltos en Hungría particularmente a través de la campaña "Asphalt Advantages", pero también la implicación del director de HAPA en otras iniciativas divulgativas y técnicas. "Como director de HAPA y miembro activo de EAPA desde 2010, Tibor ha sido crucial para mejorar la comunicación y el intercambio de conocimientos entre nuestros socios y en el sector en general", destacó el secretario general de EAPA Carsten Karcher. "Su dedicación a la campaña 'Ventajas del Asfalto' y sus esfuerzos en apoyar a los jóvenes ingenieros en Hungría son ejemplares".

Por su parte, Tibor Veress, al recibir el premio, ex-

presó su pasión por su trabajo y el sector: “No soy un científico, soy un trabajador del asfalto, un ingeniero promedio. Pero el olor del asfalto en primavera me transforma; me impulsa a investigar y a entender cada detalle detrás de cada proyecto. Es esa curiosidad y esa dedicación las que me han llevado hasta aquí hoy”.

El reconocimiento a Tibor Veress no solo subrayaba su contribución individual, sino que también reforzó la importancia de continuar innovando y mejorando las prácticas dentro de la industria del asfalto.

## La Asociación Española de la Carretera entrega sus Medallas de Honor 2024

Juan Francisco Lazcano, presidente de la AEC, realizó el discurso de presentación del acto de entrega de la edición 2024 de estos galardones, que tuvo lugar el pasado 6 de junio en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. En él, se dirigió a los galardonados, diciendo que son “el modelo a seguir por quienes están llamados a dar continuidad a la tarea de crear, preservar y mimar las infraestructuras viarias, que es hoy más necesaria que nunca, inmersos como estamos en la transformación y adaptación de nuestras redes viarias desde las perspectivas de la sostenibilidad, la digitalización y la seguridad”.

Este 2024, la Asociación ha entregado 36 Medallas de Honor, una de ellas fue la Medalla de Oro al Mérito Personal para el alcalde de Madrid José Luis Martínez-Almeida, quien recogió la Medalla de Oro de la Carretera al Mérito Personal. Entre los motivos expuestos, destaca el hecho de haber impulsado en los últimos años dos herramientas fundamentales para regular la movilidad en la capital bajo los parámetros de sostenibilidad, seguridad y digitalización: la Estrategia de Movilidad Sostenible Madrid 360 y el Plan de Movilidad Sostenible.

El alcalde de Madrid ha sabido rodearse de un gran equipo técnico con el que ha abordado la digitalización de las infraestructuras, el desarrollo de nuevas formas de transporte -como el Busrapid, que conecta los barrios con sus hospitales de referencia-, la progresiva

conversión de los aparcamientos municipales en centros multimodales o la instalación de puntos de recarga para vehículos menos contaminantes.

Por ello, Martínez-Almeida insistió en que no podía aceptar este galardón a personal, “sino en nombre de un equipo multidisciplinar que abarca varias áreas del Gobierno municipal: movilidad, medioambiente, obras e infraestructuras...”.

El alcalde tuvo también unas palabras de agradecimiento para el sector viario en su conjunto. “Nos podemos sentir profundamente orgullosos de todo lo que se ha conseguido por parte de este sector, de todo lo que se ha hecho en España y más allá de nuestras fronteras, porque a cualquier país del mundo al que vamos, España es conocida y reconocida precisamente por las infraestructuras y por la red viaria de la que podemos disfrutar el conjunto de los españoles”.

Por otro lado, coincidiendo con el 75º Aniversario de la fundación de la AEC, esta entidad ha querido rendir homenaje a las asociaciones que, desde dentro, la vienen apoyando de forma continuada y estable. Así, se ha otorgado la Medalla de Oro al Mérito Institucional a las seis asociaciones sectoriales que llevan más de 25 años formando parte de esta entidad. Asociación Española de la Carretera.

Por orden de antigüedad fueron reconocidas: la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA), la Asociación de Empresas Constructoras y Concesionarias de Infraestructuras (SEOPAN), la Asociación Nacional de Fabricantes de Iluminación (ANFALUM), la Asociación Española de Fabricantes de Sistemas Metálicos de Protección Vial (SIMEPROVI), la Asociación de Fabricantes de Señales Metálicas de Tráfico (AFASEMETRA) y la Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX). Todas ellas, cada una en su ámbito de actividad, representan uno de los eslabones más fuertes de la gran cadena que vincula al sector viario dentro de la Asociación Española de la Carretera.

Juan José Potti, presidente de Asefma, intervino en nombre de todas ellas para apuntar que “ser parte de una asociación es poder mirar a medio y largo plazo, es poder desarrollar estrategias a nivel nacional e internacional, es poder acceder a los grupos políticos, a la

prensa, al ciudadano..., y tratar de explicar nuestras preocupaciones, nuestras propuestas y también nuestras necesidades y debilidades; es poder mirar alrededor de nosotros y buscar apoyos"

Además de estos galardonados en la categoría Oro, otras 32 personas e instituciones fueron homenajeadas este año por la AEC con sus Medallas de Honor y Medallas con Mención Especial. Entre ellas, cabe subrayar la Medalla de Honor con Mención Especial, a título póstumo, a Manuel Melis, el ingeniero que desde el Ayuntamiento de Madrid dirigió el soterramiento de la M-30, una obra que, tal y como señaló Martínez-Almeida, con sus 66 kilómetros de túneles, convierte la capital de España en la ciudad con más kilómetros de carreteras subterráneas, después solo de Tokio.

El acto de entrega de las Medallas de Honor de la Carretera 2024 se clausuró con la actuación de Góspel Factory, un coro profesional de música góspel que cuenta con cantantes de más de 20 países, entre ellos, Estados Unidos, Reino Unido, Guinea Ecuatorial, Francia, Sudáfrica, Cuba, Japón, Angola, Camerún, República Dominicana, Holanda y por supuesto España. Para la ocasión, los excelentes solistas, interpretaron versiones únicas de temas muy conocidos en una representación en la que el público acabó siendo parte de la música y del espectáculo.

Enhorabuena a todos los galardonados y a la AEC por este acto de entrega de la edición 2024 y por su 75º Aniversario.

### **ATC y ACEX organizan las XVII JORNADAS DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS que se celebraron en Burgos del 11 al 13 de junio de 2024**

Transcurridos más de dos años desde la celebración de las últimas jornadas de conservación, en octubre de 2021, son numerosos los cambios y avances producidos en el sector de la carretera y, en particular, en la conservación. Así, ante la actual crisis ambiental global, nos encontramos inmersos en un proceso de cambio con el doble desafío de lograr una movilidad sostenible y de mantener unas infraestructuras sometidas a tensiones cada vez más importantes, una evolución que

demanda una transformación de la mano de la digitalización y las nuevas tecnologías.

Los nuevos modelos de contratación han evolucionado para responder de manera ágil, apoyándose en nuevas fuentes de datos e incorporando cada vez más criterios ambientales. Con la ayuda del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), instrumento presupuestario de la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada, se abordaron nuevas inversiones en travesías, protección de la fauna o reducción del ruido, avanzando en una movilidad centrada en el ciudadano y respetuosa con el medio.

Se expusieron también las últimas novedades sobre seguridad vial, vialidad invernal y explotación, poniendo el foco en mejorar los servicios de la carretera orientados al usuario.

Estas jornadas han permitido ser un punto de encuentro de profesionales del sector, para dar a conocer y compartir tanto las experiencias hasta la fecha como proyectos de futuro puesto que, si bien los cambios individuales son necesarios, solo de forma colectiva se conseguirá el éxito del cambio.

En este contexto, la sede de estas jornadas fue el Forum Evolución no podía ser más acertado el Museo de la Evolución Humana de Burgos como sede que, como bien nos descubre, no es sólo un museo de nuestros antepasados, sino también de reflexión sobre el presente de nuestra especie Homo sapiens, dotada de capacidades que nos permiten modificar el mundo. El programa social contó con una conferencia de Eudald Carbonell titulada "Atapuerca: un modelo de investigación y de transferencia social" y una visita a la Catedral de Burgos.

Las conclusiones y clausura de las jornadas corrieron a cargo de Juan Pedro Fernández Palomino, Director General de Carreteras del MITMS, Jesús Félix Puerta García, Director General de Carreteras e Infraestructuras, de la Junta de Castilla y León, Álvaro Navareño Rojo, Presidente ATC y Pablo Sáez Villar, Presidente ACEX.

# Lecturas recomendadas

***Day-to-Day Practices to Reduce the Carbon Footprint of Asphalt. 2024. Transportation Research Circular E-C295. Transportation Research Board (TRB). 72 páginas.***

Al igual que otras industrias, la del asfalto está buscando y aplicando técnicas para reducir su huella de carbono global. El gobierno de Estados Unidos lanzó el Plan Federal de Sostenibilidad en diciembre de 2021 con el objetivo de reducir las emisiones de las operaciones federales en un 65% para 2030 y alcanzar las emisiones netas cero para 2050. En febrero de 2022, la Asociación Nacional de Pavimentos Asfálticos (NAPA) publicó "The Road Forward", su visión sobre la sostenibilidad con un objetivo de emisiones netas de carbono cero también para 2050.

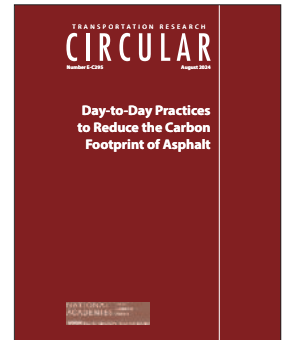
Todas estas partes interesadas en los pavimentos de asfalto están trabajando hacia un objetivo común de emisiones netas cero para 2050 y el uso de tecnologías y herramientas para cuantificar racionalmente los impactos medioambientales de los materiales de los pavimentos de asfalto y las alternativas de construcción.

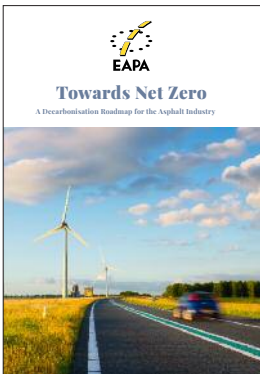
Alcanzar el objetivo común de cero emisiones netas requerirá mejoras graduales a lo largo del tiempo. A corto plazo, algunas agencias y líderes de la industria ya están planificando cambios y aplicando herramientas para contribuir al objetivo neto cero.

La sesión 3016, «Prácticas cotidianas para reducir la huella de carbono del asfalto», se celebró en la 103ª Reunión Anual del Transportation Research Board (TRB) en enero de 2024. El objetivo de esta sesión era organizar, documentar y TR Circular E-C295: Prácticas cotidianas para reducir la huella de carbono del asfalto 2 comunicar técnicas para reducir la huella de carbono del pavimento asfáltico. Ofreció una oportunidad para que representantes de un DOT estatal, un fabricante de plantas de asfalto y un productor y contratista de mezclas asfálticas compartieran prácticas actuales y cotidianas para reducir la huella de carbono. A partir de la información presentada en esta sesión, los expertos técnicos pueden estimar la magnitud de la reducción de la huella de carbono asociada a diversas actividades, y planificar en consecuencia la aplicación y adopción para reducir la huella de carbono del asfalto.

El documento recoge las presentaciones de los cuatro ponentes: Ben Bowers (Universidad de Auburn), Greg Renegar (Astec Industries), Cheng Ling (Pike Industries) y Brian Diefenderfer (Departamento de Transporte de Virginia), proporcionando una sinopsis de la sesión incluyendo cifras clave junto con una síntesis de los puntos expuestos por cada uno de los cuatro ponentes. El material constituye una referencia útil y un recordatorio de que es valioso comprender cómo podemos empezar hoy a reducir la huella de carbono y hacia dónde debemos dirigirnos en el futuro.

<https://www.trb.org/Main/Blurbs/183279.aspx>





### ***European Asphalt Pavement Association (EAPA). Towards Net Zero - A Decarbonisation Roadmap for the Asphalt Industry (2024) 16 páginas***

Tras la firma del Protocolo de Kioto en 1997 y el posterior Acuerdo de París en 2015, los Estados firmantes establecieron una acción común en la protección del clima y obligaciones jurídicamente vinculantes de límites y reducciones, especialmente en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Los países que ratificaron el protocolo fijaron sus propios objetivos de reducción, por lo que cada 5 años debía realizarse una revisión y un refuerzo de los esfuerzos de protección del clima.

En Europa, iniciativas como el Green Deal europeo (iniciado en 2019) y la importante revisión legislativa denominada Fit for 55 (lanzada en 2021) tuvieron como telón de fondo el Acuerdo de París y establecieron un ambicioso plan, que cambiaría las agendas políticas de todos los Estados miembros mediante el establecimiento de 2 hitos clave: la reducción del 55% de las emisiones de GEI para 2030 y la neutralidad de carbono para 2050 (tomando como valor de referencia las emisiones de 1990).

Se ha determinado que el sector del transporte es uno de los que más GEI produce, ya que las carreteras soportan el transporte del 81% de los pasajeros y el 73% del transporte interior de mercancías en Europa.

Se ha demostrado que el mantenimiento de los firmes de las carreteras en buen estado y el uso de soluciones de baja resistencia a la rodadura mejoran la eficiencia energética de los vehículos y, por consiguiente, las emisiones.

Además, como más del 90% de las carreteras europeas están pavimentadas con mezclas bituminosas, la industria europea del asfalto tiene el potencial de convertirse en una herramienta clave en el proceso de descarbonización de Europa y ya está activa en varios campos para lograr un futuro neutro para el clima.

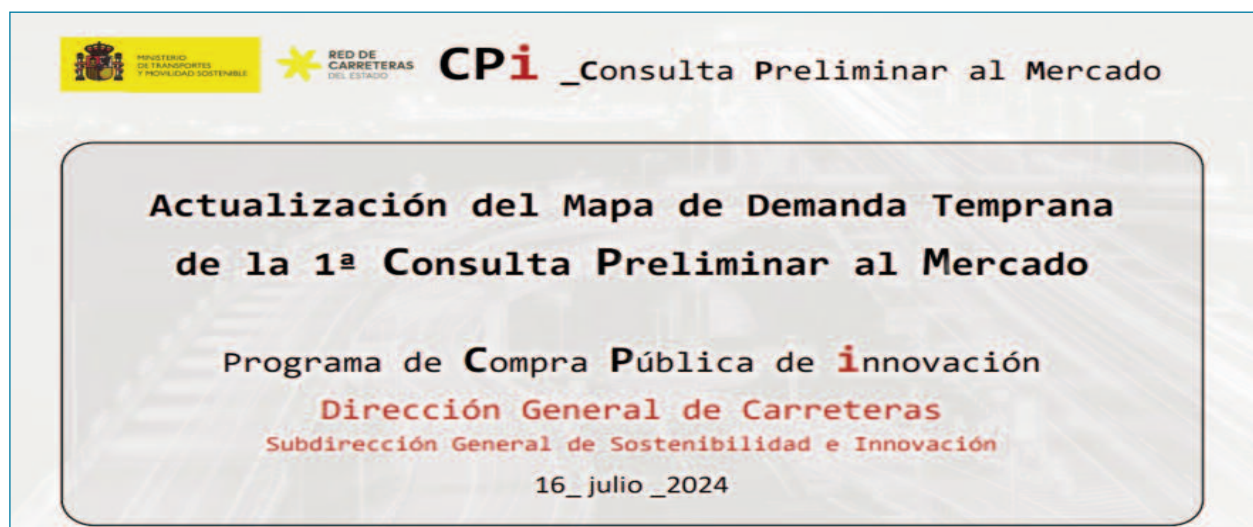
Para ello, es importante que las operaciones de construcción y mantenimiento de carreteras se realicen utilizando materiales y técnicas que requieran la mínima cantidad de emisiones en cada etapa del ciclo de vida del asfalto.

Esta publicación pretende mostrar las soluciones que pueden contribuir a alcanzar estos objetivos, así como una hoja de ruta estratégica para lograrlos en el tiempo requerido.

<https://eapa.org/eapa-position-papers/>

# I+D+i.

## Programa de Compra Pública de Innovación del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible



<https://www.transportes.gob.es/carreteras/nuestro-trabajo/innovacion/compra-publica-de-innovacion>

La Compra Pública de Innovación es una herramienta con un extenso bagaje en España. En el caso concreto del sector de la pavimentación de carreteras, hay experiencias promovidas por alguna comunidad autónoma y por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Sin embargo, hasta ahora no se había realizado un desarrollo sistemático del potencial de la compra pública de innovación en el sector de la carretera. Gracias a la iniciativa del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, se ha realizado una consulta preliminar al mercado identificando 10 retos. Para cada uno de los retos se ha elaborado un mapa de demanda temprana y, en el caso concreto del reto 4 (DESARROLLO DE LA CONSTRUCCIÓN DE FIRMES BAJO CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD, SEGURIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA), se ha generado un importante programa de licitaciones.

El día 16 de julio tuvo lugar un seminario web en el que se presentó el programa de licitaciones

[https://cdn.transportes.gob.es/portal-web-transportes/maritimo/compra\\_publica/Webinar%20CPM\\_Actualizacion-MDT\\_240716\\_.pdf](https://cdn.transportes.gob.es/portal-web-transportes/maritimo/compra_publica/Webinar%20CPM_Actualizacion-MDT_240716_.pdf)

Dado el volumen de proyectos y el importe de los mismos, puede decirse que ésta es la mayor iniciativa de promoción de la innovación en el sector de la pavimentación de carreteras.



Madrid, 29 y 30 de octubre de 2024

# XIX Jornada Nacional asefma 2024



## Atrayendo el talento joven al sector más innovador de la carretera

### INSCRIPCIONES

La inscripción debe formalizarse en:  
[asefma@asefma.com.es](mailto:asefma@asefma.com.es)

Inscripción on-line a través de:  
[www.itapec.com](http://www.itapec.com)

Síguenos en #XIXJornadaAsefma



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES  
DE MEZCLAS ASFÁLTICAS (ASEFMA)

Avda. General Perón, 26 T.: +34 911 293 660  
28020 Madrid M.: 680 210 537  
[www.asefma.es](http://www.asefma.es) E.: [asefma@asefma.com.es](mailto:asefma@asefma.com.es)



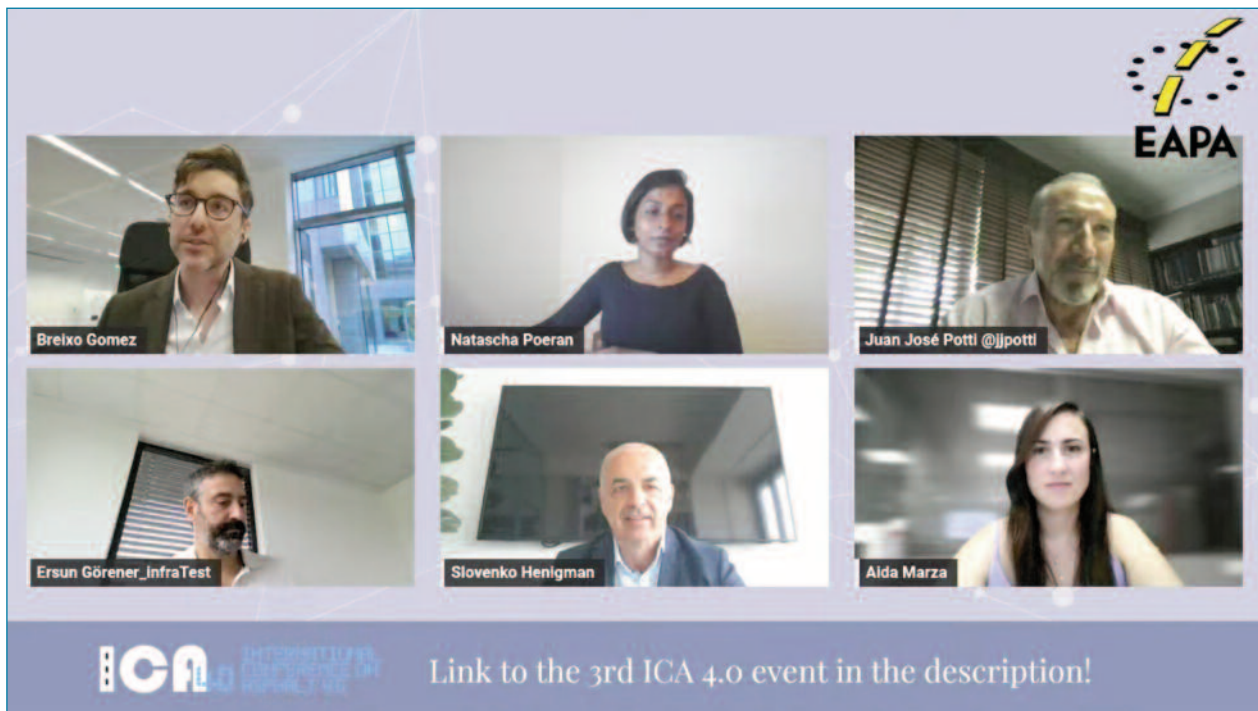
# The EAPA Webinar on Asphalt 4.0

## Este es un resumen generado con la ayuda de AI

El pasado 5 de septiembre se celebró a través de la plataforma Zoom "The EAPA Webinar on Asphalt 4.0", presentado por Breixo Gómez, director técnico de la Asociación Europea de Pavimentos Asfálticos (EAPA). Tras dar la bienvenida a todos los participantes, más de 400 inscritos de más de 15 países, les alentó a participar a través de la función de chat de este Webinar. Presentó a EAPA como una asociación europea con sede en Bruselas que representa la voz de la industria de la pavimentación asfáltica a nivel europeo desde 1973.

industria de la pavimentación. Dentro de unos días, el 24 y 25 de septiembre se va a celebrar en la capital de Eslovenia la tercera edición de la International Conference on Asphalt 4.0, el objetivo de este webinar es dar a conocer lo que se va a desarrollar en Eslovenia en esta tercera edición y animar a la participación.

En la sesión de apertura participaron los presidentes de las 2 asociaciones organizadoras del ICA 4.0: Asefma y ZAS. Juan José Potti fue el encargado de resumir las ediciones de 2022 y 2023, en las que destacó los de-



El presentador destacó la importancia de la digitalización en la industria y el lanzamiento del Grupo de Trabajo "Asphalt 4.0" de EAPA en 2020 que es presidido por Juan José Potti y en el que Breixo Gómez actúa de secretario. Vinculado muy estrechamente con el Grupo de Trabajo "Asphalt 4.0", se creó en el año 2022 la International Conference on Asphalt 4.0, también conocida como ICA 4.0, un evento anual que muestra las innovaciones y atrae a nuevos talentos jóvenes a la

bates sobre movilidad cooperativa, conectada y automatizada (CCAM), las herramientas digitales para inspecciones de carreteras, la estrategia de pagos urbanos utilizando herramientas digitales, la aplicación del big data de los vehículos a la gestión de la conservación de las carreteras y los desarrollos de la IA cognitiva en la movilidad de los vehículos. También destacó de la edición ICA 4.0 2023 la importancia de controlar la temperatura de la pavimentación asfáltica y los efectos en

Webinar Program		
September 5, 2024 10 a.m. CET		
<b>OPENING BY HOST BREIXO GÓMEZ</b>		
SPAIN SLOVENIA	<b>Speaker: Slovenko Henigman &amp; Juan José Potti</b> About ICA 4.0 event & special offer for webinar attendees	10.00 a.m.
<b>PRESENTATIONS ON ASPHALT 4.0</b>		
CERMAN	<b>Speaker: Ersun Cörener</b> Digitalization in asphalt road construction Special features, possibilities, limitations	10.15 a.m.
SPAIN	<b>Speaker: Jose Carlos Valdecantos</b> Assessing the Impact of Road Roughness Improvements on Emissions and Fuel Consumption Using Connected Vehicle Data	10.25 a.m.
BELGIUM	<b>Speaker: Breixo Gómez</b> Towards Net zero	10.35 a.m.
SLOVENIA	<b>Speaker: Ulrich Zorin</b> Motorway of the future	10.45 a.m.
NETHERLANDS	<b>Speaker: Natascha Poeran</b> A fundamental framework for data-driven, functional validation of pavement performance	10.55 a.m.
SPAIN	<b>Speaker: Aida Marza Beltran</b> Review of the application of new technologies for road pavement condition monitoring	11.05 a.m.
<b>CLOSING OF THE WEBINAR</b>		11.15 a.m.

el tráfico después de la pavimentación, junto con el potencial para reducir las emisiones de los vehículos que circulan por las carreteras y calles de las ciudades mediante el uso de diversas tecnologías. Se debatió la colaboración entre industrias, gobiernos y responsables de

políticas como algo esencial para abordar los desafíos futuros. Se presentó un proyecto desarrollado por el Ayuntamiento de Madrid, España, como ejemplo del impacto de la pavimentación de viales y calles en la reducción de emisiones de los vehículos que circulan gracias a los datos, big-data, de los vehículos que circulan por esas calles de Madrid.

Slovenko Henigman, presidente de ZAS, animó a participar en la tercera edición que se celebrará los días 24 y 25 de septiembre, así como a los autores que van a presentar las 25 comunicaciones que se han recibido para esta tercera edición. El Programa de esta tercera edición está accesible en la web oficial, [www.ica4point0.com](http://www.ica4point0.com) y en la web de EAPA

El siguiente orador, Ulrich Surin, se centró en la digitalización y la gestión del tráfico en Eslovenia, el ponente habló del avanzado sistema de gestión del tráfico de Eslovenia, que utiliza contadores de tráfico para coordinar el tráfico con los países vecinos, detectar a los conductores que circulan en sentido contrario y recopilar datos sobre la velocidad, la forma, el tipo y la dirección de los vehículos. Eslovenia también cuenta con un sistema para detectar camiones sobrecargados y garantizar la seguridad de la infraestructura en los túneles con escáneres térmicos y estaciones meteorológicas. Los sistemas de gestión del tráfico gestionan el tráfico en tiem-

**Number of speakers: 32**

- Xavier Flores, Secretary General of Infrastructures of the Ministry MITMA Spain
- Juan José Potti, Asefma
- Slovenko Henigman, ZAS
- Miguel Caso, PIARC
- Carsten Karcher, EAPA
- Enrique Miralles, AEC
- Breixo Gómez, EAPA
- Ibon Aretxalde, Asimob
- Nuria Uguet, Eurovia
- Ajoša Luis, ZAS/NovaGtech
- Rafael Martínez, Eiffage
- Jose Miguel Baena, Madrid City Council
- José Carlos Valdecantos, Xoubo
- Ralf Pomp, EAPA
- Björn Zachrisson, Nira Dynamics
- Thiberio Tanus, Dynapac

**Tuesday, 26th September 2023**

**9.00 Opening Session**

- Xavier Flores (Secretary General of Infrastructures of MITMA)
- Juan José Potti (President of Asefma)
- Slovenko Henigman (President of ZAS)

**9.30 Key lecture "Cooperative, connected and automated mobility (CCAM) for road asset management"**

- Xavier Flores (Secretary General of Infrastructures of MITMA)

**9.50 Session 1, Cooperative, connected and automated mobility (CCAM)**  
Coordinated by Slovenko Henigman

**Roundtable: Challenges and opportunities for road administration and enterprises about CCAM**

- Carsten Karcher (EAPA)
- Miguel Caso (PIARC)
- Juan José Potti (Asefma)

**10.45 Coffee break**

**11.15 Key lecture "Digital tools for road inspection"**

#ICA4point0

po real y la empresa que gestiona el centro de información de tráfico comparte información con los usuarios a través de su aplicación, Promet Plus. El año pasado comenzaron a implementar modelos de aprendizaje automático para predecir el tráfico en función de los datos meteorológicos y de tráfico.

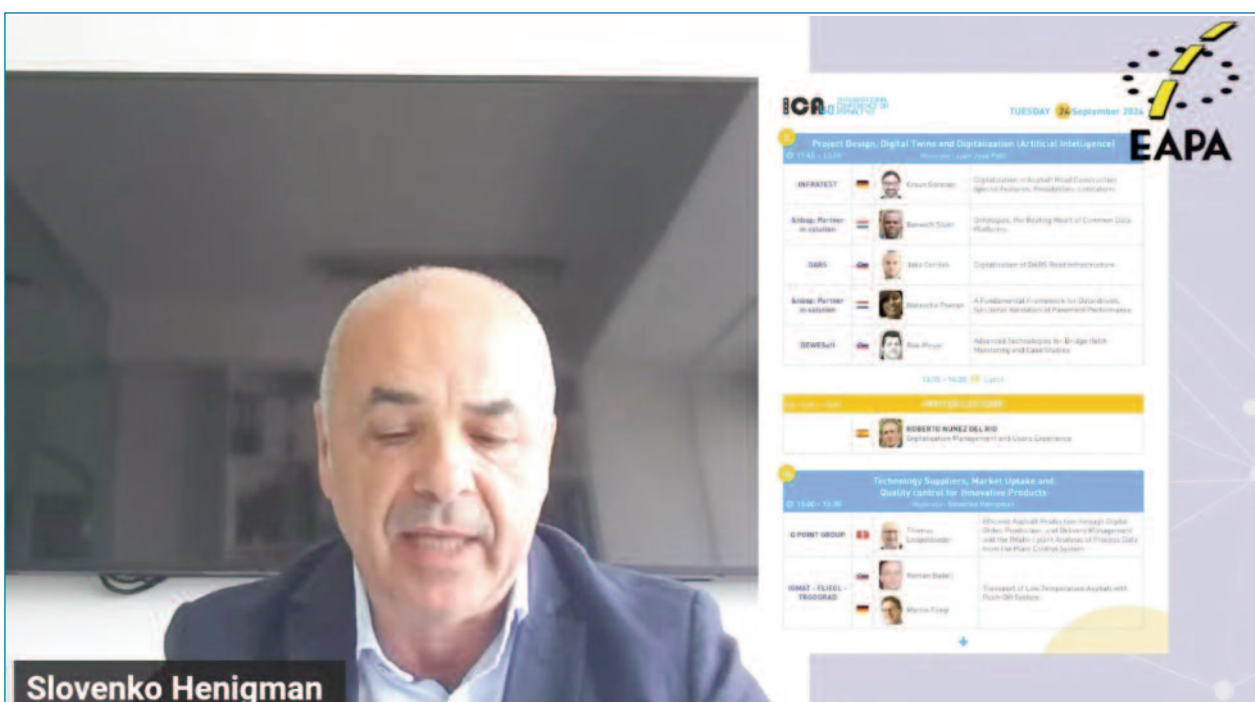
Se presentó el nuevo sistema Section Control Rider, que recopila datos del mar Adriático y predice el movimiento de contenedores desde el puerto hasta la autopista en Eslovenia. El sistema ITS cooperativo permite la comunicación directa con los coches en la autopista para enviar datos desde estaciones meteorológicas, VMS y contadores sin necesidad de centros de control. Se analiza la importancia de controlar la calidad durante todo el ciclo de vida del pavimento, que consta de las fases de diseño, construcción, entrega y uso, y monitorización.

Los ponentes destacaron la necesidad de compartir datos y conocimientos para ayudar a alcanzar los objetivos de reducción de emisiones tan ambiciosos en Europa y están trabajando en un marco fundamental para un sistema vial sostenible. Se revisaron las tecnologías existentes para la monitorización del estado de los pagos de las carreteras en el sector del mantenimiento de las mismas y se discuten los tres bloques principales del concepto Asphalt 4.0: la recogida de datos mediante

sensores en vehículos, la transmisión de datos a un servidor en la nube y el procesamiento de datos para identificar patrones para una toma de decisiones óptima. Se presenta un sistema que integra los tres bloques en un vehículo convencional.

Se anima a los asistentes al seminario web a unirse al evento en Eslovenia los días 24 y 25 de septiembre para obtener más información. La representación española tendrá un papel destacado en el congreso. Juan José Potti, presidente de ASEFMA, participará en la sesión de apertura junto a Slovenko Henigman, presidente de ZAS, Ralf Pomp, presidente de EAPA, y Antonio Muñuais, subdirector general de Sostenibilidad e Innovación del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España. También moderará la sesión dedicada a “Diseño de proyectos, gemelos digitales y digitalización”, que se enfocará en el uso de inteligencia artificial y tecnologías avanzadas en la infraestructura vial.

Por su parte, Francisco José Veja, director de innovación en Simetría Grupo, presentará una ponencia sobre la “Revisión de la Aplicación de Nuevas Tecnologías para el Monitoreo de la Condición del Pavimento”. Su intervención pondrá de relieve cómo las tecnologías emergentes están mejorando la precisión y la eficiencia en la gestión de las carreteras.



## The EAPA Webinar on Asphalt 4.0

José Carlos Valdecantos, director de Xouba, presentará la “monitorización de la red de carreteras a partir de datos de vehículos conectados” “Monitoreo continuo de la red Vial Usando Datos de Vehículos Conectados”, destacando la importancia de los datos en tiempo real para optimizar la supervisión y mantenimiento de las redes viales.

Finalmente, Jorge Salas, investigador postdoctoral en Padecasa, presentará el “Gemelo digital para la producción y diseño de mezclas bituminosas”, una innovadora solución basada en simulación diseñada para mejorar la eficiencia en la producción de asfalto caliente, alineándose con los objetivos de sostenibilidad del congreso.

El congreso también contará con la participación de destacados profesionales europeos que aportarán su experiencia en diversas áreas críticas del sector. Entre ellos, se encuentran Breixo Gómez, de EAPA; Thierry Goger, de FEHRL; Ulrich Zorin y Jaka Gorišek, de DARS; Thomas Leopoldseder, de Q Point Group; Ersun Görener, de Infratest; Martin Fliegl, de Fliegl; y Stephan Harnischfeger, de Interchem, entre otros.

La participación de estos expertos no solo subraya el compromiso de España y Europa con la innovación en el sector del asfalto, sino que también contribuye a definir el futuro de la pavimentación a nivel global en un momento crucial para la adaptación de la infraestructura vial a las demandas del siglo XXI.



Además, Roberto Núñez, director y fundador de “why? Training” , ofrecerá una conferencia magistral sobre la “Gestión de la digitalización y la experiencia de los usuarios”. Su presentación abordará los desafíos y oportunidades que plantea la transformación digital en el sector, proporcionando una perspectiva integral sobre cómo estas tecnologías pueden mejorar tanto la gestión como la experiencia del usuario final.

# Observatorio del sector

## Producción en España de mezclas bituminosas en 2023

Asefma colabora cada año en la recopilación de datos de producción de mezclas asfálticas que cada publica la European Asphalt Paving Association (EAPA) en el informe "Asphalt in Figures".

Aunque los datos correspondientes al año 2023 aún no han sido publicados por EAPA, en esta sección se muestran los correspondientes a España.

producción total, también aparece en cuanto al uso de las mezclas bituminosas para cada una de las capas que componen el pavimento, como se muestra a continuación.

La gran diferencia entre el porcentaje de capas de rodadura y las capas intermedias y de base da cuenta que la mayoría de las obras en España corresponden a

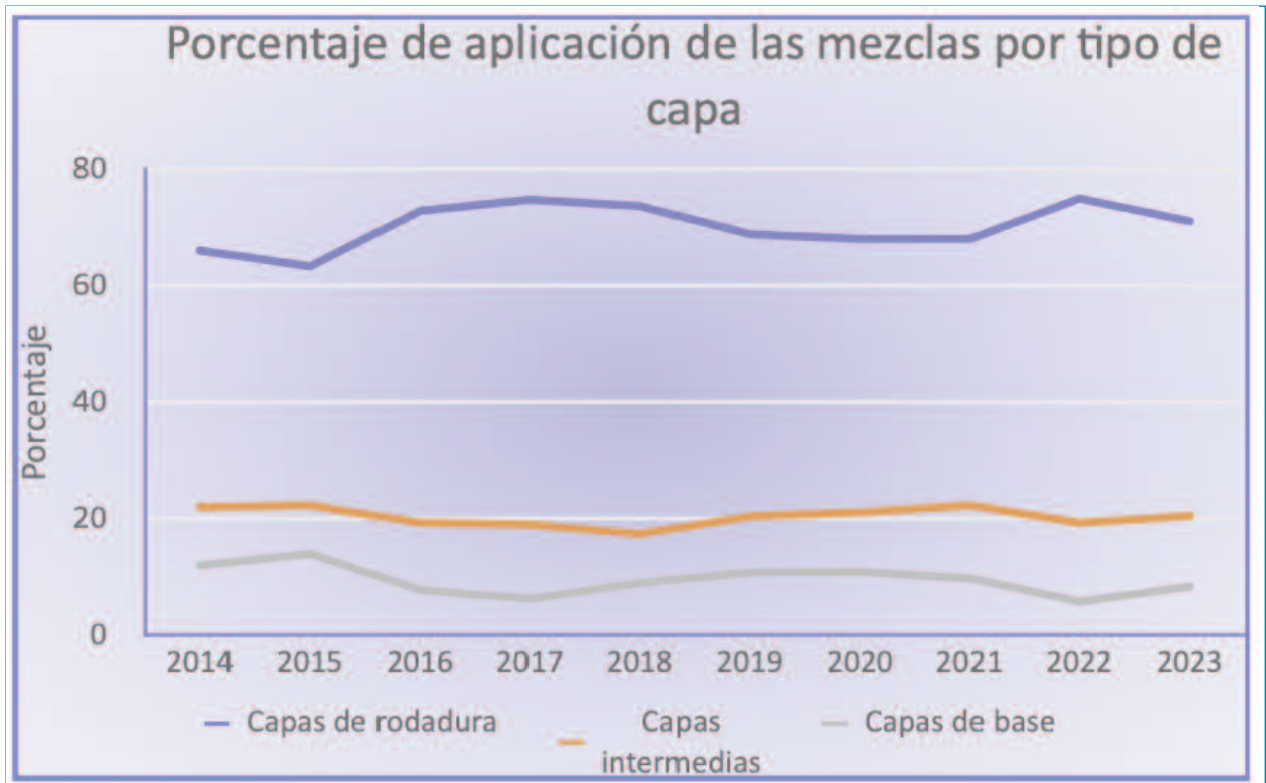


La primera conclusión de los datos que se muestran a continuación es que el mercado muestra una gran constancia desde 2019, con ligeras subidas y bajadas, pero sin conseguir romper la barrera de los 20 millones de toneladas de producción.

La constancia exhibida por el mercado en cuanto a

actuaciones superficiales sobre el pavimento, con poca participación de obras de rehabilitación estructural.

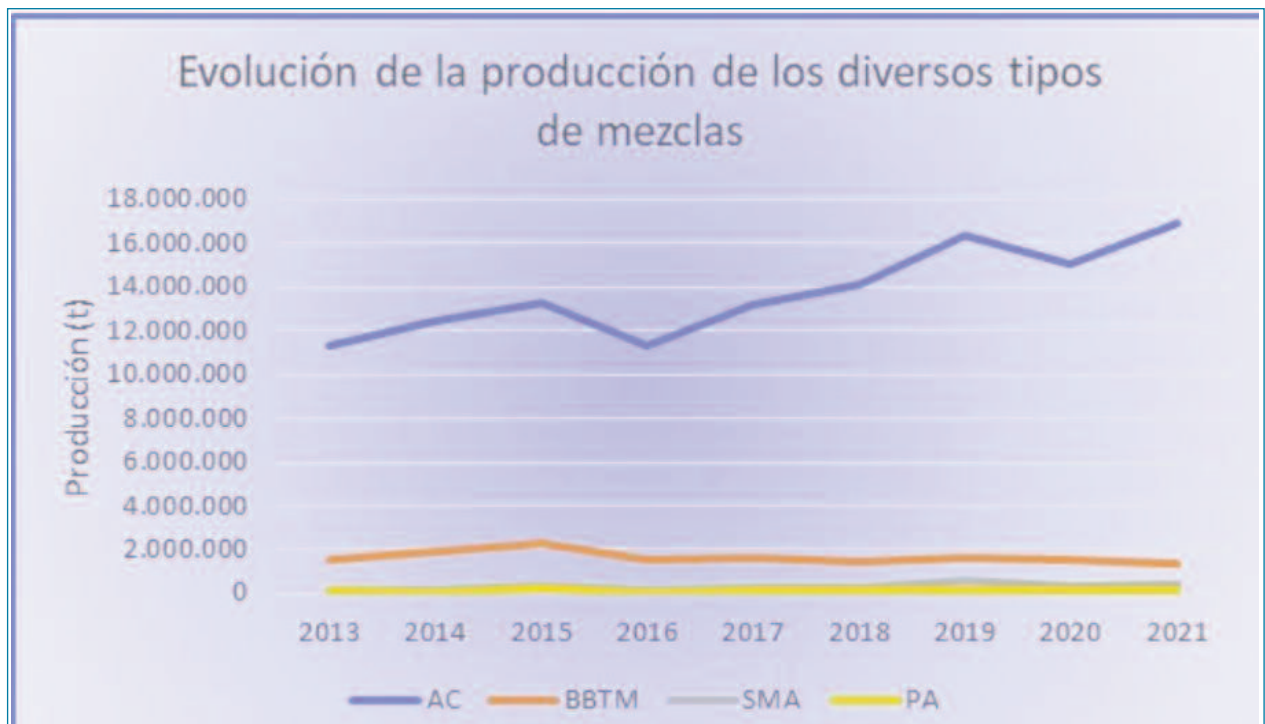
Además, en las capas de rodadura se aplican mayoritariamente mezclas AC, lo que indica que el mercado está marcado principalmente por el coste de los materiales. En la figura siguiente se muestra la compa-

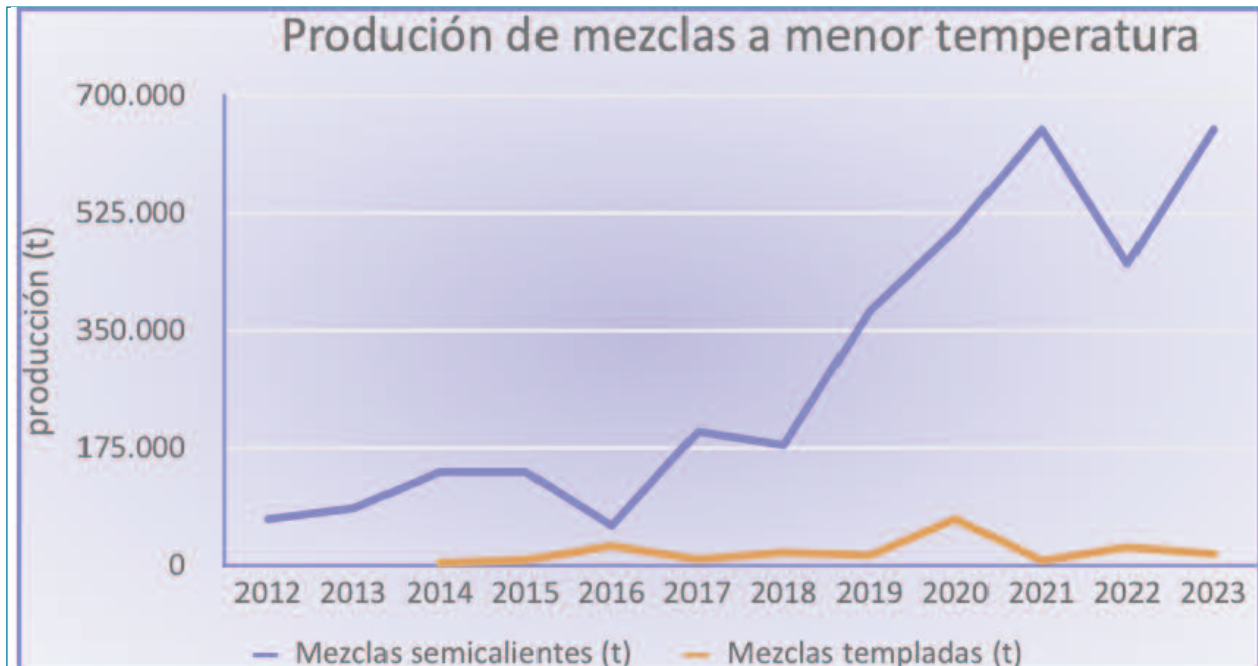


ración del mercado para cada familia de mezclas.

Por último, merece la pena echar un vistazo a la evolución de las mezclas fabricadas a menor temperatura (mezclas semicalientes y mezclas templadas). Si bien la tendencia es creciente cuando se analizan pe-

riodos de tiempo, si el análisis se realiza en porcentaje sobre el total de mezclas fabricadas, nos encontramos en valores del 3,5% que están muy alejados de los porcentajes del 25% que se alcanzan en países como Francia o Noruega.





#23

## AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Reciclar RAP es necesario, pero no es suficiente. Debe reutilizarse en mezclas bituminosas” (Editorial - Economía circular)

#SOSTENIBILIDAD\_Y\_MEDIO\_AMBIENTE

# EXTENDEDORAS ABG TITAN, POTENCIA Y EFICIENCIA PARA TUS TRABAJOS DE PAVIMENTADO

Ammann Group adquirió la línea de extendedoras ABG de la empresa Volvo CE, garantizando la continuidad de la reputada marca ABG en el sector del asfaltado y pavimentado.

La marca ABG de Ammann es sinónimo de calidad y todas sus extendedoras son reconocidas por su avanzada tecnología, facilidad de manejo, fiabilidad y excelentes resultados. Diseñadas para minimizar el consumo de combustible, reducir las emisiones y funcionar de forma silenciosa.

De este modo, Ascendum continuará con la comercialización de las máquinas extendedoras ABG de que disponía hasta el momento, ofreciendo los mismos equipos de calidad.


Por lo tanto, la oferta comercial de extendedoras se mantendrá con la contrastada calidad de los equipos ABG, sumado a la dilatada experiencia y el inmejorable servicio técnico de Ascendum.

*Ascendum, la excelencia que garantiza el éxito.*

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







# PRACTICIDAD, CALIDAD Y ALTO RENDIMIENTO A UN COSTO MUY COMPETITIVO

LA PLANTA DE ASFALTO AMMANN ABC SOLIDBATCH CUBRE UNA AMPLIA GAMA DE NECESIDADES, EMPEZANDO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE 100 T/H HASTA 340 T/H.

Las características que la distinguen son:

- Planta discontinua, diseñada para producir mezclas tradicionales en caliente, asfaltos tibios con espumado Ammann, mezclas con aditivos sólidos y líquidos
- Garantiza confiabilidad a largo plazo
- Diseñada para el uso de RAP introducido en el mezclador, hasta 40%
- Un proceso optimizado y de alto rendimiento también gracias a la simplicidad y seguridad en el uso y mantenimiento
- Alto ahorro energético gracias a la eficiencia del proceso de secado y filtración de AMMANN
- La baja inversión inicial y los bajos costes de gestión maximizan los beneficios para nuestros clientes
- Diseñada para ser modernizada gradualmente con las últimas tecnologías de Ammann

**TOP TOWER**  
FIABLE Y EFICIENTE  
LA MEJOR COMPAÑIA  
PARA PRODUCIR ASFALTO



**DIEZ ALONSO y Cia S.L.**

Pº de la Castellana 210, 9 - 2 - 28046 MADRID

Tfno : 91 353 07 50 Móvil :609 147 874

# ESPECIALISTAS EN LA CARRETERA

## Infraestructuras, equipamientos y materiales



**Editorial Prensa Técnica**

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



# Asfaltos Repsol, juntos creamos nuevos caminos en el diseño de nuestro entorno



**REPSOL**

*Inventemos el futuro*

En Repsol **trabajamos a tu lado** para ofrecerte las soluciones de pavimentación que necesitas en cada proyecto. Y para ello, hemos desarrollado **Repsol Color**, una gama de **ligantes sintéticos pigmentables** de **alto rendimiento** para zonas especiales.

- **Fácil pigmentación**, gracias a su formulación especial desarrollada en el Repsol Tech Lab.
- **Alta resistencia** al envejecimiento y oxidación.
- **Personalización**, permitiendo realizar mezclas para obtener el color que deseas.
- **Versatilidad** para una perfecta integración paisajística en todo tipo de entornos, como parques y zonas protegidas.



Repsol Compromiso  
Cero Emisiones Netas  
2050



Descubre más  
aquí