

ASFALTO

y pavimentación

Número 44 · Volumen XII · Primer trimestre · 2022

número **44**



RAP-5V

Cómo de **sostenibles** son tus mezclas?

Rejuvenecedor líquido vegetal de nueva generación, diseñado para fabricar mezclas recicladas en caliente con RAP/ RAS en cantidades variables y utilizando el mismo ligante convencional 35/50 o 50/70.

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



ravasol[™]
ASPHALT

Your road to solution



Número 44 · Volumen XII
Primer trimestre · 2022

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,
María del Carmen Rubio,
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 44 · Volumen XII · Primer trimestre · 2022

Editorial

PRTR, una oportunidad única

05

Tribuna

Juan José Potti

07

Tribuna

Javier Cameo

09

Tribuna

Andrés Pérez de Lema

11

Publirreportaje: Repsol ofrece a las empresas de Plantas de Asfalto su combustible GLP, una energía eficiente, versátil y con bajas emisiones

12

Como reducir la rigidez y fragilidad del asfalto debida a la oxidación del mismo

13

Álvaro Gutiérrez Muñiz

Secciones fijas

Ensayos, Normativa

25

Experiencia de Uso y Estudio del Comportamiento Mecánico de Mezcla con 100% RAP para operaciones de mantenimiento vial

33

Enrique Fernández - Fabián Molina - Alexis Hermosilla - Elsa Sanchez - Alejandra Calabi - Luis Mardones - Gonzalo Valdés

Secciones fijas

Mirando al Pasado, Noticias del Sector; Resumen XVI Jornada Nacional de ASEFMA, Calendario, Lecturas recomendadas, Digitalización del Sector; Observatorio de Mercado, Afirmaciones Asfálticas

45

26-29 ABRIL / APRIL ZARAGOZA (ESPAÑA/SPAIN)

SMOPYC

2023

19 SALÓN INTERNACIONAL DE MAQUINARIA DE
OBRAS PÚBLICAS CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA

19 INTERNATIONAL SHOW OF PUBLIC WORKS,
CONSTRUCTION AND MINING MACHINERY

www.smopyc.es



PRTR, una oportunidad única

Todo el mundo está ya muy familiarizado con términos como: objetivos de desarrollo sostenible, descarbonización, cambio climático etc, y existe un consenso generalizado en que estos retos nos afectan a todos, personal y profesionalmente.

La contribución para alcanzar estos retos no es una tarea en la que todos los sectores económicos e industriales se vean afectados de igual manera. Sectores como la energía, el transporte y la industria están especialmente implicados por ser, en la actualidad, los mayores generadores de gases de efecto invernadero.

En el caso de la industria de pavimentación asfáltica, si bien sus emisiones no pueden considerarse muy relevantes en comparación con otros sectores, ello no le exime de colaborar, en la medida de lo posible, en el cuidado y protección del planeta.

El primer reto concreto es en el año 2030, momento en el que la Unión Europea se ha marcado un objetivo de reducción del 55% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) comparadas con las de 1990. Este reto denominado "Fit for 55" (Objetivo 55 en español) es una de las principales referencias en el camino hacia una Europa descarbonizada en el año 2050. Dado que lo difícil es "pasar de las musas al teatro", en las siguientes líneas se detallarán algunos elementos que pueden ser muy relevantes en este camino hacia la descarbonización.

En primer lugar, conviene recordar que la mayor parte de los impactos ambientales generados por las mezclas asfálticas provienen del uso de materias primas y del proceso de fabricación de las mezclas. Sin tener en cuenta el transporte a obra y el proceso de extendido/compactación, casi el 90% de las emisiones GEI proceden de las materias primas y de los procesos de fabricación. De ahí que el sector esté prestando tanta atención a la reutilización del asfalto recuperado y a las mezclas producidas a menor temperatura, ya que inciden de pleno en las áreas que generan más emisiones.

Por lo tanto, hay un largo camino que recorrer en el que no hay soluciones milagrosas, sino una combinación acertada

de tecnologías ya disponibles hoy en día: uso de gas en lugar de fuel, mezclas de baja temperatura, reutilización de asfalto recuperado, mezclas bituminosas en frío, uso de áridos con muy baja humedad, etc...

Pero no se acaban aquí las herramientas disponibles para avanzar en el proceso de descarbonización. Si además de la fase de fabricación se incluye el transporte de mezclas a las obras (incluido el transporte de asfalto retirado), la ubicación de las plantas asfálticas en relación a las obras pasa a ser un elemento relevante. En este sentido, el reciclado in situ (se debería decir la reutilización in situ) o el uso de plantas ultramóviles puede tener un nuevo sentido, además del meramente económico.

La adaptación de instalaciones y procesos productivos para conseguir estos objetivos no es un tema menor y requiere de importantes inversiones. Afortunadamente y gracias al esfuerzo de este sector, el programa Next Generation, cuya aplicación en España se realiza mediante el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, ha incluido un paquete de ayudas en forma de subvención que se han tramitado dentro de la línea de acción "Proyectos de apoyo a la renovación o adecuación de medios y maquinaria para conseguir pavimentos sostenibles: disminución de huella de carbono y sonorreductores". Por medio de esta convocatoria de ayudas se pueden conseguir subvenciones a fondo perdido de hasta el 30% sobre las inversiones realizadas en medios de producción dedicados a obtener pavimentos sostenibles. Sin lugar a dudas una gran oportunidad.

Es evidente que existen grandes retos y oportunidades en este camino, pero, además, la mayor contribución del sector de la pavimentación asfáltica al proceso de descarbonización proviene de la mejora del diseño y construcción de capas de rodadura que reduzcan las emisiones de los vehículos que circulan por ellos.

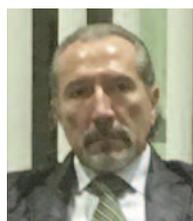
Conviene tener en cuenta la magnitud de este punto. Teniendo en cuenta que las emisiones GEI en la Unión Europea son de unos 4.000 millones de toneladas de CO₂e y que el transporte por carretera puede suponer alrededor de un 20% de dicha cifra, eso significa que unos 800 millo-

nes de toneladas de CO₂eq son generados por los vehículos que ruedan por nuestras carreteras. Se estima que el conjunto de emisiones GEI asociadas a la producción de mezclas asfálticas en la UE puede ser del orden de 10 millones de toneladas. Cada 1% de reducción en las emisiones de los vehículos genera una reducción equivalente a las emisiones de todas las mezclas asfálticas producidas en la Unión Europea. Por lo tanto, el mantener las capas de rodadura es un buen estado no se trata sólo de una cuestión de confort y seguridad vial, sino que proporciona una ayuda muy sustancial al reto global de la descarbonización.

De ahí que Asefma apueste decididamente por esta línea de actuación y, a través del proyecto de I+D EMIPAV <https://www.emipav.eu/>, esté desarrollando herramientas que permitan una adecuada ubicación de las obras de pavimentación para maximizar el proceso de descarbonización.

Como el camino se hace al andar, o al rodar, en el caso de las carreteras, participemos activamente en el reto “Objetivo 55”. Disponemos del conocimiento, medios y voluntad para cumplirlo y es justo reconocer que el Programa PRTR ha sido una gran ayuda para esta transición que urge realizar.

Mis reflexiones y objetivos como Presidente de EAPA



José José Potti
Presidente Ejecutivo de Asefma
y Presidente de EAPA

 @jjpotti

Debo empezar diciendo que considero un honor y una gran responsabilidad ser el Presidente de EAPA, el primer presidente de EAPA de España. Esta misma reflexión y el papel de Asefma como socio fundador de EAPA hace casi 50 años fue expuesto en mi discurso de toma de posesión. Ahora quisiera explicar con un poco más de detalle los objetivos y desafíos a los que nos enfrentamos en este sector.

En primer lugar, tengo la convicción de que el objetivo de EAPA y de todas las asociaciones y empresas del sector debería tener cada día una orientación más social, más global. Debemos hacer un esfuerzo didáctico y tratar de focalizar nuestra comunicación hacia la sociedad en su sentido más amplio. En mi opinión, durante demasiados años hemos sido muy endogámicos y hemos orientado nuestro mensaje exclusivamente hacia nuestro cliente directo, los ingenieros de las administraciones de carreteras, y creo que sin renunciar a esa línea prioritaria debemos considerar nuestra customer experience pensando que el mensaje debe ir dirigido a todos los usuarios de las carreteras, es decir a todos los ciudadanos. Me parece estratégico y por ello en nuestros congresos, jornadas técnicas, etc.. no deberíamos olvidar nunca la comunicación a través de redes sociales y el uso del streaming para producir un engagement digital muy superior al del acto presencial clásico.

Segundo, evidentemente nuestros argumentos clásicos basados en el confort y la seguridad para defender la importancia de la conservación de carreteras están resultando insuficientes. En efecto, la producción de mezclas bituminosas en Europa ha caído en los últimos 10 años. Incluso, otros argumentos basados en criterios económicos como mantener

el valor patrimonial de la red de carreteras parece que tampoco resulta definitivo. Pienso muy sinceramente que el argumento más sólido y más atractivo en este momento radica en vincular el estado de conservación de las carreteras con el incremento de las emisiones vinculadas al transporte por carretera. Es muy contundente y muy claro. Actuando sobre la regularidad y el coeficiente de rozamiento de nuestras carreteras podemos reducir de manera muy importante ese 25% de las emisiones totales atribuido al transporte por carretera. Sólo nos falta un dato pero es muy importante. No tenemos datos rigurosos y actualizados de la capacidad de reducción de emisiones que el sector que representa EAPA puede reducir en las emisiones de Europa. El proyecto EMIPAV de España, ver <https://www.emipav.eu> es un primer paso que puede ser replicado en muchos países y resolver de manera incontestable esa cuestión.

Evidentemente la iniciativa del International Road Maintenance Day (IRMD), ver <https://roadmaintenanceday.org> está resultando muy eficaz y aún los 2 criterios anteriores, impacto social y argumentos ambientales. Animo un año más a participar en el IRMD 2022 que se celebrará el próximo 7 de abril de 2022.

Termino estas reflexiones con el tercer objetivo al que también aludí en mi pequeño discurso de toma de posesión, la digitalización y la innovación. Estoy absolutamente convencido de que estamos viviendo una época muy similar a lo que sucedió a finales del siglo XIX y principios del siglo XX. En aquella época el caballo fue desplazado por el motor de combustión. Ahora al motor de combustión está sintiendo el empuje del coche eléctrico y otros sistemas de energía.

Mis reflexiones y objetivos como Presidente de EAPA

Además el coche autónomo avanza de manera inexorable hacia un vehículo capaz de transitar sin conductor, con el empuje de grandes compañías antes ajenas a este sector como Google o Apple. Y por si esto fuera poco, el vehículo conectado ya está aquí y puede revolucionar el transporte de cargas, la gestión del tráfico y muchas otras cosas. La movi-

lidad CCAM es ya el objetivo. Estamos inmersos en una gran revolución que nos obliga a innovar y a desarrollar de manera decidida el concepto Asphalt 4.0 para hacer frente a estos grandes desafíos como decíamos en el slogan del E&E Congress 2021: "Asphalt 4.0 for future mobility".

#95

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“La renovación periódica del pavimento asfáltico permite mantener una rodadura suave, durable y de la misma calidad que un firme nuevo”

#INGENIERÍA

Calendario ASEFMA



Corría el año 2012, teóricamente el cuarto de una de las peores crisis económicas que se recuerdan. La situación del sector de las mezclas asfálticas era desesperada.

Cuando en 2008 se declaró oficialmente el comienzo de la crisis económica la industria del asfalto contemplaba con preocupación como: la banca, los seguros, el comercio minorista, la actividad industrial y muchos otros sectores económicos se desplomaban. En aquellos momentos nuestra actividad de construcción y pavimentación mantenía todavía un ritmo razonable. Siempre se ha dicho que el sector de la construcción en general es como una locomotora que tarda en pararse, tiene una gran inercia tanto en sentido positivo como negativo. Así pues “los asfalteros” no notábamos todavía en toda su intensidad el zarpazo demoledor de la crisis.

Los dos años siguientes: 2009 y 2010, aunque este último en menor medida, se vieron soportados casi con brillantez por el famoso Plan E de José Luis Rodríguez Zapatero. Todo el mundo criticó en Plan por: ineficiente, improvisado, inadecuado para abordar inversiones productivas y en definitiva nefasto para la economía española, y probablemente lo fue, pero es también innegable que al sector de las mezclas asfálticas le permitió transitar estos primeros años de crisis de una forma muy desahogada.

Pero como la gran crisis continuaba y se empeñaba en profundizarse y autoalimentarse, los positivos efectos del famoso Plan acabaron diluyéndose con relativa rapidez como un azucarillo en una taza de café. Llegó pues el año 2011, ya catastrófico para todos, y el inmediato 2012 al que me resulta difícil calificar sin emplear palabras malsonantes. Así pues habíamos llegado: “Corría el año 2012 y la situación del sector de las mezclas asfálticas era desesperada”.

En este entorno tan hostil y casi apocalíptico los empresarios del sector del asfalto intentaban buscar alternativas e ideas para sortear de la mejor manera la situación. Querían, en la medida de lo posible, transmitir al resto de la sociedad y en particular a las autoridades técnicas y políticas la necesidad de mantener nuestra red viaria en buen estado. A su juicio esto resultaba imprescindible para salir del agujero negro que asfixiaba la economía porque permitiría un movimiento rápido y seguro de mercancías, servicios y personas, fundamental para que el desarrollo económico se produzca de manera solvente y duradera.

Así pues, en este complicado contexto y con la ilusión de transmitir al resto de la sociedad nuestras inquietudes y propuestas fue como nació la idea del calendario de Asefma. Las premisas de su diseño y objetivos eran claras: Transmitir mediante imágenes lo más atractivas posible y breves textos de acompañamiento, una narración ilustrada de la importancia social del sector de los firmes y denunciar las carencias y graves problemas de todo tipo que la falta de inversión estaba generando en nuestra red viaria.

Los primeros calendarios de los años 2013, 2014, 2015..... fueron necesariamente reivindicativos y críticos con una situación desesperanzada, pero las cosas fueron evolucionando poco a poco y aunque la situación no acababa de mejorar el calendario quiso también ir reflejando en alguna medida otros aspectos de la relación de la carretera con el cambiante entorno social que la rodeaba. Así se trataron temas como las aportaciones de los pavimentos al medio ambiente, el ahorro de costes de todo tipo con el buen mantenimiento de los firmes, la mejora del entorno urbano de los ciudadanos y muchas otras cuestiones en las que la

carretera y las vías de comunicación juegan un papel fundamental dentro de la sociedad. Incluso en el penúltimo calendario correspondiente al año 2021 se reflejó, como no, el tremendo problema de la pandemia y como la carretera fue una vez más “servicio esencial” para sobrevivir a la misma y atender a las necesidades de los ciudadanos de la mejor manera posible.

Pero después de la pandemia la historia afortunadamente no se detiene y la sociedad reacciona a las consecuencias de la misma inyectado optimismo y dinero para poder sobreponernos a la situación y resurgir de las cenizas del Covid. Hay que poner en marcha y desarrollar todas aquellas cosas que han estado paralizadas, y aprovechar la ocasión para modernizar, digitalizar y hacer medioambientalmente sostenible la actividad económica. Y ahí volvemos a encontrar a la carretera, a los firmes asfálticos y al calendario de Asefma, reflejando e intentando contar con imágenes y textos la pequeña gran historia que siempre ha sido la relación de la sociedad con sus, nunca mejor dicho, “arterias” y vías de comunicación.

Así pues nuestro último calendario para el 2022 intenta transmitir ya desde su portada que: “Los pavimentos asfálticos están, como exigen los tiempos, a la vanguardia de la tecnología, la digitalización y la protección del medio ambiente.

En el recorrido por los sucesivos meses de este 2022 el texto del calendario va explicando como las diversas tecnologías disponibles para la fabricación de las mezclas asfálticas permiten emplearlas con objetivos diversos y a veces contrapuestos. Así los meses de enero, febrero y marzo ilustran como en función de su diseño y formulación estas pueden tener un efecto anti-hielo, tener un efecto de impermeabilización o tener un efecto drenante, justamente opuesto al anterior.

En los siguientes meses de abril y mayo el calendario expone las capacidades de reutilización y reciclado que tienen las mezclas ya que permiten una casi infinita reutilización de las mismas y a la vez el reciclado de otros productos ajenos a la carretera pero de muy difícil recuperación en usos industriales.

Los meses del verano: junio, julio y agosto nos cuentan como los pavimentos bituminosos son los empleados cuando necesitamos unas prestaciones excepcionales de los firmes, las pistas de aterrizaje de los aeropuertos son una bue-

na muestra de ello. Y después nos anuncian que las nuevas tecnologías digitales y eléctricas necesitarán integrarse también con pavimentos asfálticos adaptados y desarrollados para su aplicación.

Ya casi por último, el otoño en el calendario nos pone de manifiesto distintos usos especiales de mezclas bituminosas también especiales como las diseñadas para su empleo en túneles, las formuladas para absorber el ruido ambiental o las que se aplican con técnicas específicas para el entorno urbano.

Finalmente el mes de diciembre, como ya es habitual en todos los calendarios que hasta hora han visto la luz, despide el año con una frase amable, con una foto entrañable y con los mejores deseos para todos de unas buenas Navidades.

En fin, tendremos este año un calendario más, tendremos como siempre cosas positivas y cosas negativas que contar pero hay negros nubarrones en forma de escalada incontrolada de los precios que acechan a la recuperación del sector. Esperamos no tener que volver a encabezar un próximo artículo sobre el calendario de Asefma diciendo que: “Corría el año 2022 y la situación del sector de las mezclas asfálticas era desesperada”.

Stop war!



“Si naciste para martillo del cielo te caen los clavos. No querías té, pues toma 2 tazas. A perro flaco todo son pulgas. Piensa mal y acertarás. Salir de Málaga para entrar en Malagón”

La mayoría del refranero popular está glosado de referencias hacia nuestro sector. No salimos de una y entramos en otra, como en un carrusel diabólico.

Una suerte de sucesiones perversas ha terminado por destrozar mi peculiar Tribuna con la que pretendía celebrar el enésimo “fin” de la pandemia, los buenos resultados del pasado 2021 y los optimistas pronósticos del presente curso.

Los horrores de la guerra, la amenaza nuclear, los precios disparados del petróleo, la luz y el desabastecimiento de cereales me han dejado como una vaca mirando al tren.

Soy como esos soldados heridos que le dicen a sus compañeros que sigan sin él, mientras le insisten para que no abandone. “Vamos Johnny, un último esfuerzo. Me prometiste que conduciríamos juntos un Cadillac descapotable por el Strip de Las Vegas”, “sólo será un momento, necesito coger aliento” y mientras con una mirada cómplice al prota, le pide que le deje unas granadas para hacer estallar cuando se acerque el enemigo.

El mundo ha cambiado, pero vamos a tener que tratar de seguir como si todo siguiera igual. Centrarnos en si viene definitivamente Mbappé al Madrid o si Teodoro García Egea vuelve al mundo de la competición en el lanzamiento de huesos de aceituna.

Sinceramente, no sé qué escribir para celebrar que las licitaciones de obras de refuerzo de firmes han alcanzado el número y volumen más alto de la última década y que muchos Ayuntamientos y Gobiernos Regionales han aumenta-

do notablemente las partidas destinadas a los pavimentos.

Ignoro si mi irracional optimismo de Atlético y la sorprendente unidad que la Comunidad Internacional ha demostrado contra la barbarie nos darán para acabar con esta pesadilla, pero definitivamente nos hace mejores.

Repsol ofrece a las empresas de Plantas de Asfalto su combustible GLP, una energía eficiente, versátil y con bajas emisiones

Enfrentar los desafíos del cambio climático y de la descarbonización de la economía es, hoy más que nunca, una prioridad para muchas compañías. En el camino hacia la transición energética, Repsol se ha convertido en el aliado perfecto para un gran número de empresas.

Por todo ello, la compañía multienergética pone a disposición de sus clientes su Gas Propano, un combustible alternativo que se caracteriza por su alta eficiencia, competitividad y bajas emisiones.

Este tipo de combustible cuenta con un alto poder calorífico capaz de ajustarse a las exigencias de los equipos industriales, prolongando así su vida útil. Además, ayuda a mejorar la huella ambiental de los negocios por sus bajas emisiones y por no generar residuos.

Adecuado para cualquier proyecto

El Gas licuado puede estar presente en cualquier proceso para plantas de asfalto: precalentamiento inicial y secado de árido, generación eléctrica.

Principales ventajas

El Gas Propano de Repsol permite el uso de quemadores modulantes con control electrónico capaces de adaptar la potencia necesaria a las necesidades de demanda en cada proceso. Estos quemadores también son capaces de controlar la mezcla de gas-oxígeno, mejorando la combustión, reduciendo el exceso de oxígeno en humos y la temperatura de éstos. De forma paralela, ofrecen la posibilidad de añadir un equipo recuperador de calor a la salida de los humos que permita aumentar la eficiencia, disminuyendo las pérdidas de calor y las emisiones de contaminantes al exterior.

- Reduce el coste, debido a un mayor rendimiento energético y reducción del consumo eléctrico.
- Disminución del tiempo de alcance de temperatura.
- Reducción de la emisión de contaminantes SO₂, NO_x, CO₂ y partículas –principales causantes del efecto inver-



nadero– favoreciendo así que las empresas se adapten a la normativa existente.

- Menos coste de mantenimiento de equipos, por ejemplo, se minora la sustitución de filtro de mangas.

Gracias a todas estas ventajas, el Gas Propano de Repsol asegura la calidad de los productos finales, lo que supone una ventaja competitiva para cualquier compañía.

Además, ya contamos con varias plantas de asfalto que funcionan con Gas Propano de Repsol.

Una solución idónea para alcanzar un valor diferencial

El proceso hacia la incorporación de este tipo de energía es cómodo y sencillo. De hecho, Repsol se encarga de realizar un estudio gratuito y personalizado de las necesidades energéticas de cada instalación que van desde su construcción hasta su puesta en marcha y mantenimiento.

A este estudio se le suman soluciones llave en mano, una financiación muy ventajosa y unas condiciones comerciales únicas.

Asimismo, el servicio ofrecido por Repsol cuenta con asesoramiento y asistencia técnica gratuita 24 horas, proporciona un suministro continuo y sin interrupciones y llega a donde no llegan otro tipo de energías.

Finalmente, cabe destacar que la compañía multienergética cuenta con una red comercial y logística propia, que le permite estar más cerca de sus clientes. Para más información contacta con el teléfono 900 321 900.

Como reducir la rigidez y fragilidad del asfalto debida a la oxidación del mismo

Álvaro Gutiérrez Muñiz,
agutierrez@kao.com

El asfalto es un material muy atractivo para fabricar pavimentos flexibles, pero como todo material presenta limitaciones, siendo una de las principales la oxidación. El asfalto, al ser un compuesto orgánico, reacciona con el oxígeno del medio ambiente cambiando su estructura y composición molecular, originando una estructura más rígida y frágil, siendo esta la razón del término endurecimiento por oxidación o por envejecimiento. Esta reacción de oxidación del asfalto comienza en la etapa de mezclado, compactación y colocación de la mezcla asfáltica y continúa por toda la etapa de servicio de la misma. Una mezcla asfáltica conteniendo un asfalto rígido y frágil es propensa a la formación de fisuras por fatiga y es ahí por donde penetra el agua a la base causando daños en el pavimento disminuyendo su durabilidad, de ahí la necesidad de reducir esta rigidez y fragilidad del asfalto debida a la oxidación y en este estudio se propone un aditivo químico que adicionado al asfalto en la etapa de fabricación de la mezcla reduzca la rigidez y fragilidad del mismo. La selección del mejor aditivo químico es llevada a cabo mediante el estudio de diversas propiedades reológicas tanto del asfalto original como del envejecido por los procesos de oxidación utilizando el método de prueba de la Película Delgada en Horno Rotatorio (RTFO), AASHTO T240 y el método de envejecimiento a presión PAV (AASHTO R28-06) y claramente se puede observar como el aditivo propuesto en este estudio evita la rigidez del asfalto debida a la oxidación.

Palabras Clave: Oxidación, Rigidez, Fragilidad, Ductilidad, Módulo de Corte Complejo.

Asphalt is a very attractive material for manufacturing flexible pavements, but like all materials it has limitations, oxidation being one of the main ones. Asphalt, being an organic compound, reacts with oxygen from the environment, changing its structure and molecular composition, creating a more rigid and brittle structure, which is the reason for the term hardening by oxidation or aging. This oxidation reaction of the asphalt begins in the mixing, compacting and laying stage of the asphalt mixture and continues throughout the service stage of the asphalt mixture. An asphalt mix containing a rigid and brittle asphalt is prone to the formation of fatigue cracks and that is where the water penetrates to the base causing damage to the pavement, reducing its durability, hence the need to reduce this stiffness and brittleness of the asphalt due to oxidation and in this study a chemical additive is proposed that added to the asphalt in the manufacturing stage of the mixture reduces its rigidity and brittleness. The selection of the best chemical additive is carried out by studying various rheological properties of both the original and aged asphalt by oxidation processes using the Rolling Thin Film Oven Test (RTFO) AASHTO T240 and the of aging under pressure PAV (AASHTO R28-06) and it can be clearly seen how the additive proposed in this study avoids the stiffness of the asphalt due to oxidation.

Keywords: Oxidation, Stiffness, Fragility, Ductility, Complex Shear Modulus.

INTRODUCCIÓN

La mezcla asfáltica es un material compuesto por un asfalto y un agregado mineral, el asfalto actúa como un agente li-

gante que aglutina las partículas de agregado en una masa cohesiva en forma muy efectiva por lo que resulta un material muy atractivo para fabricar pavimentos flexibles, pero como

Como reducir la rigidez y fragilidad del asfalto debida a la oxidación del mismo

todos los materiales presenta limitaciones, siendo una de las principales la oxidación del mismo.

Debido a que el asfalto está constituido por moléculas orgánicas, estas reaccionan con el oxígeno del medio ambiente, esta reacción se llama oxidación y cambia la estructura y composición de las moléculas del asfalto y el resultado es una estructura más rígida y frágil y es la razón del término endurecimiento por oxidación o por envejecimiento [1]. Una considerable parte del endurecimiento por oxidación del asfalto ocurre durante el proceso de mezclado en caliente y durante la etapa de colocación y compactación de la mezcla asfáltica; en estos procesos se emplea una alta temperatura y el asfalto se encuentra adherido al agregado en forma de una película muy delgada que esta en contacto con grandes cantidades de oxígeno por lo que la reacción de oxidación ocurre a una velocidad mayor comparándola con la velocidad de oxidación a la temperatura de servicio del pavimento. Para la evaluación en el laboratorio del envejecimiento del asfalto durante el proceso de mezclado, colocación y compactación de las mezclas asfálticas se utiliza la prueba de la Película Delgada en Horno Rotatorio (RTFO "Rolling Thin Film Oven Test"), AASHTO T240, ASTM D2872.

Existe otro tipo de endurecimiento del asfalto debido a la oxidación del mismo que ocurre en la vida de servicio del pavimento flexible que ocurre a una velocidad relativamente baja y es mucho más rápido en un clima cálido que en un clima frío. Así el endurecimiento por oxidación es estacional y es más marcado en el verano que en el invierno. Debido a este tipo de endurecimiento, los pavimentos viejos son más susceptibles al agrietamiento que los nuevos, pero incluso, los pavimentos asfálticos nuevos pueden ser propensos a este fenómeno si no se compactan adecuadamente y en este caso, la falta de compactación origina un alto contenido de vacíos en la mezcla, lo que permite a una mayor cantidad de aire ingresar en la mezcla asfáltica y agravar el endurecimiento por oxidación (problema muy grave y constante en México), para simular este envejecimiento con el transcurso del tiempo se creó una prueba de laboratorio utilizando una cámara de envejecimiento a presión "PAV" (Pressurized Aging Vessel AASHTO R28-06), este ensayo expone las muestras del asfalto a la acción de calor y presión con el objeto de recrear en cuestión de horas, años de envejecimiento en servicio del pavimento. Es importante destacar que, por propósitos de especificación, las muestras de asfaltos envejecidas en el PAV previamente son envejecidas en el RTFO,

consecuentemente, el residuo del ensayo PAV ha sufrido todas las condiciones a las que son expuestos los asfaltos durante la producción colocación y servicio. Sin duda un asfalto muy duro después de la prueba del PAV será un asfalto muy rígido y frágil que ofrecerá baja resistencia a la fatiga [1].

Las pruebas de RTFO y PAV oxidan el asfalto bajo una condición constante de laboratorio y solamente son un indicativo de lo que se puede oxidar el asfalto en condiciones reales dado que cada mezcla asfáltica está sometida a diferentes condiciones de fabricación y ambientales tales como temperatura, tiempo de exposición a los rayos UV, latitud y otras más [2]. En este estudio se evalúa como aumenta la rigidez, fragilidad y otras propiedades reológicas del asfalto con y sin aditivos en función de la oxidación del mismo, pero solamente oxidándolo en las pruebas de RTFO y PAV, no se consideran otras pruebas y formas de oxidación. El asfalto utilizado en este estudio fue un asfalto procedente de la refinería de Salamanca, Guanajuato, México y es un asfalto AC-20 conforme a la norma AASHTO M 226-80 (2017) y también es un asfalto grado PG 64-22 conforme a la norma AASHTO M320-17 y también es un asfalto 50/70 conforme a la norma UNE EN 12591.

1.1 Incremento del módulo del asfalto después de las pruebas de RTFO y PAV en función de la temperatura.

El asfalto a temperaturas entre 4° y 90°C muestra la consistencia de un material viscoelástico y una manera de medir su resistencia a ser deformado (rigidez) es por medio de la medición del Módulo Complejo de Corte Dinámico (G^*) utilizando un barrido de temperatura a frecuencia constante de 10 rad/seg y una deformación de 12% para el asfalto original, de 10% para el asfalto después de RTFO y de 1% para el asfalto después de PAV, en la gráfica de la figura 1 se muestra el incremento del Módulo Complejo de Corte Dinámico después de las pruebas de RTFO y PAV en el rango de temperaturas entre 4° y 90°C, en esta gráfica podemos observar que a altas temperaturas ocurre una mayor diferencia entre módulos con respecto a las bajas temperaturas. El método estándar para la determinación del Módulo Complejo de Corte Dinámico empleado fue el AASHTO T 315-19.

El asfalto es un material viscoelástico debido a que exhibe un comportamiento viscoso (fluye ante una carga y pierde su

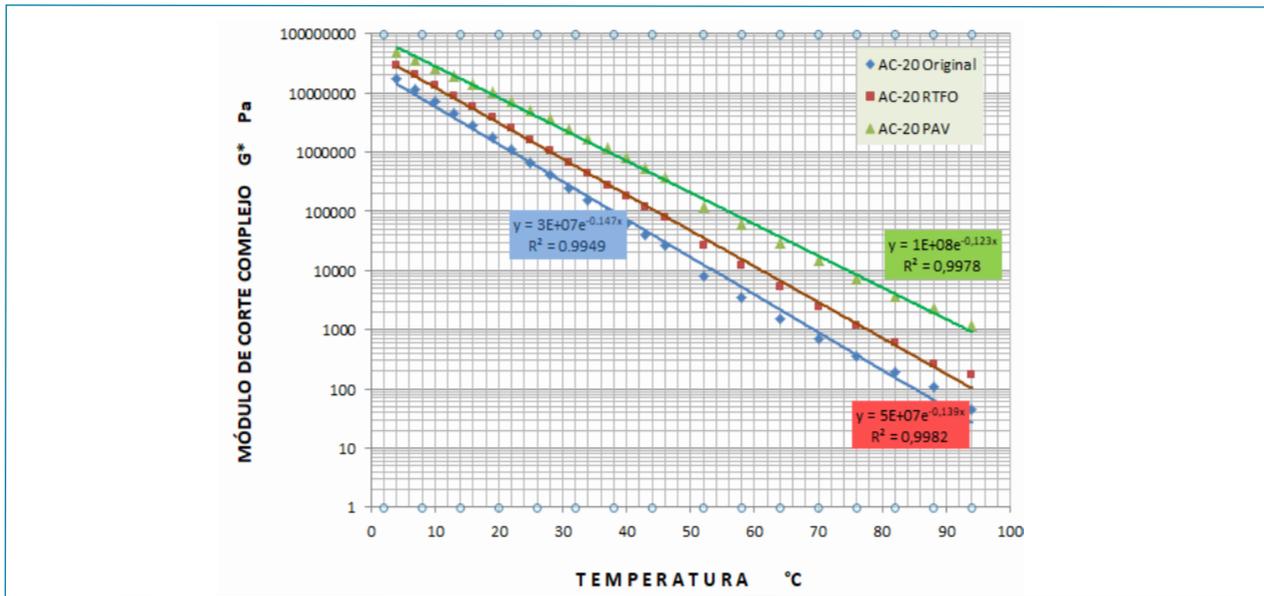


Figura 1. Incremento del Módulo Complejo de Corte Dinámico del asfalto (G^*) después de las pruebas de RTFO y PAV en el rango de temperaturas entre 4°C y 90°C.

forma original) y un comportamiento elástico (se deforma ante una carga y recupera su forma original) al mismo tiempo; cuando la componente elástica y la viscosa son iguales en magnitud, el ángulo de fase es 45° representando un punto de transición "SOL-GEL" (algunos autores lo denominan punto de fusión)[3]. Como ya la mencionamos anteriormente, el asfalto es un compuesto orgánico que reacciona con el oxígeno aumentando su rigidez y su temperatura de transición "SOL-GEL". La velocidad de oxidación se ve enormemente favorecida con el aumento de temperatura, es decir, cuando el asfalto es calentado a altas temperaturas para poder mezclarse con

el agregado formando la mezcla asfáltica que después es colocada y compactada, este aumenta aproximadamente el doble o el triple su temperatura del punto de transición (esto lo observamos al graficar las componentes elástica y viscosa después de la prueba de RTFO) y aumenta hasta cuatro veces después de la prueba de envejecimiento a largo plazo (PAV) [4]. La gráfica de la figura 2 muestra el aumento del punto de transición del asfalto AC-20, partiendo de 9°C (original) y conforme sufre la oxidación en las pruebas de RTFO y PAV aumenta a 19° y 36°C respectivamente.

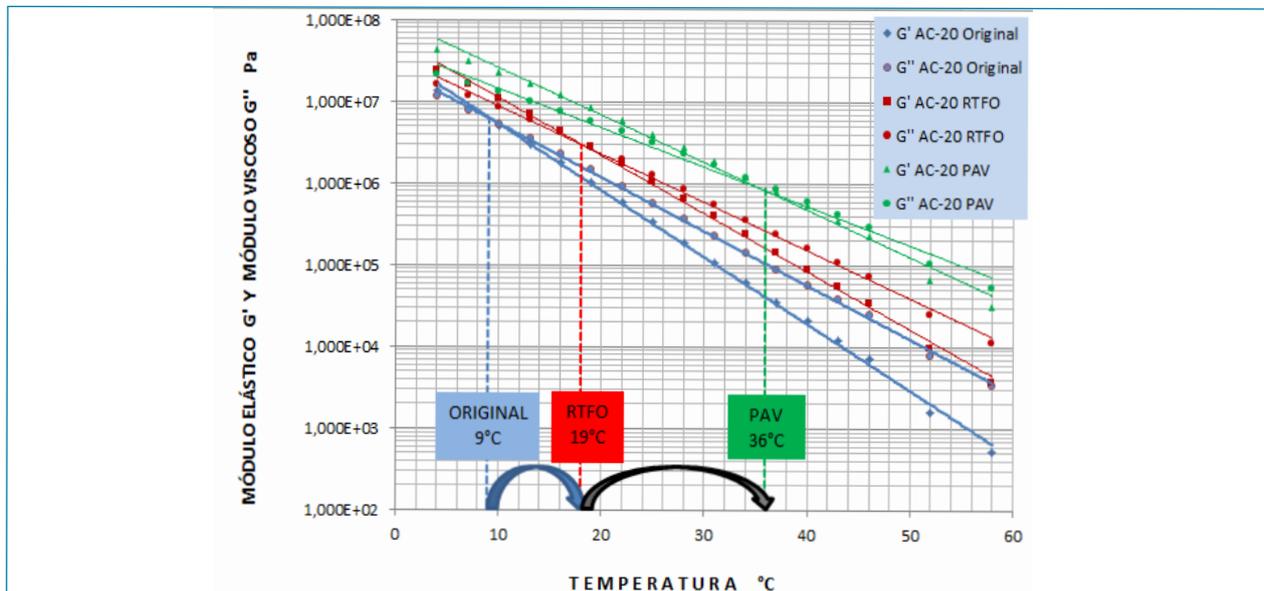


Figura 2. Incremento del Punto de Transición SOL-GEL del asfalto (temperatura donde $\delta=45^\circ$ o $G'=G''$ o $\tan \delta=1$) original, después de RTFO y después de PAV.

Como reducir la rigidez y fragilidad del asfalto debido a la oxidación del mismo

Hemos demostrado como el módulo del asfalto (rigidez) aumenta conforme la temperatura disminuye y conforme el asfalto es oxidado, ahora demostraremos como aumenta la fragilidad del mismo por medio de la medición de la región visco-elástico lineal (LVR) propia del asfalto a una determinada temperatura y condición de envejecimiento utilizando el Reómetro de Corte Dinámico sometiendo una muestra de asfalto a una temperatura y a una frecuencia (10 rad/s) constantes y haciendo un barrido de deformación hasta que su módulo elástico (componente elástica G') comienza a fracturarse o romperse (la norma ASTM D 7175 considera el límite de la Región Visco-Elástica Lineal (LVE) hasta donde el Módulo Elástico varía un 10%) tal cual como un resorte elástico que conforme lo deformamos aplicamos más fuerza llegando hasta una elongación donde se rompe siendo esta deformación el límite elástico del mismo. En la gráfica de la figura 3 podemos observar cómo la región viscoelástica lineal (LVR)[5] se ve reducida conforme disminuye la temperatura en una proporción logarítmica lineal y además podemos observar que a temperaturas menores a 30°C el comportamiento del asfalto presenta una ruptura frágil por la forma en como cae G' .

decir que el asfalto prácticamente por debajo de los 20°C no se hace menos resistente debido a la oxidación pero entre 30°C y 50°C si se observa una pérdida grande de la deformación máxima y es por ello que la fisuración por fatiga ocurre a estas temperaturas después de que el asfalto es oxidado.

Utilizando los datos obtenidos en la prueba de la medición del rango visco-elástico lineal, podemos construir una nueva gráfica utilizando el stress aplicado en relación a la deformación obtenida y podemos apreciar que el stress aumenta conforme disminuye la temperatura y la deformación disminuye conforme disminuye la temperatura hasta alcanzar la condición de romperse, es decir, hablando en sentido figurado el asfalto se comporta como la mantequilla a baja temperatura la cual es difícil de untar en un pan dado que se rompe (asfalto a 4°C línea naranja figura 5), pero al calentarla un poco es muy fácil untarla en el pan (asfalto a 30°C) [6]. En la gráfica de la figura 5 podemos apreciar lo dicho anteriormente.

Finalmente en esta etapa del aumento del módulo en función de la temperatura, clasificamos el asfalto conforme a la norma AASHTO M 320-17, que se caracteriza por clasificar el asfalto en grados de comportamiento "PG" y para ello esta-

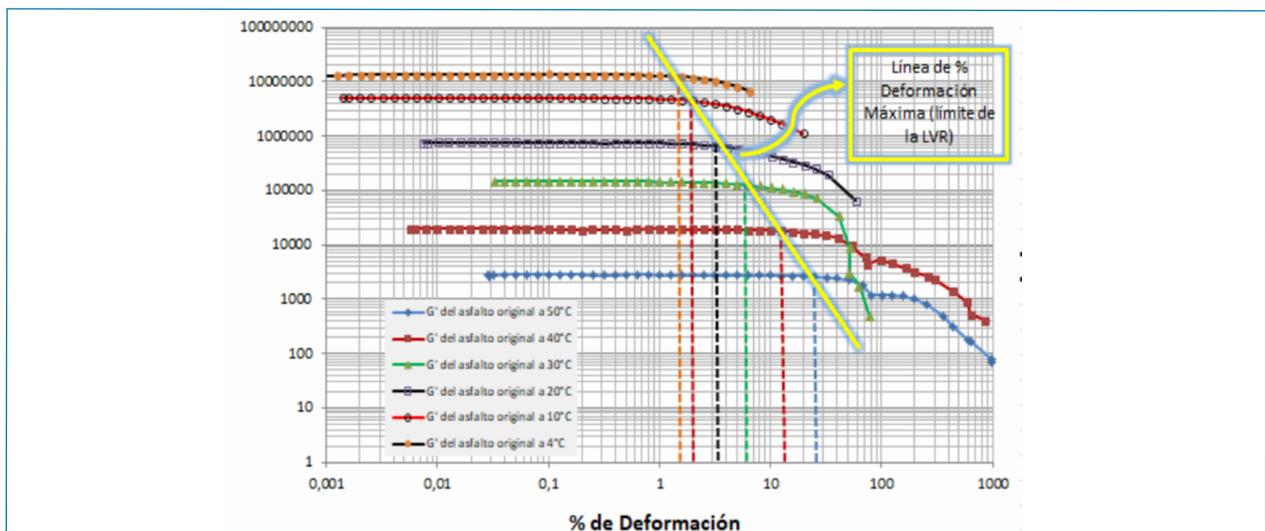


Figura 3. Disminución del rango visco-elástico lineal del asfalto AC-20 original conforme disminuye la temperatura.

En la gráfica de la figura 4 podemos apreciar que el módulo elástico del asfalto G' y la deformación máxima (límite de la región visco-elástica lineal) cambian más conforme a la oxidación a altas temperaturas (entre 40° y 50°C) que a bajas temperaturas (entre 4° y 20°C) indicándonos que el asfalto conforme se oxida se hace más resistente a la deformación permanente pero en cuanto a la fisuración por fatiga podemos

blece ciertos parámetros de control realizados con diferente pruebas que se caracterizan porque en todas ellas se estresa el asfalto dentro del rango visco-elástico lineal y utilizando una frecuencia constante de 10 radianes por segundo. En la tabla 1 se muestran los resultados de los parámetros de control de calidad de esta norma y la clasificación PG del asfalto AC-20.

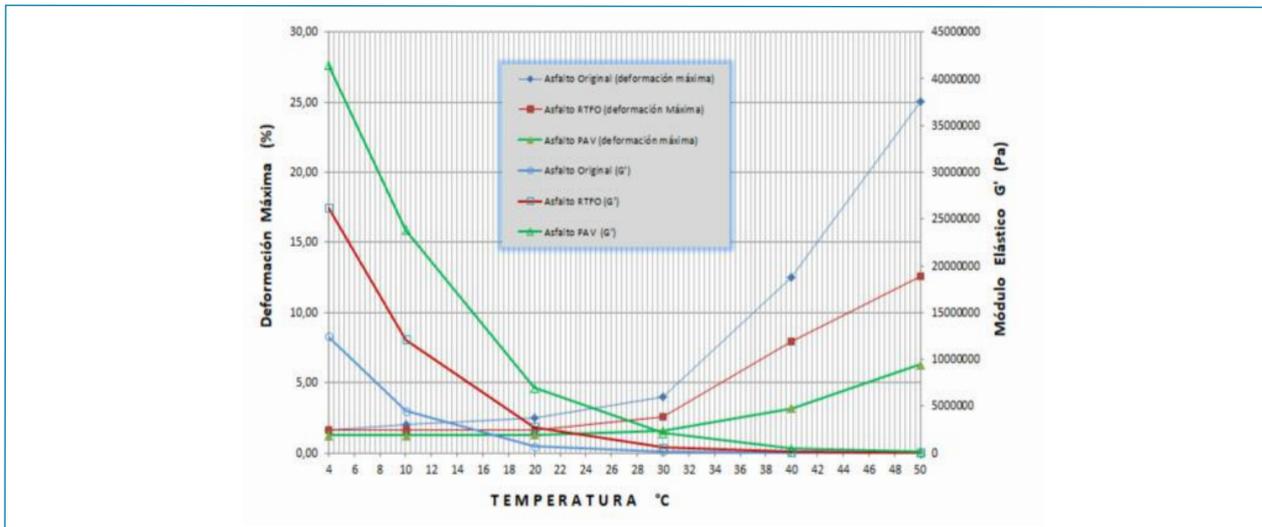


Figura 4. Disminución de la deformación máxima (límite de la región visco-elástica lineal) y aumento del módulo elástico G' del asfalto AC-20 original, después de RTFO y PAV conforme se disminuye la temperatura.

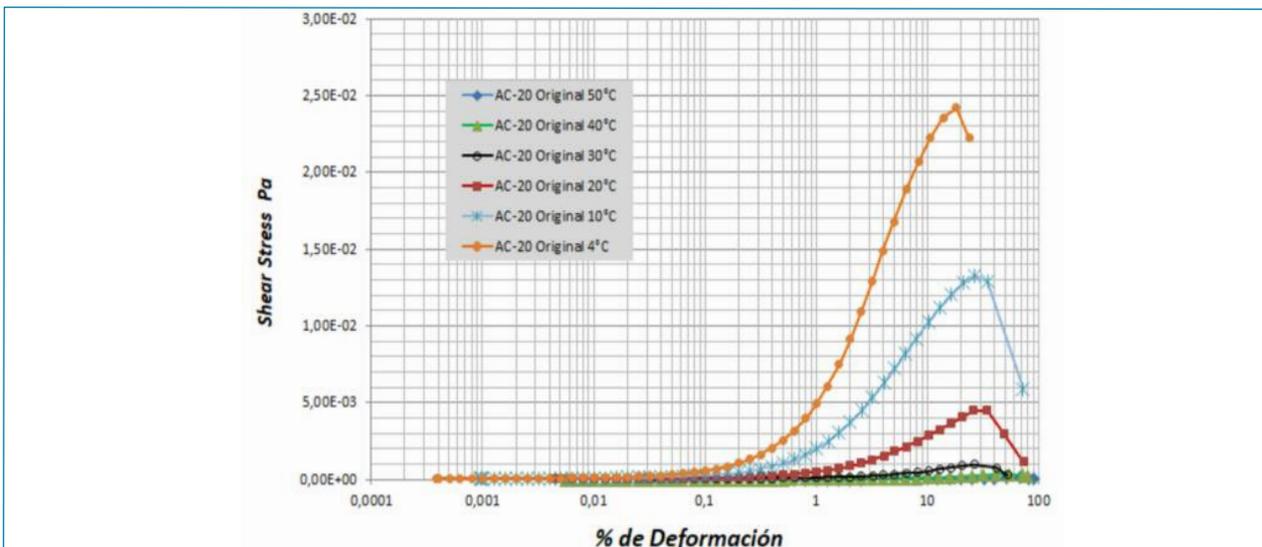


Figura 5. Aumento del stress y disminución de la deformación del asfalto AC-20 conforme disminuye la temperatura.

Tabla 1. Clasificación grado PG del asfalto AC-20 conforme la norma AASHTO M 320-17

Propiedades reológicas del Asfalto AC-20 de la refinería de Salamanca	Condición de envejecimiento	Resultado	Requisito AASHTO M-320
Viscosidad a 135°C	Sin	0.3926 Pa s	3 Pa s, máx.
" G^* / sen d" a la temperatura de 64°C	Sin	1.545 KPa	1.00 KPa, mín.
Pérdida de masa	RTFO	-0.58%	1.00%, máx.
" G^* / sen d" a la temperatura de 64°C	RTFO	5.509 KPa	2.20 KPa, mín.
" G^* sen d" a la temperatura de 25°C	PAV	4828 KPa	5000 KPa, máx.
Rigidez en creep " S " a la temp de prueba de -12°C	PAV	119 MPa	300 MPa, máx
Valor " m " a la temperatura de prueba de -12°C	PAV	0.306	0.300, mín.
Clasificación PG AASHTO M 320-17		64 -22	
Stiffness (rigidez) " S " a la temperatura de prueba de -24°C	Sin envejecimiento	312 MPa	Nota: Grado PG-34 que es 10 grados más que la temperatura de prueba.
Valor m a la temperatura de prueba de -24°C	Sin envejecimiento	0.311	

Como reducir la rigidez y fragilidad del asfalto debido a la oxidación del mismo

En la anterior tabla 1 podemos observar que el asfalto AC-20 utilizado en este estudio es un asfalto grado PG 64 -22, pero si chequeamos el Stiffness (rigidez) y la pendiente "m" de este asfalto sin ninguna condición de envejecimiento vemos que el grado PG inferior es de -34 y si chequeamos el grado superior de este asfalto después de PAV vemos que es de 92, esto es, el asfalto a temperaturas altas cambia por la condición de oxidación en las pruebas de RTFO y PAV de PG 64 a PG 92 (5 grados PG más) y en cambio a bajas temperaturas solo cambia de PG -22 a PG -34 (2 grados PG menos).

1.2 Incremento del Módulo Complejo de Corte Dinámico del asfalto después de las pruebas de RTFO y PAV en función tiempo de carga, es decir en función de la "FRECUENCIA" aplicada.

Los resultados reológicos del asfalto AC-20 en el punto 1.1 se han obtenido utilizando una frecuencia constante de 1.59 Hertz (10 rad/seg) y lo que se ha variado es la temperatura debido a que así lo estipulan los métodos de AAHSTO y ASTM, pero sabemos que el asfalto también es susceptible a la frecuencia (tiempo de carga) comportándose como un líquido a

bajas frecuencias (mucho tiempo de carga) y como un sólido a altas frecuencias (poco tiempo de carga) por lo que en la gráfica de la figura 6 se muestran los resultados de la variación del módulo complejo "G*" en función de la frecuencia reducida obteniendo así la curva maestra del Asfalto AC-20 Original, después de RTFO y después de PAV. Esta curva maestra se elabora mediante el desplazamiento horizontal de las isoterms (barrido de frecuencia a diferentes temperaturas) formando una curva única teniendo como base una isoterma de referencia, entonces la frecuencia de cada isoterma es multiplicada por un factor de desplazamiento que mueve esta hasta alcanzar a tocar los puntos de la isoterma de referencia, por lo que para poder entender como varía el módulo complejo del asfalto "G*" en función de la temperatura y frecuencia " $G^* = f(\omega, T)$ " a la curva maestra se le debe de adicionar la gráfica del factor de desplazamiento en función de la temperatura.

Continuando con la susceptibilidad del asfalto al tiempo de carga, se realizó la prueba de LAS ("Linear Amplitude Sweep Test AASHTO TP 101) y los resultados son mostrados en la figura 7 [7].

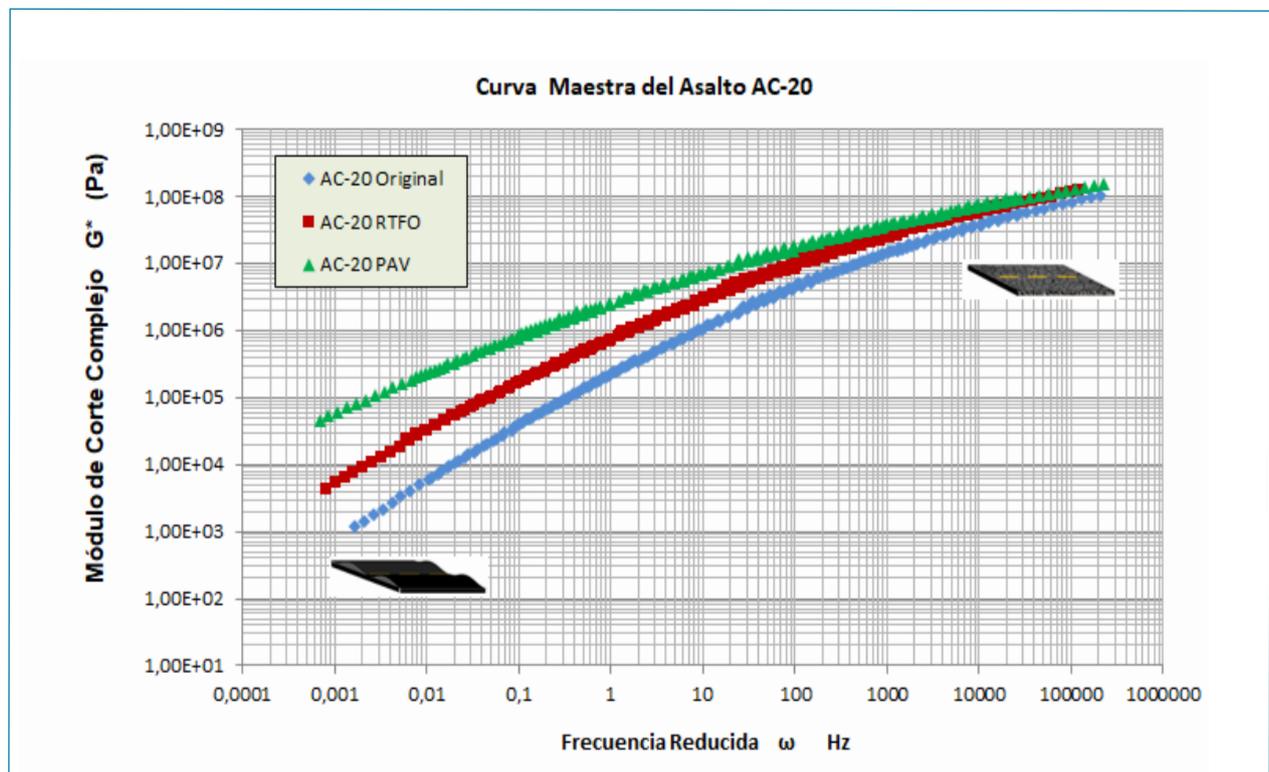


Figura 6. Variación del Módulo Complejo del Asfalto "G*" AC -20, Original, después de RTFO y después de PAV en función de la frecuencia figurada.

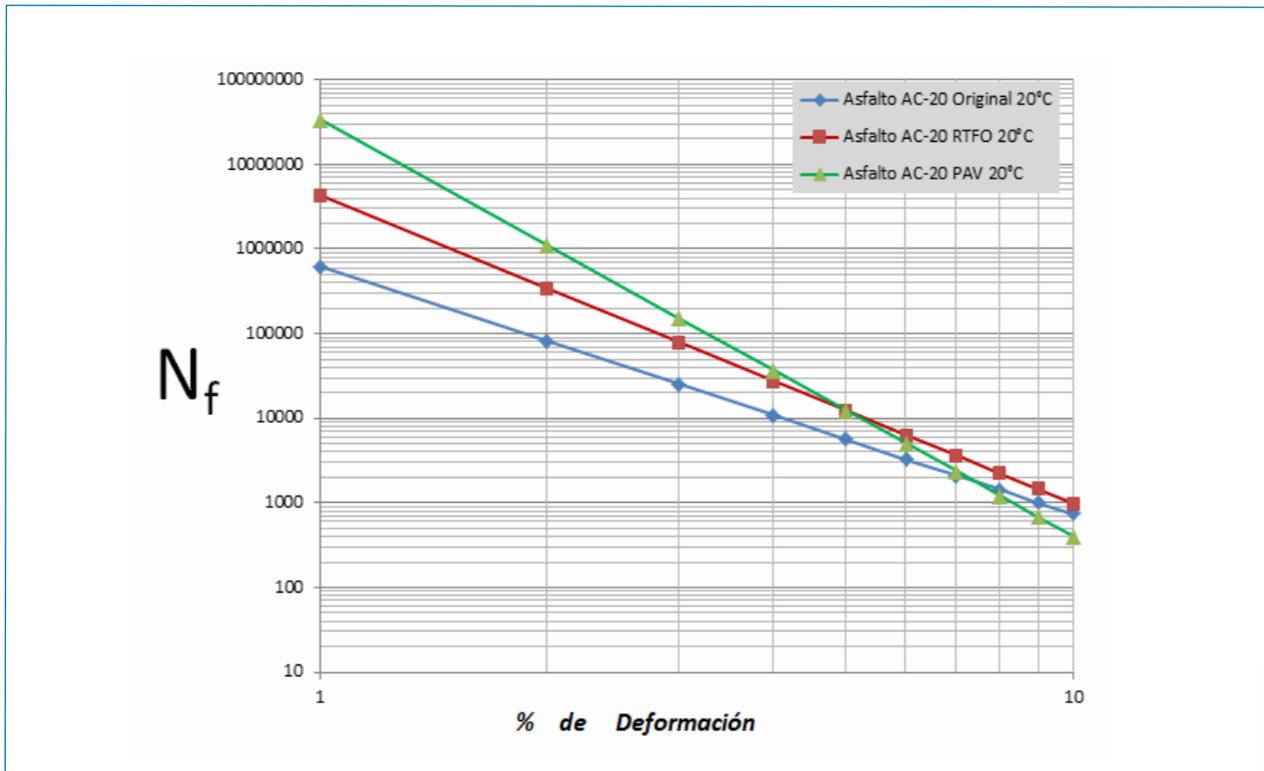


Figura 7. Número de ciclos a la falla del asfalto original, después de RTFO y después de PAV.

2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

El objetivo de este trabajo es demostrar el aumento de la rigidez (módulo) y fragilidad del asfalto AC-20 causado por la oxidación del mismo empleando las pruebas de RTFO y PAV, así como la evaluación de diferentes aditivos que al reducir la oxidación reducen esta rigidez (aditivos anti-envejecimiento). Esta evaluación de estos aditivos se llevó a cabo utilizando diversas pruebas que nos indican claramente la rigidez y fragilidad del asfalto.

2.1 Aditivos empleados para evitar la rigidez y fragilidad del asfalto debida a la oxidación.

En este estudio se utilizaron varios tipos de aditivos “Anti-Envejecimiento” utilizados a nivel industrial y de laboratorio, cada uno de ellos fue mezclado con asfalto AC-20 para después ser evaluados con las pruebas indicadas en el punto 2.2. La dosis (respecto al peso del asfalto) y tipos de aditivos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Aditivos “Anti-Envejecimiento” utilizados en este estudio

Aditivos (Nomenclatura Comercial)	Letra de Identificación	Dosis (% respecto peso asfalto)
Mezcla Poliaminas	A	6
Furfural	B	6
Aceite Orgánico	C	6
Trimetilol Propano TMP	D	6
Bentonita	E	6
Aceite Aromático	F	6

Como reducir la rigidez y fragilidad del asfalto debido a la oxidación del mismo

2.2 Pruebas empleadas en la evaluación de la rigidez (módulo) y fragilidad del asfalto.

El asfalto modificado con cada uno de los aditivos mostrados en la tabla 2 fue evaluado en forma original, después de RTFO y después de PAV utilizando las siguientes pruebas:

- 1) Aumento del Módulo Complejo en función de la temperatura (ver figura 1).
- 2) Determinación del punto de transición "Sol-Gel" (ver figura 2).
- 3) Comparación entre el stress aplicado y la deformación (ver figura 5).
- 4) Clasificación del asfalto PG según norma AASHTO M-320-17 (ver tabla 1)
- 5) Determinación de la rigidez empleando la curva maestra (ver figura 6).
- 6) Determinación del número de ciclos a la falla "Prueba LAS" (ver figura 7).

3. RESULTADOS

El asfalto AC-20 modificado con cada uno de los aditivos mostrados en la tabla 2 fue evaluado en cuanto a su resistencia a disminuir su rigidez y fragilidad utilizando las pruebas mencionados en el punto 2.2.

3.1 Resultados comparativos entre los asfaltos modificados con los diferentes aditivos.

En la Figura 8 se muestran los resultados comparativos entre los diferentes asfaltos modificados con diferentes aditivos utilizando las pruebas mencionadas en el punto 2.2, en cada prueba se le dio la calificación de 6 al aditivo que más redujo la rigidez y de 1 al aditivo que menor redujo la rigidez, se puede apreciar claramente que el aditivo "A" que es una mezcla de poliaminas fue el que redujo la rigidez y fragilidad del asfalto en todas las pruebas.

3.2 Reducción de la rigidez a diferentes temperaturas utilizando el aditivo "Mezcla de Poliaminas aditivo A".

En la gráfica de la Figura 9 se muestran la reducción del módulo de corte complejo "G*" del asfalto modificado con el aditivo "A" respecto al asfalto AC-20 sin ningún aditivo original y después de la prueba de PAV.

3.3 Punto de transición Sol-Gel y Clasificación del grado PG del asfalto AC-20 y de este modificado con el aditivo "A"

En la tabla 3 se muestra el grado PG del asfalto modificado con el aditivo "A" y del asfalto AC-20 sin ningún aditivo, podemos observar que el asfalto con el aditivo "A" tiene un grado PG inferior de menos 34°C que es el mismo del asfalto AC-20 pero este sin ser so-

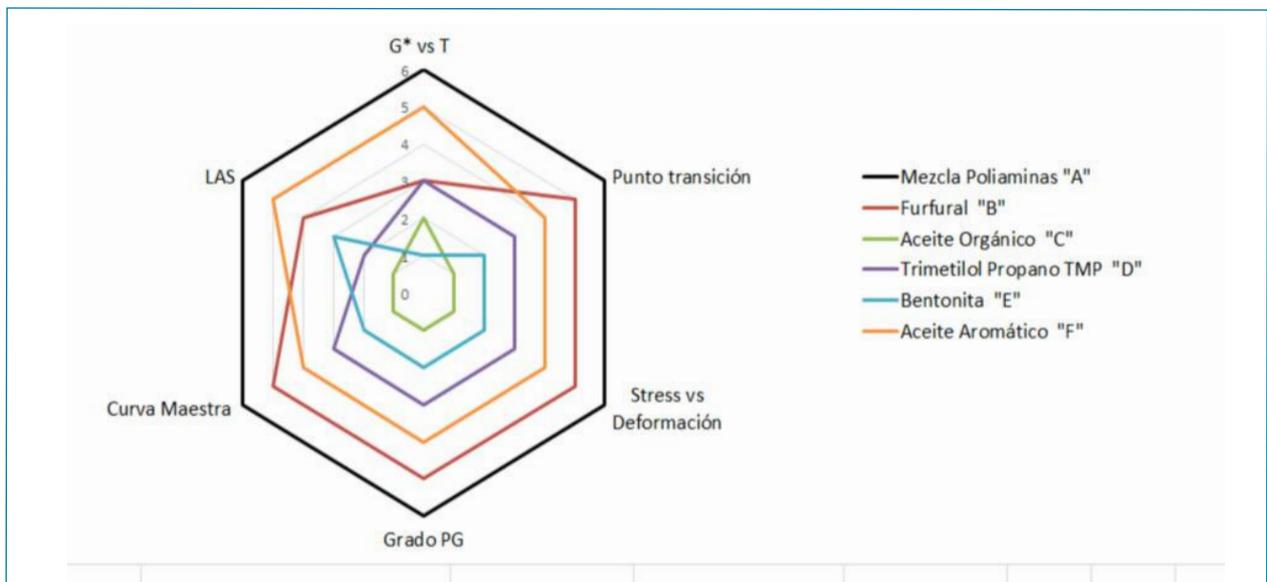


Figura 8. Gráfica comparativa entre asfaltos modificados con los aditivos utilizando las pruebas 2.2

metido a ninguna prueba de oxidación (ver tabla 1 renglón sombreado), también en esta tabla 3 podemos ver como el punto de transi-

ción "Sol-Gel" del asfalto con el aditivo "A" es 19°C y del asfalto AC-20 es de 36°C ambos después de RTFO y PAV.

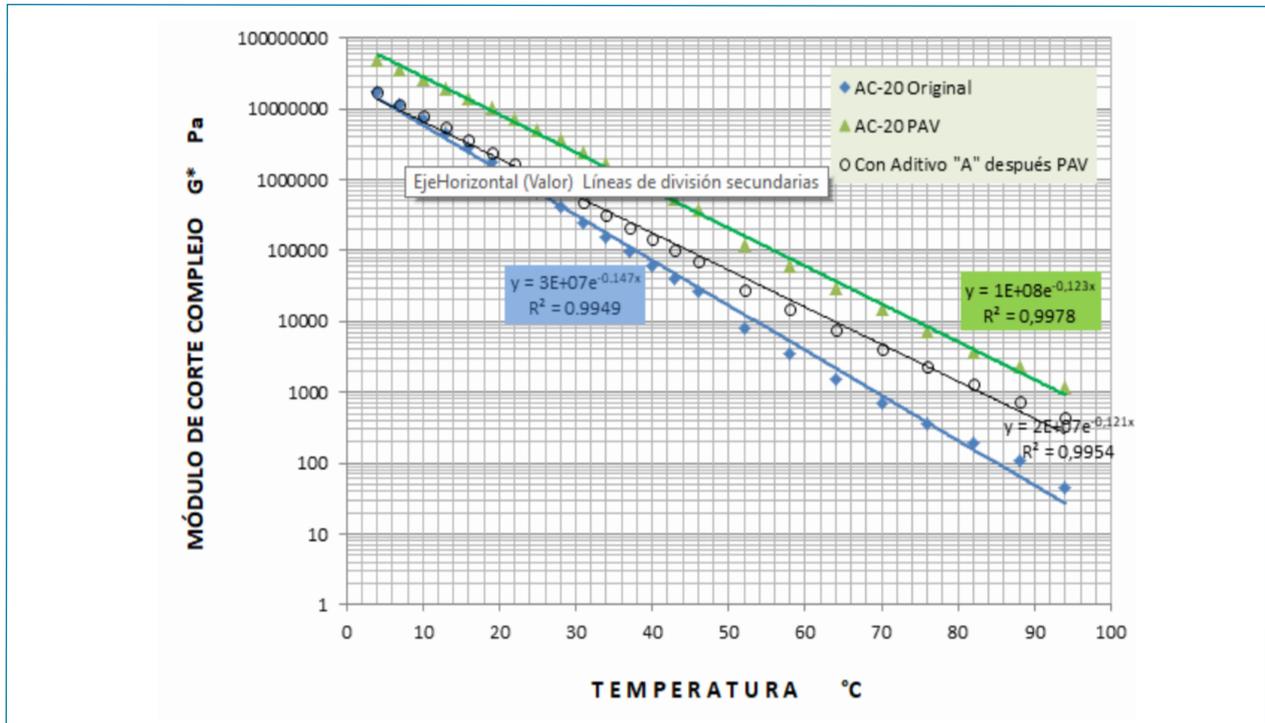


Figura 8. Gráfica comparativa entre asfaltos modificados con los aditivos utilizando las pruebas 2.2

Tabla 3. Clasificación grado PG del asfalto AC-20 con y sin el aditivo "A" conforme la norma AASHTO M 320

Propiedades reológicas del Asfalto AC-20 con y sin el aditivo "A"	Condición de envejecimiento	AC-20	AC-20 más aditivo "A"
Punto de inflamación	Sin	275°C	270°C
Viscosidad a 135°C	Sin	0.3926 Pa s	0.6251 Pa s
"G* / sen δ" a la temperatura de:	Sin	1.545 KPa (64°C)	1.295 KPa (70°C)
Pérdida de masa	RTFO	-0.58%	-0.60%
"G* / sen δ" a la temperatura de:	RTFO	5.509 KPa (64°C)	2.249 KPa (70°C)
"G* sen δ" a la temperatura de:	RTFO	4828 KPa (25°C)	1200KPa (22°C)
Rigidez en creep "S" a la temperatura de prueba de:	PAV	119 MPa (-12°C)	209MPa (-24°C)
Valor "m" a la temperatura de prueba de:	PAV	0.306 (-12°C)	0.303 (-24°C)
Clasificación PG AASHTO M 320-10		64 -22	70 -34
Punto transición Sol-Gel (ver figura 2)	PAV	36°C	19°C

Como reducir la rigidez y fragilidad del asfalto debido a la oxidación del mismo

3.4 Disminución del stress aplicado para obtener la deformación máxima utilizando el aditivo "A".

En la gráfica de la figura 10 podemos apreciar que se requiere de menor cantidad de stress para deformar al asfalto con el aditivo "A" que con el asfalto AC-20 ambos después de PAV, incluso el asfalto con el aditivo "A" después de PAV es ligeramente más dúctil que el asfalto AC-20 original, esta gráfica muestra los valores a 4°C pero en todas las temperaturas se presentó el mismo patrón de conducta, es decir, el asfalto con el aditivo "A" siempre fue más dúctil.

pués de PAV así como el de este más la adición del aditivo "A" después de PAV y podemos observar que este último después de PAV es similar al del AC-20 original, es decir, el aditivo "A" logro reducir la rigidez del asfalto debido a la oxidación.

3.6 Determinación del número de ciclos a la falla, prueba LAS.

En la gráfica de la figura 12 podemos ver que el asfalto con el aditivo "A" después de PAV presenta más número de ciclos a la falla utilizando cualquier deformación, es decir, a bajas deformaciones (1%) tiene prácticamente el mismo Nf (número de ciclos a la falla) que el asfalto AC-20 después de PAV pro-

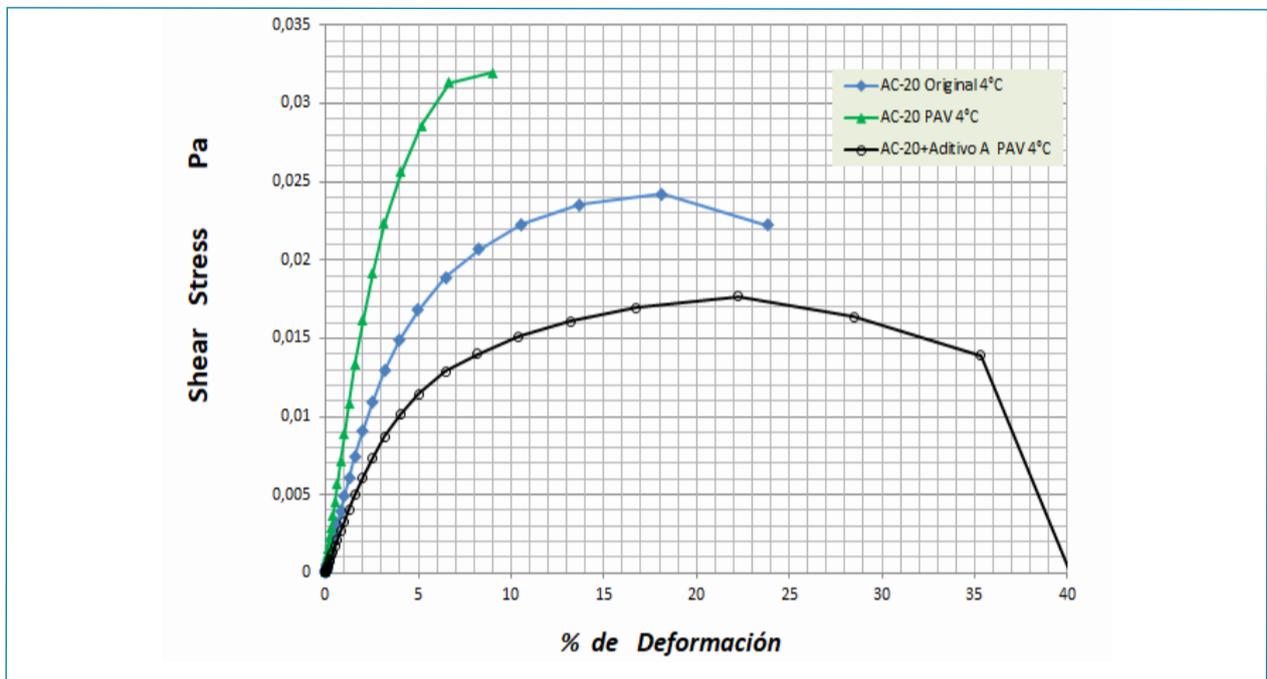


Figura 10. Esfuerzo de corte (Shear Stress) en función de la deformación del asfalto AC-20 original y después de PAV, así como la de este más la adición del aditivo "A" después de PAV.

3.5 Curva Maestra comparativa entre el asfalto AC-20 y de este modificado con el aditivo "A".

En la gráfica de la Figura 11 se muestra la variación del módulo de corte complejo "G*" del asfalto AC-20 original y des-

pio de un comportamiento rígido pero a altas deformaciones (10%) presenta el mayor Nf propio de un comportamiento dúctil, entonces deducimos que el asfalto con el aditivo "A" después de PAV presenta un comportamiento tenaz (muy diferente a la línea verde).

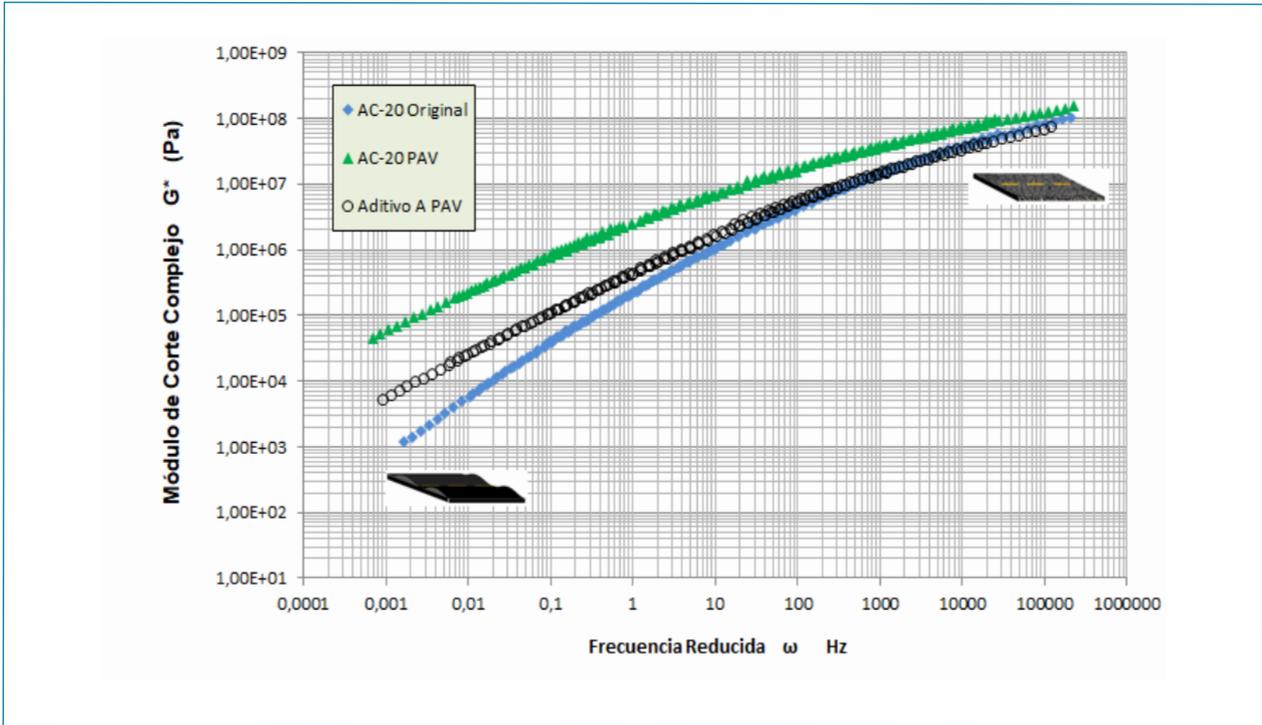


Figura 11. Variación del módulo de corte complejo "G*" del asfalto AC-20 original y después de PAV así como el de este más la adición del aditivo "A" después de PAV en función de la frecuencia reducida.

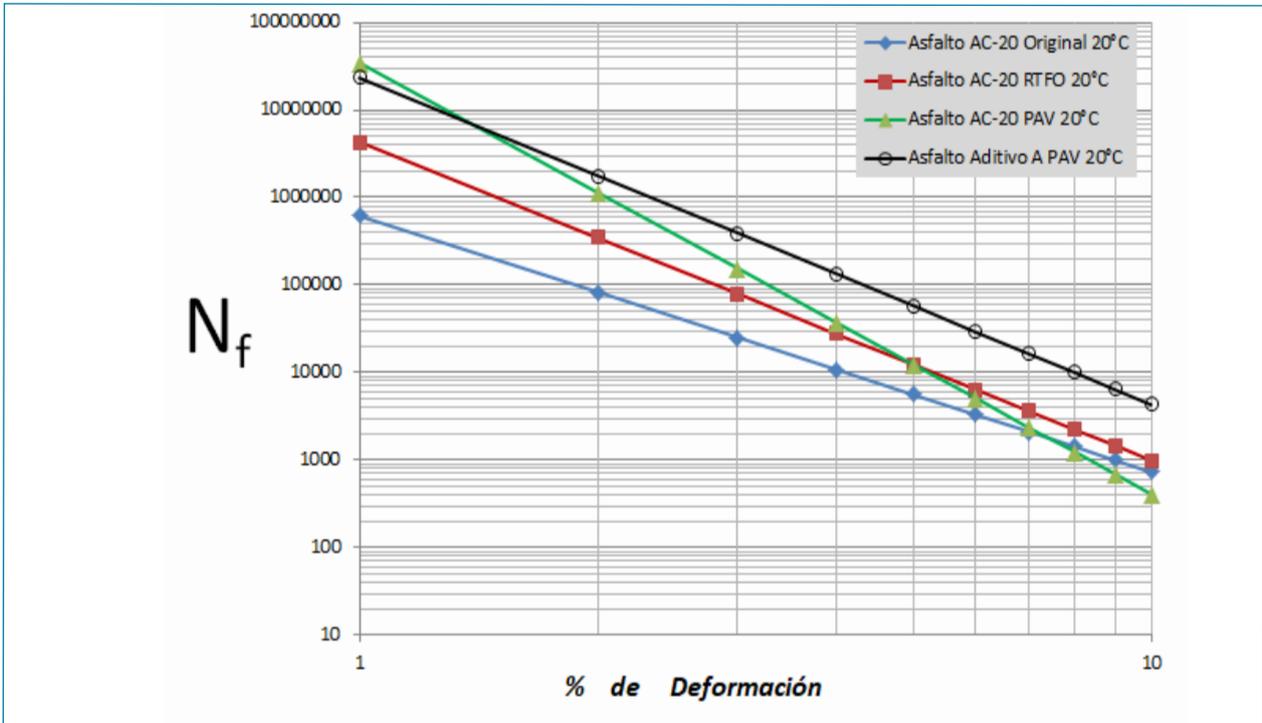


Figura 12. Número de ciclos a la falla en función de la deformación aplicada utilizando la prueba "LAS"

4. CONCLUSIONES

- El asfalto AC-20 aumenta su rigidez y fragilidad debido a la oxidación del mismo llevada a cabo con las pruebas de RTFO (AASHTO T240) y PAV (AASHTO R28-06), este aumento de rigidez y fragilidad es más significativo a las temperaturas entre 30°C y 82°C.
- El asfalto AC-20 disminuye su rango de la región viscoelástica lineal (ductilidad) conforme disminuye la temperatura y con el aumento de la oxidación del mismo utilizando las pruebas de RTFO y PAV.
- El punto de transición "SOL-GEL" del asfalto AC-20 original es de 9°C y aumenta a 19°C después de RTFO y aumenta 36°C después de la prueba de PAV, aumentando la probabilidad de fisuración a estas temperaturas.
- El asfalto AC-20 después de PAV aumenta su módulo de corte complejo a bajas frecuencias haciendo un asfalto más resistente a la deformación permanente pero también aumenta su módulo a altas frecuencias haciendo en asfalto susceptible a la fisuración.
- El asfalto AC-20 modificado con el aditivo "A" disminuye la rigidez y fragilidad del mismo debida a la oxidación utilizando las pruebas de RTFO y PAV, ya que respecto a este sin aditivo:
 - a) Se observó una disminución del módulo de corte complejo en el rango de temperaturas entre 4° y 94°C.
 - b) El grado PG según la norma AASHTO M320-17 fue de 70-34, mientras que sin aditivo fue 64-22.
 - c) El punto de transición "SOL-GEL" fue de 19°C, mientras que sin aditivo fue de 36°C.
 - d) Se observa una mayor deformación antes de romperse, es decir mayor ductilidad a 4°C.
 - e) Utilizando la curva maestra a bajas frecuencias presentó un menor módulo complejo, es decir menor rigidez haciéndolo más resistente a la fisuración por fatiga y térmica y a altas frecuencias presentó mayor módulo haciéndolo más resistente a la deformación permanente.
 - f) Se observa mayor número de ciclos a la falla a cualquier porcentaje de deformación.

5. REFERENCIAS

- [1] Antecedentes del diseño y Análisis de Mezclas Asfálticas Superpave. Asphalt Institute, USA.
- [2] Estudio físico-químico de la oxidación del betún asfáltico y su relación con la fatiga a temperaturas intermedias de servicio. Rafael Ernesto Villegas, Alejandra Baldi, José Pablo Aguiar, Luis Guillermo Loría-Salazar.
- [3] Thomas G. Mezger. Applied Rheology. ISBN 978-3-9504016-0-8.
- [4] Yam Nath Gotame. RELATIONSHIP BETWEEN PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF STRAIGHT AND RECOVERED ASPHALT BINDERS FROM ONTARIO. September 2016.
- [5] HIGH-TEMPERATURE CHARACTERIZATION OF 1 HIGHLY MODIFIED ASPHALT BINDERS AND MIXTURES. Alaeddin Mohseni, Haleh Azari. TRB 2014, USA.
- [6] MECHANICAL PROPERTIES OF MATERIALS. David Roylance. 2008.
- [7] Bitumen fatigue performance evaluation. Ronald van Rooijen, Luc Planque, Marcel Wegmann. 2016.

UNE-EN 12697-37:2003

Ensayo de arena caliente para determinar la adhesividad de ligante sobre la gravilla preenvuelta para HRA

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

Javier Loma, javierloma@padecasa.com

Padecasa

1. Objeto y principio del ensayo

Ensayo llamado “de arena caliente” empleado para determinar en condiciones especificadas la capacidad de adherencia del ligante que recubre la gravilla preenvuelta que es aplicada en la superficie de las mezclas bituminosas tipo HRA (Hot Rolled Asphalt, UNE EN 13108-4).

Esta propiedad es medida por diferencia de pesadas y también visualmente.

2. Método operativo

Se toman varias fracciones (10) en diferentes puntos del acopio de la gravilla preenvuelta que obtener una muestra representativa de unos 25 kilos de material.

La norma UNE EN 13108-4 en su apartado 3.1.9. define como gravilla lacada o preenvuelta: “Partículas de áridos de mismo tamaño nominal, que tiene alta resistencia al pulimento y que están ligeramente recubiertas con ligante de alta viscosidad. Las gravillas siempre están laminadas y forman parte de una capa de rodadura de las mezclas HRA.”, y en su anexo C los requisitos relativos al lacado de la gravilla.



Foto 1. Gravilla lacada.

La muestra se divide por cuarteo, según la UNE EN 12697-28, hasta disponer de una cantidad menor con un peso comprendido entre 2 y 3 kilos.

Se preparan 2 bandejas con arena sílicea hasta alcanzar una altura de 25 mm en la bandeja y se introduce en la estufa a una temperatura entre 125°C y 130°C.

Se tamizan las gravillas preenvueltas por las aberturas correspondientes para los diferentes tamaños de 20 mm (tamiz de 10 mm), 14 mm (tamiz de 6,3 mm), 11 mm (tamiz de 5,6 mm) o 8 mm (tamiz de 4 mm). Se comprueba que las gravillas estén sin humedad, pudiendo secarse en estufa a 60°C si fuese necesario.

Se pesa la muestra de gravilla tamizada con una aproximación de gramo, W1.

En una de las bandejas con arena caliente a la temperatura de 125°C-130°C se vierte la gravilla seca sobre la misma hasta obtener una capa uniforme sin que exista contacto entre las partículas de áridos, no debiendo pasar más de 3 minutos para realizar esta operación para evitar pérdida de calor.

Se vierte la arena de la segunda bandeja sobre la primera cubriendo la gravilla y se introduce en la estufa para mantenerla a una temperatura no inferior a 100°C durante 10 minutos.

UNE-EN 12697-37:2003 Ensayo de arena caliente para determinar la adhesividad de ligante sobre la gravilla preenvuelta para HRA



Foto 2. Arena y arenisca silíceas..

Se saca de la estufa y se vierte la arena y la gravilla sobre el tamiz 4 mm, dejando que la arena caiga libremente por las aberturas del tamiz y que la gravilla quede sobre el mismo durante 10 minutos hasta enfriar.



Foto 3. Gravilla lacada sobre arena silícea.

La gravilla se introduce en el bote de metal lleno de arenisca y se agita aplicando un total de 100 ciclos en 60 segundos, con una amplitud de desplazamiento de unos 100 mm.

Para finalizar, se saca la gravilla y la arenisca y se tamiza por 4 mm, lavando con un chorro fuerte de agua fría. La gravilla se deja sobre un papel hasta que esté completamente seca (se permite secar con aire caliente).

Se pesa la muestra de gravilla W2.

Se examina la gravilla visualmente y se rechazan las partículas que tengan menos del 50% de la superficie recubierta de arena, pesando la gravilla rechazada con W3.

Resultados:

- Proporción de arena retenida sobre la gravilla expresada con una aproximación de 0,1%

$$\text{Proporción de arena retenida} = 100 \frac{W_2 - W_1}{W_1} \text{ expresada en \%}$$

- Proporción de gravilla rechazada, expresada con una aproximación de 0,1%

$$\text{Proporción de gravilla que falla} = 100 \frac{W_3}{W_1} \text{ expresada en \%}$$

3. Equipamiento

Este ensayo precisa equipamiento que generalmente está disponible en todos los laboratorios, por lo que no requiere una inversión adicional.

Materiales, áridos.

Arena y arenisca silícea, con coeficiente de flujo FCF, según UNE EN 933-6, mayor de 27 s y cumpla la siguiente granulometría:

Granulometría de la arena y de la arenisca		
Tamiz de ensayo mm	Proporción por masa que pasa	
	Arena silícea %	Arenisca silícea %
2	-	100
1	-	70 a 80
0,500	100	0 a 15
0,250	65 a 75	-
0,125	0 a 10	0

Aparatos.

- Estufa regulada por termostato para mantener la temperatura entre 125°C y 130°C
- Balanza con precisión de ±1g.
- Dos bandejas metálicas con tamaño mínimo de 400mm x 350mm x 60mm. o bandejas menores con una superficie total de 0,3 m2.
- Termómetro que pueda medir la temperatura en un rango entre 100°C y 130°C y con precisión de ±1°C.
- Juego de tamices de acuerdo con la Norma Europea UNE EN 13043 y conforme con la norma UNE EN 933-2, con diámetro entre 200 mm o 350 mm, y aberturas de 4 mm, 5,6 mm, 6,3 mm, 10 mm.
- 2 botes cilíndricos de metal con capacidad de 5,0±0,5 litros.

4. Puntos Críticos

Esta norma está redactada para su aplicación sobre gravillas preenvueltas para su utilización en las capas de rodadura de mezclas HRA., materiales no especificados ni utilizados en nuestro país.

Algunos de los apartados de la norma no presentan suficiente claridad o precisión respecto a las condiciones, temperaturas o los tiempos.

5. Comentarios

Es un ensayo rápido y sencillo, que permite obtener una valoración inicial sobre la adherencia de una arena calibrada a las partículas de árido preenvueltas con ligante.

La ejecución del ensayo podría aportar información adicional para valorar el grado de cubrimiento de las partículas lacadas (Anexo C de la Norma UNE EN 13108-4) y su posterior empleo en tratamientos superficiales o incluso los procesos de microincrustación.

6. Bibliografía

- UNE EN 13108-4 Mezclas HRA.
- UNE EN 12697-13. Medición de la temperatura.
- UNE EN 12697-27. Toma de muestras.
- UNE EN 12697-28. Preparación de las muestras.
- UNE EN 933-6 Coeficiente de flujo de los áridos.

La evaluación en el laboratorio de la capacidad de adherencia de las partículas del árido lacadas con ligante sobre una superficie de mezcla bituminosa puede aportar importante información sobre el funcionamiento del conjunto en el pavimento.



Abrimos paso a nuevas ideas

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

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 10 de noviembre de 2021 hasta el 4 de marzo de 2022.

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

NORMATIVA EN PROYECTO

- **PNE-pr EN 12846-1 (Última publicación año 2011). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligante bituminosos. Determinación del tiempo de fluencia por medio de un viscosímetro de flujo. Parte 1: Emulsiones bituminosas.
- **PNE-pr EN 12846-2 (Última publicación año 2011). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligante bituminosos. Determinación del tiempo de fluencia por medio de un viscosímetro de flujo. Parte 2: Betunes fluidificados y fluxados.
- **PNE-pr EN 12847 (Última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligante bituminosos. Determinación de la tendencia a la sedimentación de las emulsiones bituminosas.
- **PNE-pr EN 12850 (Última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligante bituminosos. Determinación del pH de las emulsiones bituminosas.
- **PNE-pr EN 14023 (Última publicación año 2010). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligantes bituminosos. Estructura de especificaciones de los betunes modificados con polímeros
- **PNE-pr EN 17643 (Norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Betunes y ligante bituminosos. Determinación de la temperatura del módulo de corte equidistante utilizando un reómetro de corte dinámico (DSR). Ensayos BTSV

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

NORMATIVA PUBLICADA

- **UNE-EN 12697-1:2022 (Publicada febrero 2022)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 1: Contenido de ligante soluble
- **UNE-EN 12697-2:2015+A1:2022 (Publicada febrero 2022)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas
- **UNE-EN 12697-6:2022 (Publicada febrero 2022)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 6: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas
- **UNE-EN 12697-11:2022 (Publicada febrero 2022)** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 11: Determinación de la afinidad entre áridos y betún.

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

NORMATIVA EN PROYECTO

- **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 12272-3 (última publicación año 2003). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Tratamientos superficiales. Métodos de ensayo. Parte 3: Determinación de la adhesión entre ligante y árido por el método de ensayo de choque de la placa Vialit.

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

NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- **PNE-prEN 12697-4 (última publicación año 2015). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 4: Recuperación de betún: Columna de fraccionamiento
- **PNE-EN 12697-7 (última publicación año 2014). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 7: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas mediante rayos gamma
- **PNE-EN 12697-14 (última publicación año 2001). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 14: Contenido de agua
- **PNE-EN 12697-15 (última publicación año 2003). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 15: Determinación de la sensibilidad a la segregación
- **PNE-EN 12697-19 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 19: Permeabilidad de las probetas
- **PNE-EN 12697-20 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 20: Ensayo de indentación utilizando probetas cúbicas o Marshall
- **PNE-EN 12697-21 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 21: Ensayo de indentación utilizando probetas planas
- **PNE-EN 12697-22 (última publicación año 2008). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 22: Ensayo de rodadura
- **PNE-EN 12697-26 (última publicación año 2018). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 26: Rigidez
- **PNE-EN 12697-28 (última publicación año 2001). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 28: Preparación de muestras para la determinación del contenido de ligante, contenido de agua y granulometría
- **PNE-EN 12697-29 (última publicación año 2003). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 29: Determinación de las dimensiones de las probetas bituminosas
- **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-EN 12697-34 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 34: Ensayo Marshall
- **PNE-prEN 12697-36 (última publicación año 2003). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 36: Determinación del espesor de pavimentos bituminosos
- **PNE-prEN 12697-37 (última publicación año 2003). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 37: Ensayo de arena caliente para determinar la adhesividad del ligante sobre la gravilla preenvuelta para HRA
- **PNE-prEN 12697-38 (última publicación año 2006). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 38: Equipos comunes y calibración
- **PNE-EN 12697-39 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 39: Contenido de ligante por ignición
- **PNE-EN 12697-40 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 40: Drenabilidad in situ
- **PNE-prEN 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 12697-42 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 42: Cantidad de materia extraña en asfalto recuperado
- **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 12697-45 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 45: Ensayo de rigidez a tracción tras acondicionamiento en saturación (SATS)
- **PNE-EN 12697-46 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 46: Fisuración y propiedades a baja temperatura mediante ensayos de tracción uniaxial
- **PNE-prEN 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 12697-48 (norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 48: Adherencia entre capas

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

NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- **PNE-EN 12697-49 (norma nueva).** ESTADO: **TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 49: Determinación del rozamiento tras el pulido
- **PNE-CEN/TS 12697-50 (norma nueva).** ESTADO: **TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 50: Resistencia al desgaste
- **PNE-EN 12697-53 (norma nueva).** ESTADO: **TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 53: Incremento de la cohesión por el método de la esparsión
- **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-EN 12697-55 (norma nueva).** ESTADO: **TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 55: Evaluación organoléptica de la compatibilidad de los materiales constituyentes de una mezcla con emulsión de betún
- **PNE-EN 12697-56 (norma nueva).** ESTADO: **TRAMITACIÓN EN AENOR** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 56: Preparación de muestras mediante compactación estática
- **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 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
- **DIN EN 17392-1 (norma nueva).** ESTADO: **RETIRADA** Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for road materials - Part 1: Bituminous mixtures; German and English version prEN 17392-1:2020 / Note: Date of issue 2020-03-13
- **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 932-3 (última publicación año 2004).** ESTADO: **TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 3: Procedimiento y terminología para la descripción petrográfica simplificada
- **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 933-2 (última publicación año 1999).** ESTADO: **TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas
- **PNE-prEN 933-5 (última publicación año 1999).** ESTADO: **TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de partículas trituradas en áridos naturales gruesos e integrados

ÁRIDOS (COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 146/SC3)

NORMATIVA EN PROYECTO (continuación)

- **PNE-prEN 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 933-9 (última publicación año 2013). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno
- **PNE-prEN 933-11 (última publicación año 2009). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 11: Ensayo de clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados.
- **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-prEN 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-prEN 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
- **BS-EN 16236 (Norma nueva). ESTADO: BAJO REVISIÓN EN 2018 EN BSI** Assessment and Verification of the Constancy of Performance (AVCP) of aggregates. Type testing and Factory Production Control.
- **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
- **PNE-prEN 17555-2 (Norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Áridos para obras de construcción. Parte 2: Información complementaria
- **PNE-146316 (Norma nueva). ESTADO: TRAMITACIÓN EN AENOR** Declaración de prestaciones digital para áridos conforme a las Normas EN 12620, 13139 y 13043

COMENTARIOS SOBRE LAS NORMAS

Se han publicado cuatro normas aprobadas dentro del Comité de Mezclas Bituminosas que corresponden a las siguientes:

- Norma para la determinación del contenido de ligante soluble UNE EN 12697-1
- Norma para la determinación de la granulometría de los áridos extraídos de mezclas bituminosas UNE EN 12697-2
- Norma para la determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas UNE EN 12697-6
- Norma para la determinación de la afinidad árido betún UNE EN 12697-11

También en el Comité de Mezclas Bituminosas se han incorporado para revisión con una ampliación, las siguientes normas:

- Norma para la determinación del contenido de betún por columna de fraccionamiento UNE EN 12697-4
- Norma para la determinación de la rigidez UNE EN 12697-26
- Norma para la preparación de probetas mediante compactador de placas UNE EN 12697-33

En el Comité de Áridos se ha incorporado una nueva norma sobre características de los áridos para la construcción

Experiencia de uso y estudio del comportamiento mecánico de mezcla con 100% RAP para operaciones de mantenimiento vial

Enrique Fernández,
efernandez@intervalchile.cl
Fabián Molina,
fmolina@intervalchile.cl
Alexis Hermosilla,
ahermosilla@intervalchile.cl
Elsa Sanchez,
elsa.sanchez@ufrontera.cl

Alejandra Calabi,
alejandra.calabi@ufrontera.cl
Luis Mardones,
luis.mardones.p@ufrontera.cl
Gonzalo Valdés,
gonzalo.valdes@ufrontera.cl

Las carreteras están expuestas a la acción del tránsito y del clima, lo que implica una disminución progresiva de las características estructurales del pavimento. Es por esto, que existen distintos procedimientos para controlar y minimizar el avance de los deterioros con el fin de mantener el pavimento asfáltico en los estándares necesarios de serviciabilidad, seguridad y un alto estándar de confort para los usuarios.

Por ello, surge como una alternativa viable y sostenible el uso de los agregados reciclados para la reparación in situ de baches, utilizando así los residuos asfálticos generados por la misma ruta con 100% de RAP. Proceso realizado a través de una planta móvil recicladora de asfalto, trabajos que pueden ejecutarse en cualquier temporada del año, además, no daña el medio ambiente, se reutilizan los materiales y permite disminuir tanto la producción de CO₂ (Huella de Carbono), el volumen de botaderos con ahorro en materia prima.

La metodología de reutilización de 100% de residuos asfálticos, está respaldada por estudio del comportamiento de las propiedades mecánicas y evaluación de las características de diseño, realizado por Laboratorio de Universidad de la Frontera, Chile, en comparación a mezclas asfálticas convencionales en caliente y mezclas asfálticas en frío, donde, la mezcla reciclada, presenta un comportamiento superior a la mezcla predosificada en frío, utilizada usualmente para intervenciones de bacheo y que tiene características muy similares (mecánicas y diseño) a la mezcla asfáltica convencional en caliente, pero contribuyendo en el área ambiental y economía circular de la industria de pavimentación vial.

Palabras Clave: Conservación, mantenimiento vial, mezclas recicladas, RAP.

Roads are exposed to the action of traffic and weather, which implies a progressive decrease in the structural characteristics of the pavement. For this reason, there are different procedures to control and minimize the progress of deterioration, in order to maintain the asphalt pavement in the necessary standards of serviceability, safety and a high standard of comfort for users.

For this reason, the use of recycled aggregates for on-site repair of potholes emerges as a viable and sustainable alternative, using asphalt waste generated by the same route with 100% RAP. Process carried out through a mobile asphalt recycling plant, works that can be carried out in any season of the year, in addition, it does not harm the environment, the materials are reused and it reduces both the production of CO₂ (Carbon Footprint), the volume dumps with savings in raw material.

The 100% reuse methodology for asphalt wastes is supported by a study of the behavior of mechanical

Experiencia de uso y estudio del comportamiento mecánico de mezcla con 100% RAP para operaciones de mantenimiento vial

properties and an evaluation of design characteristics, carried out by the Universidad de la Frontera Laboratory, Chile, compared to conventional hot asphalt mixes and mixtures. cold asphalt mix, where the recycled mix exhibits superior behavior to the cold pre-dosed mix, usually used for patching operations and which has very similar characteristics (mechanical and design) to the conventional hot mix asphalt, but contributing to the environmental area and circular economy of the road paving industry.

Keywords: Conservation, road maintenance, recycled blends, Reclaimed Asphalt Pavement.

1. INTRODUCCIÓN

La calidad de servicio de los pavimentos asfálticos disminuye conforme recibe a través del tiempo las solicitaciones generadas por la acción del tránsito y el clima [1]. Por esta razón, el mantenimiento y la conservación del pavimento son de gran importancia cuando se realiza en etapas donde la calidad de servicio de la estructura es buena y aún no se ha visto comprometida con deterioros de mayor severidad [2]. Es posible destacar, que una estructura de pavimento con un cierto grado de deterioro y en presencia de agua muestra una rápida disminución de su calidad de servicio, debido a la pérdida de su estabilidad funcional y estructural [3]. Esto cobra relevancia, puesto que debido a la pérdida acelerada de la calidad de servicio en el pavimento se incrementan los costos y tiempos de intervención, junto con los costos y tiempos de desplazamiento de los usuarios. En los últimos años, el pavimento asfáltico reciclado (RAP) ha sido ampliamente utilizado en la construcción de nuevas mezclas asfálticas para pavimentos flexibles debido a que presenta beneficios económicos, sociales y ambientales [4]. En el mismo contexto, las actividades de mantenimiento de las carreteras se están volviendo un problema dominante en la rehabilitación de las estructuras. Es por esto, que a modo de estrategia para preservar la estructura de pavimento, y a la vez buscar una mayor sostenibilidad de la industria vial, es que se está utilizando el RAP en las faenas de mantenimiento [5]. Esto se debe a que se puede minimizar el uso de materiales vírgenes, impactando con una menor intervención en el medio (flora, fauna y paisaje). Además, esto conlleva a una menor emisión de gases de efecto invernadero y reducción de costos [6]. En este contexto, en la literatura se encuentran procedimientos de mantenimiento de bajo costo y rápida ejecución, como es la utilización de micropavimentos que utilizan una delgada capa de mezcla asfáltica compuesta de áridos, ligantes modificados y RAP. Estas mezclas muestran una buena resistencia al deslizamiento, al daño por humedad y durabilidad [5]. También existen otras metodologías de mantenimiento que

utilizan el RAP para la reparación de distintos deterioros de la estructura de pavimento (baches, entre otros). El método por inyección a través de aire forzado es una de ellas, y consiste en la aplicación de una emulsión adherente (riego de liga), seguida de una mezcla de áridos y RAP con una emulsión con agentes rejuvenecedores. [7]. La tecnología CIR (cold in-place recycling) corresponde a una metodología in situ, en la cual el pavimento es fresado, triturado y mezclado con una emulsión, para posteriormente ser compactada en frío [8]. De las distintas metodologías para el uso de RAP en mezclas asfálticas, el reciclaje in situ provee ventajas positivas respecto a otros métodos de reciclaje [9]. Se ha observado ahorros económicos de hasta un 30%, correspondientes a transporte y reducción de energía, disminución de los tiempos de ejecución de las obras de repavimentación y mantenimiento [10]. En la actualidad, la innovación en materia de infraestructura vial ha permitido utilizar técnicas de mantenimiento in situ que proponen una intervención para cada rango de deterioro de una estructura de pavimento, presentando mejores resultados que los procedimientos tradicionales. Por ello, y en busca de aportar con soluciones prácticas e innovadoras es que en el presente artículo se muestra la experiencia del uso de un procedimiento de mantenimiento vial in situ, con la utilización de una planta móvil recicladora de mezcla asfáltica que permite utilizar el 100% de RAP. Además, se presenta el comportamiento mecánico de estas mezclas recicladas con 100% RAP y se compara con una mezcla convencional y una mezcla pre dosificada utilizada usualmente en faenas de mantenimiento vial.

2. EXPERIENCIA EN LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS CON MEZCLAS ASFÁLTICAS REICLADAS IN SITU EN CHILE

Es importante corregir los deterioros prematuros antes que involucren pérdida de la capacidad estructural del pavimento. Esto se consigue, con operaciones de mantenimiento que tienen por objetivo conservar el pavimento en una condición es-

tructural y de servicio, similar al que tenía post construcción, corrigiendo los deterioros y entregando funcionalidad a la estructura. Los deterioros que generan mayor riesgo para el tránsito de los vehículos son los baches en la capa asfáltica. Estos corresponden a una cavidad, normalmente redondeada que se forma al desprenderse mezcla [11]. Las técnicas convencionalmente utilizadas para el mantenimiento de este tipo de deterioro corresponden al bacheo superficial o bacheo profundo, el cual depende del nivel de severidad del deterioro. El bacheo superficial comprende operaciones de reparación y reemplazo de zonas del pavimento que se encuentran deterioradas, siempre que afecten exclusivamente la superficie de la capa asfáltica, encontrándose en buenas condiciones las demás capas subyacentes. El bacheo profundo comprende operaciones de reemplazo de las zonas que presenten fallas estructurales, causadas por el agrietamiento de las diversas capas asfálticas o por debilitamiento de la base, subbase o subrasante [12].

2.1 Mantenimiento y rehabilitación de estructuras de pavimento con la utilización de una metodología de reciclado de mezcla asfáltica en situ.

En busca de una solución innovadora junto al creciente interés en la conservación de los materiales y la protección del medio ambiente, las Sociedades Concesionarias Ruta de La Araucanía y Ruta de Los Ríos, pertenecientes al grupo de Concesiones de ISA INTERVIAL, son pioneras en Chile en la utilización de mezclas asfálticas fabricadas con un 100% de RAP en faenas de mantención y rehabilitación de estructuras de pavimento. Esto ha permitido reemplazar la técnica utilizada convencionalmente en base a mezclas predosificadas. Esta técnica permite fabricar a través de una Planta Móvil Recicladora de Asfalto una nueva mezcla asfáltica que utiliza un 100% de RAP que proviene de una capa de rodadura ya deteriorada, al cual se le adiciona una emulsión asfáltica diluida. La producción de la mezcla asfáltica reciclada, se ejecuta en una tolva de 1.5 m³ de capacidad. En ella se ingresa el RAP obtenido post fresado, en conjunto con 40 litros de emulsión asfáltica diluida en agua en proporción 1:1. Posteriormente se eleva la temperatura de mezclado a 150°C, por un periodo aproximado de 8 horas (Figura 1).

Antes de comenzar con las faenas de rehabilitación y mantenimiento se identifica el tipo de deterioro a reparar, que se encuentra presente en la estructura de pavimento. De esta for-

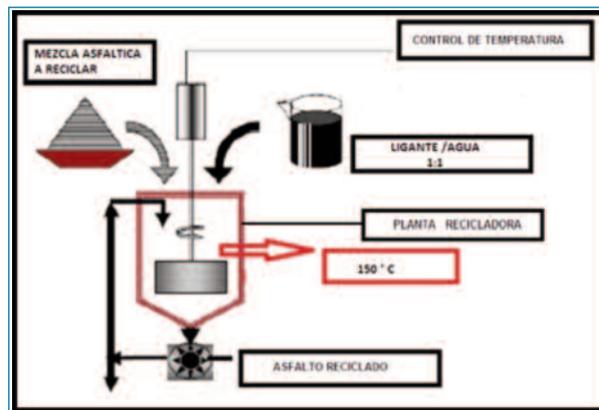


Figura 1. Diagrama de producción de asfalto reciclado.

ma, se ingresa en la planta recicladora el material fresado o extraído de faenas de mantenimiento anteriores con un desfase de tiempo de al menos 8 horas, buscando que ésta llegue a la temperatura de 150°C al momento de llevar a cabo la reparación (Figura 2). Luego, se procede con la demarcación y remoción de material presente en la zona del pavimento que se encuentra deteriorada a través de procedimientos manuales o mecánicos (Figura 3). Se busca obtener una zona con forma rectangular, la que comprenderá toda la zona deteriorada que presente fallas. Posteriormente, se remueve el material suelto, para luego recubrir la superficie a reparar con un riego de imprimación o adherencia (Figura 4), procurando que la emulsión utilizada haya quebrado o en el caso de un riego de imprima-



Figura 2. Carguío de Tolva de Planta Recicladora.



Figura 3. Remoción área deteriorada.

Experiencia de uso y estudio del comportamiento mecánico de mezcla con 100% RAP para operaciones de mantenimiento vial



Figura 4. Área a reparar con riego de liga.



Figura 5. Distribución mezcla asfáltica reciclada.



Figura 6. Compactación de mezcla asfáltica reciclada.



Figura 7. Reparación de área deteriorada.

ción haya penetrado. La mezcla asfáltica reciclada se extiende y nivela mediante rastrillos, colocando una cantidad de mezcla que sobresalga al menos unos 6 mm sobre el pavimento circundante (Figura 5). Luego, se prosigue con la compactación que se realiza con un rodillo neumático o liso de 3 a 5 to-

neladas de peso (Figura 6). Finalmente, se termina la reparación del bache y después se permite la circulación de los vehículos una vez que la mezcla asfáltica se encuentre a temperatura ambiente (Figura 7).

2.2 Ventajas que tiene la técnica de mantenimiento de baches con el uso de material reciclado.

- Reutilización de un 100% del material de desecho y/o fresado de un pavimento asfáltico.
- Conciencia ambiental, al no contaminar los suelos con hidrocarburos.
- Disminución del volumen de botaderos.
- Ahorro en costos de transporte.
- Reducción en costos de reparación.
- Ahorro en materias primas (asfalto y áridos).
- Disminución de la extracción de áridos en los cauces de ríos.
- Disminución en tiempos de intervención en Carreteras.
- Disminución de la producción de CO₂ (Huella de Carbono).
- Utilización de una metodología que aplica el concepto de economía circular.
- Mayor durabilidad de las intervenciones de mantenimiento.

3. RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS CONTROLES EN SITU

Las mezclas asfálticas utilizadas para capa de rodadura de las zonas intervenidas poseen un contenido de asfalto del orden de un 5,0% - 5,3%, s/a. Ahora bien, el RAP respecto al pavimento asfáltico original, tiene una pérdida de su contenido de asfalto en el tiempo, debido a la erosión generada en su vida de servicio, ocasionada por acción del tránsito y el clima. Por ende, para su utilización es necesario compensar esta pérdida con la incorporación de un cemento asfáltico virgen. En el mismo contexto, el ligante asfáltico adherido a los áridos en el RAP, al haber estado expuesto durante la vida en servicio del pavimento a cambios de temperatura, oxígeno y rayos UV (entre otros), éste sufrió un proceso de oxidación y envejecimiento. Esto significa que, al utilizar RAP en una nueva mezcla, ésta tendría un comportamiento más rígido lo que reduciría su flexibilidad a bajas temperaturas. Es por esto que, para su utili-

Tabla 1. Contenidos de asfaltos.

Reciclado de Pavimento Asfáltico (RAP)		Mezcla Asfáltica Reciclada	
Km	Contenido de Asfalto (%)	Contenido de Asfalto (%)	Km
833,000	4,19	5,28	787,700
836,000	4,03	5,06	701,400
587,000	4,89	5,10	686,400
587,000	4,75	5,65	588,000

zación es necesaria la incorporación de un agente en la mezcla asfáltica que actué como rejuvenecedor. Con el fin de conseguir una mezcla cuyo contenido de asfalto sea similar al establecido por diseño para una capa de rodadura, se considera la adición de un ligante asfáltico diluido en agua en el proceso de calentamiento del RAP, con la finalidad de rejuvenecer y recu-

perar (en parte) las propiedades mecánicas que se vieron afectadas por el envejecimiento de la mezcla y también en busca de un contenido óptimo de cemento asfáltico. Lo anterior, se puede observar en la Tabla 1, donde se muestra el contenido de asfalto del RAP y el de la mezcla luego que se le incorpora el ligante diluido.

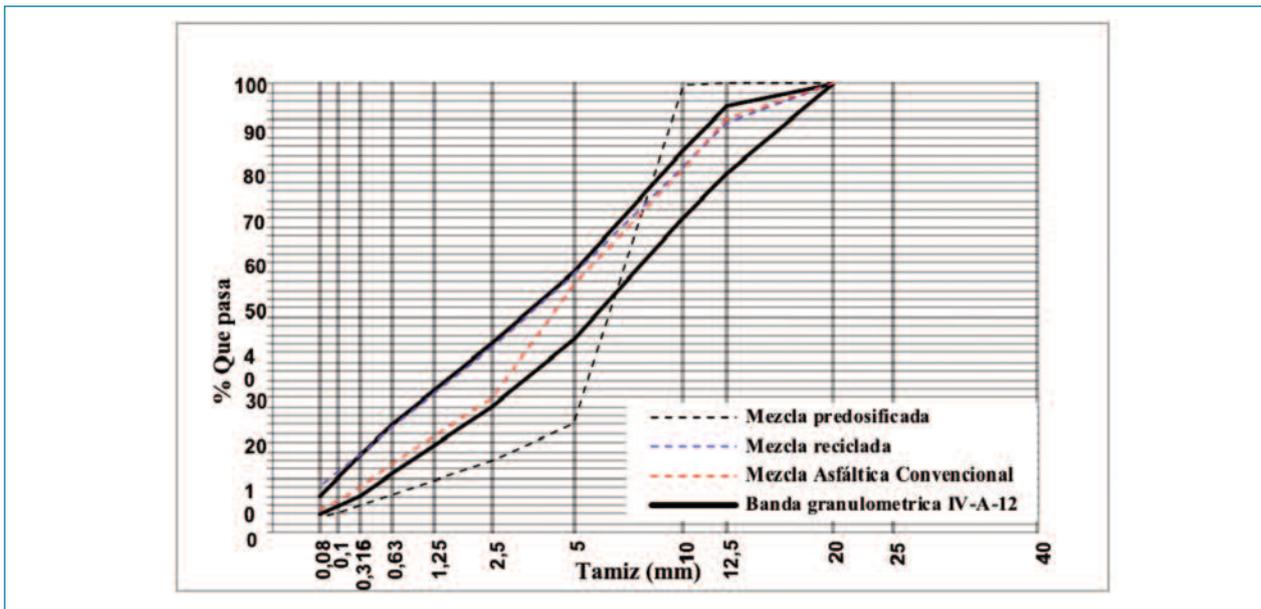


Figura 8. Granulometría de mezclas fabricadas en laboratorio.

Tabla 2. Control de compactación

Km	Km	Km
787,700	97%	97%
701,400	97%	99%
686,400	97%	100%
588,000	97%	98%

Experiencia de uso y estudio del comportamiento mecánico de mezcla con 100% RAP para operaciones de mantenimiento vial

3.1 Control de compactación

Las mezclas asfálticas recicladas con 100% RAP mostraron tener buena compactabilidad, obteniendo densidades mayores a las exigidas en las especificaciones chilenas establecidas en el Manual de Carreteras. En la mayoría de los casos, las mezclas con altos contenidos de RAP tienden a tener menor trabajabilidad y por ende una menor compactabilidad, debido al aumento de la viscosidad del ligante asfáltico. Pero, con la adición del ligante asfáltico diluido se controló este fenómeno.

3.2 Granulometría

Por lo general, la granulometría para una mezcla asfáltica con un 100% de material reciclado tiene variabilidad. Esto se debe a que el material utilizado no es siempre homogéneo y sus características dependen del lugar de extracción, el equipo fresador o extracción utilizada y el estado del pavimento. En la Figura 8 es posible observar la granulometría promedio de la mezcla reciclada con 100% RAP, junto con la de una mezcla semidensa convencional y la de una mezcla predosificada en frío, que fueron con las cuales se comparó sus propiedades mecánicas.

4. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS

Para una mejor evaluación de las propiedades mecánicas de las mezclas recicladas con 100% de RAP utilizadas en las faenas de mantenimiento se decidió compararlas con dos mezclas; una mezcla predosificada y una mezcla convencional tipo semidensa diseñada en laboratorio. La mezcla reciclada, corresponde a una mezcla fabricada con el material fresado o demolición de una capa de rodadura deteriorada cuya granulometría se observa en la Figura 8. A esta mezcla en su fase de fabricación in situ se le adicionó ligante diluido en agua, tal como se explicó en el apartado anterior. La mezcla asfáltica predosificada, tenía un contenido de asfalto de 5.6% s/a y una granulometría donde predomina la fracción 3/8", tal como se observa en la Figura 8, y dentro de su formulación se utilizó un cemento asfáltico líquido AC 60-70 con polímeros modificados y reactivos (de acuerdo a lo informado por el fabricante). La mezcla asfáltica convencional, correspondió a una mezcla semidensa diseñada en laboratorio con una granulometría IV-A-12 (Figura 8), que cumplió con las especificaciones exigidas en Chile para capa de rodadura. En esta última mezcla se utilizó un ligante asfáltico CA-24 (contenido de ligante de 5,2% s/a) y áridos de origen fluvial. Las mezclas fueron com-

pactadas con un compactador giratorio, según la metodología establecida en la norma UNE-EN 12697-31. A todas las mezclas se les aplicó la misma energía de compactación (100 giros a 600 KPa de presión). Las mezclas predosificadas compactadas en frío, se dejaron en reposo en torno a 30 min y luego fueron sometidas a un curado en horno a 60°C por un periodo de 72 hrs [13]. Todas las mezclas fueron evaluadas en las propiedades de módulo de rigidez, resistencia a la tracción indirecta, deformación permanente y resistencia a la fisuración por medio de los siguientes ensayos:

4.1 Módulo de rigidez

Para evaluar la rigidez de las mezclas, se utilizó la metodología detallada en la norma española UNE EN-12697-26. Anexo C. Ensayo de tracción indirecta sobre probetas cilíndricas (IT-CY). Este procedimiento de ensayo consiste en la aplicación de impulsos de carga a lo largo del plano diametral de la probeta cilíndrica. Una prensa multi ensayos registra la deformación diametral horizontal de la probeta durante la aplicación de cada impulso de carga. La temperatura considerada para la realización de los ensayos fue de 5°C y 20°C con una precisión de $\pm 0.5^\circ\text{C}$.

4.2 Resistencia a tracción indirecta

Para evaluar la resistencia a tracción indirecta (RTI), se utilizó la metodología detallada en la norma española UNE EN-12697-23. Esta metodología de ensayo busca determinar la resistencia máxima a la tracción indirecta de probetas cilíndricas mediante la aplicación de una carga diametral de 50 ± 2 mm/min, hasta conseguir la rotura del material. Las probetas fueron acondicionadas en una cámara térmica a la temperatura de $5^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ por un periodo de 2 horas.

4.3 Resistencia a la fisuración

Para medir esta propiedad se utilizó el ensayo FENIX. Este procedimiento de ensayo consiste en la aplicación de un esfuerzo a tracción directa a la mitad de una probeta cilíndrica entallada en su zona central. La probeta se secciona por la mitad y se le realiza una entalla de 5 (mm) a lo largo de su plano diametral y así poder inducir el plano de fallo. Posteriormente, mediante un pegamento epóxico, se fijan unas placas de acero sobre las caras planas separadas por la entalladura. Una vez fijadas las placas, se procede a fijar a los soportes de la prensa, lo cual permite un movimiento de rotación respecto de las fijaciones. La temperatura considerada para la realización de los ensa-

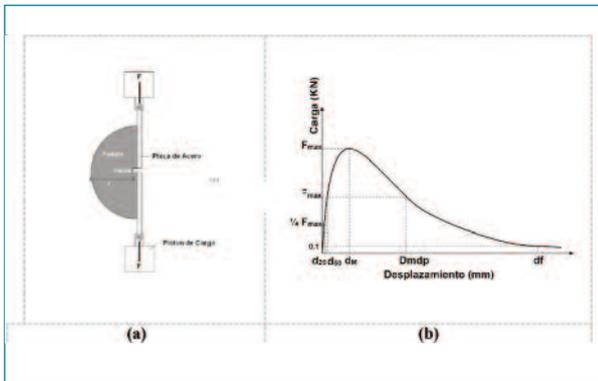


Figura 9. Ensayo FENIX. (a) Montaje ensayo Fénix, (b) Gráfica carga versus desplazamiento [14].

Los resultados fueron de 5°C con una precisión de $\pm 1^\circ\text{C}$ a una velocidad de desplazamiento constante de 1 mm/min hasta llegar a la rotura de la probeta [14].

5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La evolución de la altura de la probeta varía en función del tipo de mezcla a compactar. Si se observa las curvas de la Figura 10, es posible notar que las mezclas, ya sea en probetas de 100 mm o 150 mm, describen el mismo patrón de compactación. Las probetas fabricadas con mezclas predosificadas, compactadas a temperatura ambiente, presentaron una mayor altura en todo el proceso de compactación. Esto debe estar asociado a la falta de árido correspondiente a la fracción fina, puesto que en la granulometría de este tipo de mezcla predomina la fracción 3/8". Por otro lado, las mezclas compactadas en caliente (145 °C) presentaron menores alturas debido a que sus granulometrías fueron más continuas, mostrándose más densas las mezclas recicladas.

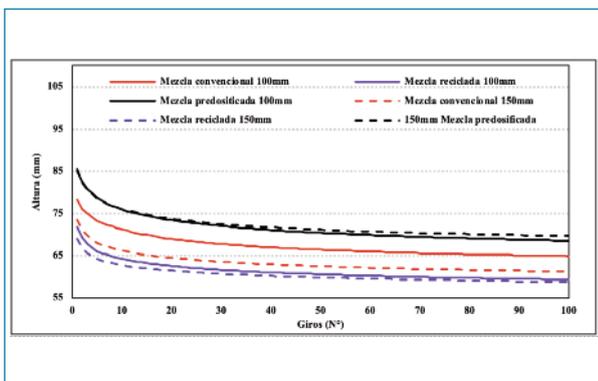


Figura 10 Evolución de la altura de la mezcla según diámetro de la probeta.

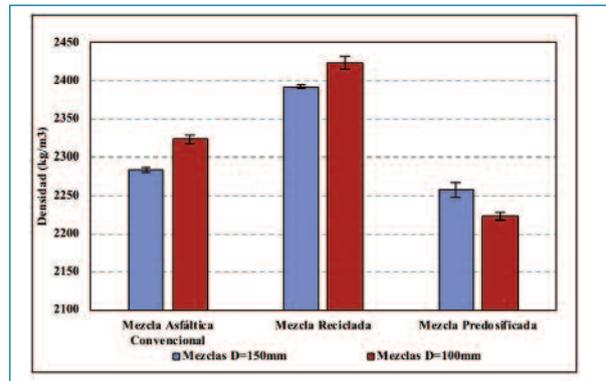


Figura 11. Densidad de probetas fabricadas de D=100mm y D=150mm.

Como complemento de lo anterior, en la Figura 11 se observa que las mezclas compactadas en caliente poseen una densidad por sobre la de la mezcla predosificada y compactada en frío. En la Figura 12(c) es posible observar de forma visual que la mezcla predosificada tiene una apariencia más abierta en relación a las mezclas compactadas en caliente. Entre estas últimas, la mezcla convencional (Figura 12(a)) se observa más abierta que la mezcla reciclada (Figura 12(b)).

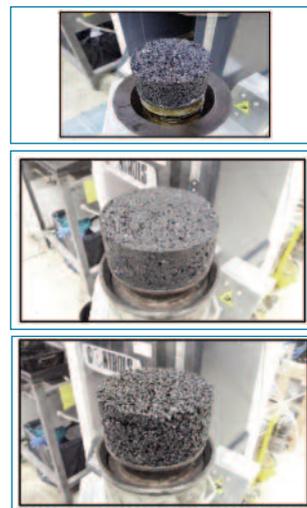


Figura 12. Probetas 150mm. (a) Mezcla convencional, (b) Mezcla reciclada, (c) Mezcla predosificada.

5.1 Módulo de rigidez.

En la Figura 13 se puede observar los resultados obtenidos tras evaluar las distintas mezclas al ensayo de módulo de rigidez. Todas las mezclas fueron evaluadas a 5°C y a 20°C. Sin embargo, la mezcla predosificada no arrojó resultados debido a su alto grado de deformación, que no permitió recibir las cargas de preconditionamiento establecidas en el procedimiento del ensayo, según lo especificado

Experiencia de uso y estudio del comportamiento mecánico de mezcla con 100% RAP para operaciones de mantenimiento vial

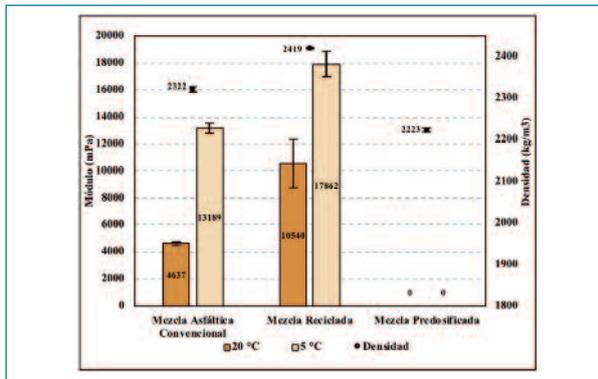


Figura 13. Módulo de rigidez medido a 5°C y 20°C.

en la normativa española UNE EN-12697-26, anexo C. En la Figura 14 se puede observar el montaje del ensayo para cada tipo de mezcla. En cuanto a las mezclas compactadas en caliente, es posible observar que la mezcla reciclada posee un módulo de rigidez superior al de la mezcla convencional para ambas temperaturas evaluadas, 5°C y 20°C. Esto se debe a que la mezcla está compuesta de material reciclado, que cuenta con un alto porcentaje de ligante aportado por el RAP, lo que le entrega un mayor grado de rigidez a la mezcla. También, se observa que la densidad de la mezcla se encuentra directamente relacionada con el módulo de rigidez, puesto que, la mezcla reciclada tiene una densidad de 2.419 kg/m³ y un módulo a la temperatura de 5°C y 20°C de 17.862 MPa y 10.540 MPa, respectivamente. Estos valores son superiores a los obtenidos por la mezcla convencional que registró una densidad de 2.322 kg/m³ y valores de módulo a la temperatura de 5°C y 20°C de 13.189 mPa y 4.637 mPa, respectivamente.

5.2 Tracción Indirecta

Los resultados referidos al ensayo de tracción indirecta conciden con los resultados obtenidos por el ensayo de módulo de rigidez, puesto que la mezcla predosificada no registró carga a temperaturas intermedias. Por ende, las mezclas solo se evaluaron a la temperatura mínima exigida por la norma española UNE EN-12697-23, que es de 5°C. Bajo esta temperatura de ensayo, en la Figura 15(a) es posible observar que la mezcla predosificada registra una baja oposición a la carga generada por la prensa de ensayo. Esto indica que la mezcla tiene un bajo grado de cohesión, mientras que las mezclas compactadas en caliente describen un comportamiento con un mayor grado de oposición a la carga aplicada por la prensa, lo que significa que estas mezclas tienen una mayor cohesión interna. Sin embargo, la mezcla reciclada destaca su comportamiento al admitir en torno a un 30% más de carga que la mezcla convencional. Esto últi-

mo, se contradice con lo que se muestra en la Figura 15(b), donde es posible observar que la resistencia a la tracción indirecta (ITS) es mayor en la mezcla reciclada con 3.472 kPa, seguida por la mezcla convencional con 2.592 kPa y finalmente por la mezcla predosificada con 135 kPa.

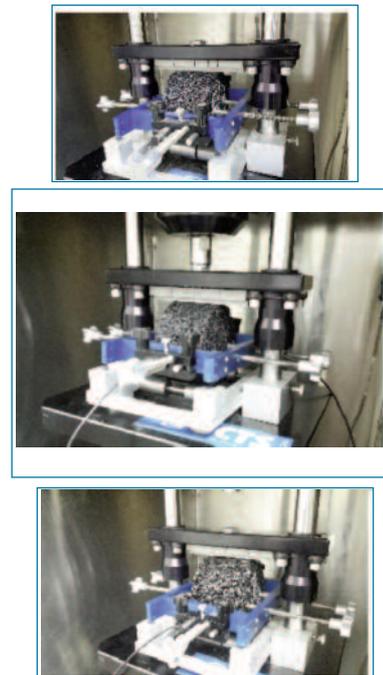


Figura 14. Ejecución del ensayo de Módulo de Rigidez (a) Mezcla convencional, (b) Mezcla reciclada, (c) Mezcla predosificada.

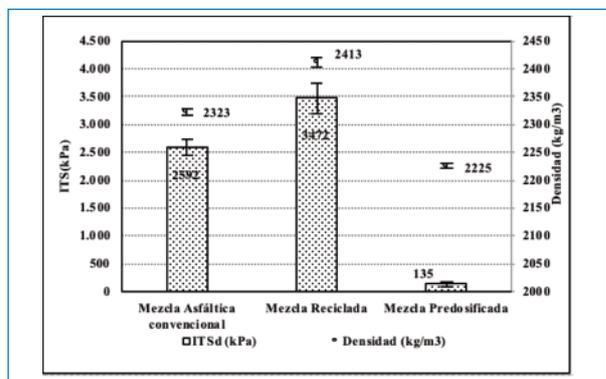
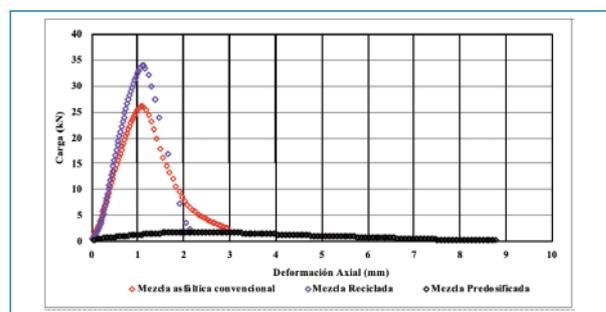


Figura 15 (a) Carga vs deformación, (b) Resistencia a la tracción indirecta.

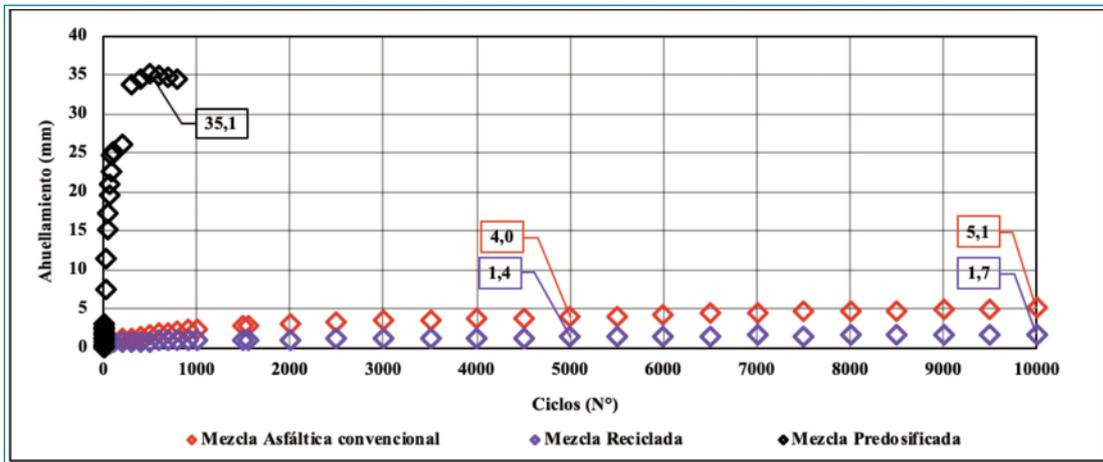


Figura 16. Resultados del ensayo de rodadura Hamburgo Wheel Tracking a 50 °C.

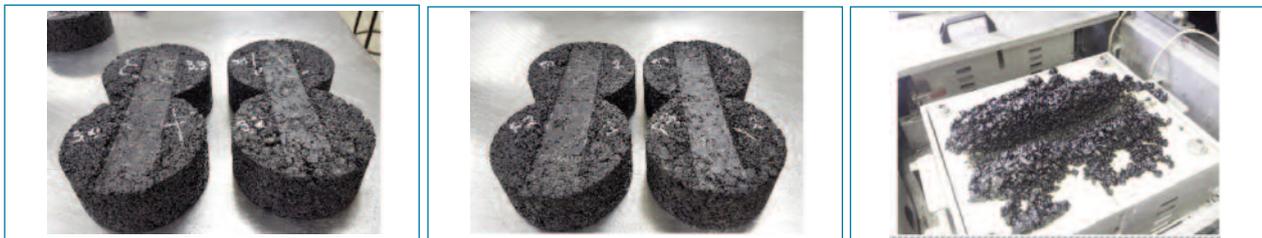


Figura 17. (a) Ahuellamiento de las mezclas evaluadas. (a) Mezcla convencional (b) Mezcla Reciclada (c) Mezcla predosificada.

5.3 Deformaciones permanentes

La Figura 16 muestra la evolución del ahuellamiento registrado para las distintas mezclas evaluadas. Se puede observar que en la mezcla predosificada, no se desarrolla la etapa de consolidación, puesto que ésta no opone ninguna resistencia a la deformación generada por la aplicación de una carga en movimiento, lo que genera su ahuellamiento excesivo y no una densificación de la mezcla. Como la mezcla no tuvo un buen comportamiento inicial, no fue posible evaluar con esta metodología de ensayo su comportamiento frente al daño por humedad puesto que no se observó la presencia de stripping. Con respecto a las mezclas compactadas en caliente, ambas

mezclas describieron curvas con un comportamiento similar, pero la mezcla con 100% de reciclado registró un ahuellamiento final de 1,7 mm, menor al de la mezcla convencional. Esto se puede deber a la mayor rigidez aportada por el asfalto que tiene el RAP, sumado a la mayor densidad de la mezcla. Cabe señalar, que ambas mezclas no registraron presencia de stripping. En la Figura 17 es posible observar las probetas del ensayo de rodadura Hamburgo Wheel Tracking, donde la mezcla predosificada posee un deficiente comportamiento para este tipo de ensayo y propiedad evaluada.

Tabla 3. Resultados del ensayo Fenix según distintos parámetros de estudio.

	Carga Máxima a tracción	Índice de Rigidez a Tracción	Desplazamiento 50% Fmax postpico	Energía disipada	Índice de Tenacidad
	Fmax	IRT	Δmdp	GD	IT
	kN	kN/mm	mm	J/m ²	-
Mezcla Asfáltica Convencional	2,28	7,68	0,59	635	88
Mezcla Reciclada	2,54	10,86	0,45	394	25
Mezcla predosificada.	0.03	-	-	-	-

Experiencia de uso y estudio del comportamiento mecánico de mezcla con 100% RAP para operaciones de mantenimiento vial

5.4 Ensayo Fénix.

En la Tabla 3 y Figura 18 se muestran los resultados de las distintas mezclas evaluadas frente a la resistencia a la fisuración térmica a una temperatura de 5°C. Es posible observar que la mezcla predosificada no tiene la capacidad de resistir esfuerzos a tracción, y por ende, los parámetros calculados referente a esta mezcla no son considerados puesto que tienden a cero. Respecto a las mezclas compactadas en caliente, es posible observar que la mezcla reciclada presenta una mayor resistencia a la fisuración (Fmax) que la mezcla convencional. Además, esta mezcla tiene una mayor rigidez (IRT), lo que coincide con los resultados obtenidos de módulo de rigidez a baja temperatura. Sin embargo, la mezcla convencional presenta una mayor capacidad de deformación (Δmdp) respecto a la mezcla reciclada, con un 0,59 mm respecto a 0,45 mm, lo que significa que la mezcla convencional tiene una mayor capacidad de flexión a bajas temperaturas. En relación a los parámetros de energía disipada e índice de tenacidad, se puede indicar que la mezcla convencional permite disipar una mayor cantidad de energía en el proceso de fisuración respecto a la mezcla reciclada, y además tiene un mayor índice de tenacidad, lo que significa que la mezcla convencional requiere emplear más trabajo por unidad de área para que la mezcla se fisure.

tecnológica, innovadora y con gran potencial, que aporta en el área ambiental de la industria de pavimentación vial.

- La mezcla reciclada con un 100% de RAP utilizada en faenas de mantenimiento de las estructuras de pavimento presenta un comportamiento en sus propiedades mecánicas superior a la mezcla predosificada en frío, que es la utilizada usualmente para intervenciones de bacheo.
- El uso de esta metodología de reciclado al 100% in situ permite mejorar las faenas de mantenimiento vial, por medio de una técnica sostenible, durable en el tiempo y que facilita realizar operaciones de mantenimiento en cualquier época del año.
- Reutilización de un 100% del material de desecho y/o fresado de un pavimento asfáltico.
- Conciencia ambiental, al no contaminar los suelos con hidrocarburos.
- Disminución del volumen de botaderos.
- Ahorro en costos de transporte.
- Reducción en costos de reparación.
- Ahorro en materias primas (asfalto y áridos).
- Disminución de la extracción de áridos en los cauces de ríos.

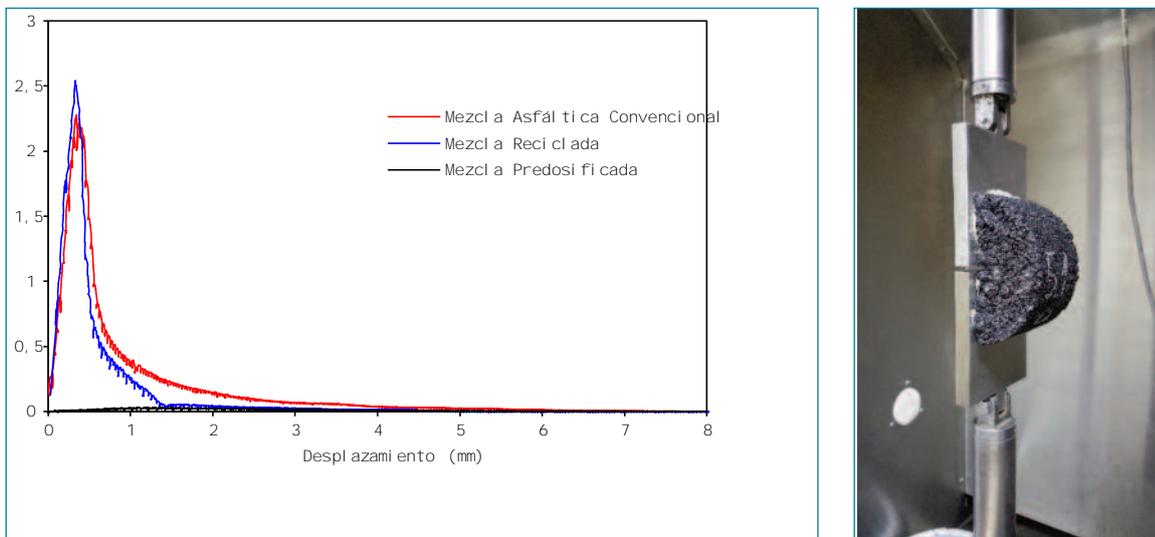


Figura 18. Ensayo Fénix a la temperatura de 5°C.

6. CONCLUSIONES

- El mantenimiento de carreteras con la utilización de mezclas asfálticas recicladas corresponde a una solución

- Disminución en tiempos de intervención en Carreteras.
- Disminución de la producción de CO2 (Huella de Carbono).
- Utilización de una metodología que aplica el concepto

de economía circular.

- Mayor durabilidad de las intervenciones de mantenimiento.

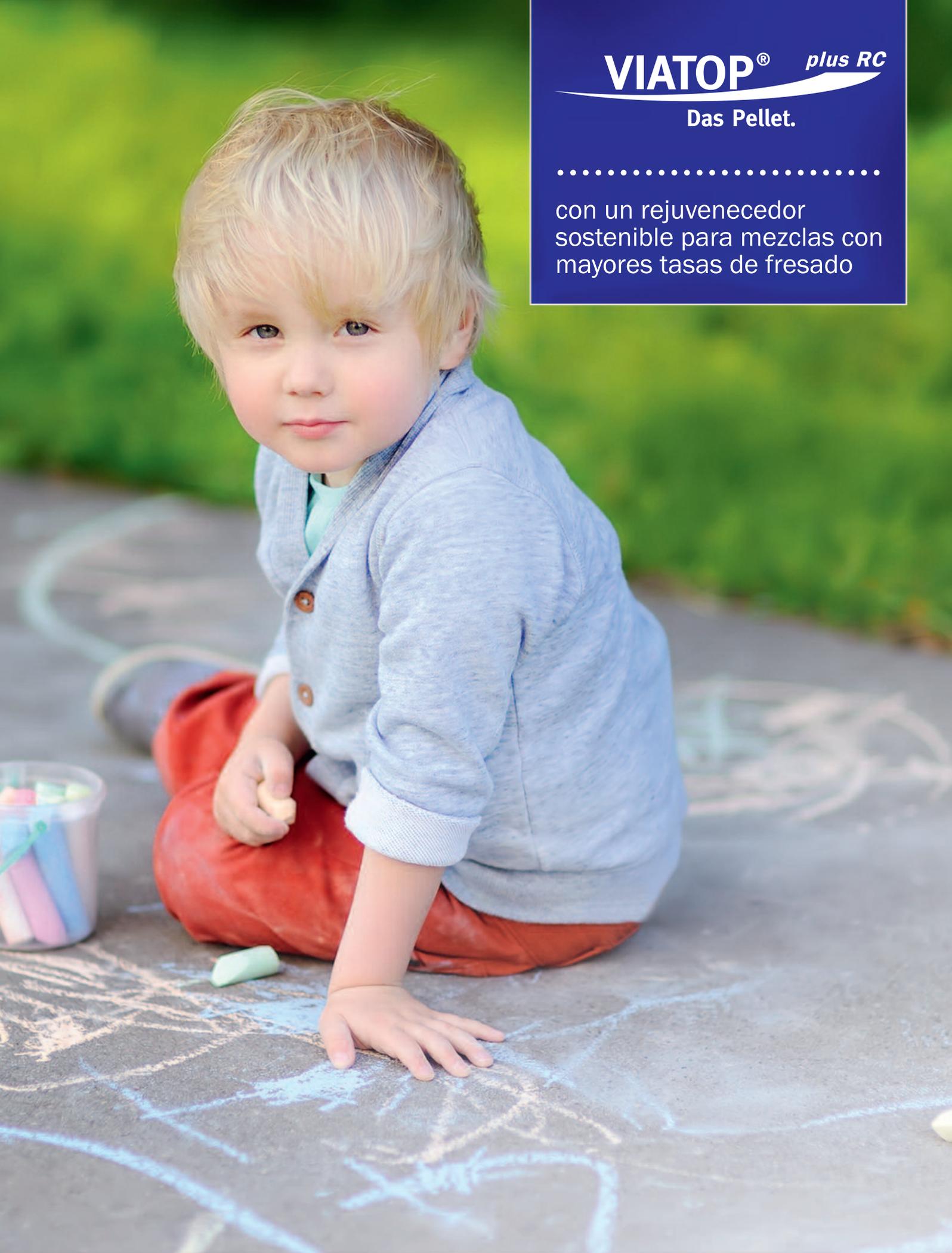
7. REFERENCIAS

- [1] F. Wulff, J. Kogan, and J. Saavedra, *Mantenimiento Vial. Informe sectorial*. 2010.
- [2] A. Godoy and R. Ramírez, "Patología de pavimentos rígidos de la ciudad de asunción," vol. Facultad d, 2006.
- [3] W. Wang, L. Wang, H. Xiong, and R. Luo, "A review and perspective for research on moisture damage in asphalt pavement induced by dynamic pore water pressure," *Constr. Build. Mater.*, vol. 204, pp. 631–642, 2019.
- [4] V. Antunes, A. C. Freire, and J. Neves, "A review on the effect of RAP recycling on bituminous mixtures properties and the viability of multi-recycling," *Constr. Build. Mater.*, vol. 211, pp. 453–469, 2019.
- [5] A. Wang, S. Shen, X. Li, and B. Song, "Micro-surfacing mixtures with reclaimed asphalt pavement : Mix design and performance evaluation," vol. 201, pp. 303–313, 2019.
- [6] R. Cao, Z. Leng, and S. Hsu, *Comparative eco-efficiency analysis on asphalt pavement rehabilitation alternatives : Hot in-place recycling and milling-and-filling*, vol. 210. Elsevier Ltd, 2019.
- [7] B. Ju, D. Kim, S. Keun, and Y. R. Kim, "Spray injection patching for pothole repair using 100 percent reclaimed asphalt pavement," *Constr. Build. Mater.*, vol. 166, pp. 445–451, 2018.
- [8] F. Xiao, S. Yao, J. Wang, X. Li, and S. Amirkhanian, "A literature review on cold recycling technology of asphalt pavement," *Constr. Build. Mater.*, vol. 180, pp. 579–604, 2018.
- [9] J. Button and C. Estakhri, *Little DN Performance and cost of selected hot in-place recycling Projects TRB, Transportation Research Record, N°.1507, National R. Washington DC, 1995.*
- [10] H. Ali, L. Myers, and A. Welker, "Performance of hot in-place recycled Superpave mixtures in Florida," *Constr. Build. Mater.*, vol. 49, pp. 618–626, 2013.
- [11] Ministerio de Obras Públicas, *Manual de carreteras. Volumen N°7. Mantenimiento Vial.*, 2018th ed. 2018.
- [12] Servicio de vivienda y Urbanismo de la Región Metropolitana, *Manual de Obras de Vialidad, Pavimentación y Aguas Lluvias 2018 Capítulo N°12*. Santiago, 2018.
- [13] A. Nosetti, F. Pérez-Jiménez, and A. Martínez, "Estudio de las mezclas bituminosas Recicladas en frío con emulsión con el compactador giratorio SUPERPAVE," XVI CI- LA – Congr. Ibero-Latinoamericano del Asf. 20-25 Noviembre 2011, Rio Janeiro, Bras., 2011.
- [14] G. Valdés, F. Pérez-Jiménez, and R. Botella, "Ensayo Fénix, una Nueva Metodología para Medir la Resistencia a la Fisuración en Mezclas Asfálticas," *Rev. la Constr.*, vol. 8, no. 1, pp. 114–125, 2009.
- [15] AASHTO, *Standard Method of Test for Hamburg Wheel-Track Testing of Compacted Hot Mix Asphalt (HMA) - AASHTO T324-14*. 2014.

VIATOP[®] *plus RC*

Das Pellet.

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



Mirando al pasado

Documento publicado en enero de 1961.



Boletín
PROAS
PRODUCTOS ASFÁLTICOS, S. A. - PROAS - AV. DE AMÉRICA, 33 - TEL. 415 05 50 - MADRID-2

VOLUMEN III. - Pág. 137



COMENTARIO DE ACTUALIDAD

En contactos sostenidos con directivos de empresas constructoras especializadas en la fabricación de aglomerados asfálticos, hemos tenido ocasión de comprobar se siente por todos la necesidad de algún tipo de asociación técnica que les permitiera mantenerse informados de sus problemas comunes y de las soluciones más adecuadas encontradas en cada caso, así como de aquellos aspectos técnicos de su labor cuyo mejor conocimiento podría conducir a un ensanchamiento de su mercado y a una actuación más eficaz a todos los efectos.

Desde luego, este tipo de asociación no sería nuevo en el mundo ni mucho menos, ya que en otros países existen organizaciones equivalentes, entre las que ocupa un lugar destacado, por su importancia, por el número de asociados, por su potencia económica y por su actividad en todos los aspectos, la NAPA (National Asphalt Pavement Association) de los Estados Unidos de Norteamérica.

Existiendo el precedente o modelo a seguir, que podría ser una de estas asociaciones extranjeras con una larga experiencia, y existiendo por parte de todos los afectados la convicción de la utilidad que podría tener este tipo de asociación o agrupación, parece claro que es inminente su creación.

Existe ciertamente una dificultad relativa en el hecho de que en España son muy pocos los contratistas especializados exclusivamente en la fabricación y extendido de aglomerado asfáltico ya que, como siempre ha sido usual en nuestro país, la mayoría de los contratistas extienden su actividad —incluso en el caso de que sean especialistas exclusivamente en carreteras y no se ocupen de edificación u otros tipos de obras— a unidades de obra de todas clases. Sin embargo, ya existen varias empresas con especialización suficientemente marcada para que puedan constituir el núcleo de esa hipotética asociación de fabricantes de aglomerado asfáltico, y hay otras muchas para las que, aun con una actividad más diversificada, la construcción de pavimentos asfálticos constituye la actividad más importante, por lo que su incorporación a la asociación estaría perfectamente justificada.

Aunque por parte de algunos podrían ponerse objeciones a lo que podrían estimar excesiva proliferación de asociaciones y agrupaciones técnicas en relación con la construcción de carreteras, estimamos que la multiplicidad de intereses y aspectos implicados en este tipo de obras pueden justificar, y de hecho justifican perfectamente, la existencia de diversos organismos cuyo grado de especialización garantice de manera eficaz la realización en profundidad de una labor suficientemente completa y útil.

Número 42 ▲ Volumen XII ▲ Primer trimestre ▲ 2022

ASFALTO
y pavimentación

45



LA
CARRETERA
DEL
FUTURO

Noticias del sector

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

V Congreso andaluz de Carreteras

La Asociación Española de la Carretera (AEC) retoma, tras 15 años de ausencia, el Congreso andaluz de carreteras. Este año el #CAC2022 tendrá el lema "Hacia la próxima generación de C@rreteras".

Unas jornadas con las que la Junta de Andalucía pretende impulsar la creación de sinergias en un sector fundamental para el progreso en todos los órdenes, puesto que de las infraestructuras viarias depende la movilidad de personas y mercancías.

Carreteras con "sello verde", más sostenibles y respetuosas, modelos a implementar para su financiación, herramientas y sistemas para dotarlas de inteligencia, sin perder de vista su conservación y explotación, la mejora de la seguridad vial y la imprescindible vertebración territorial y eficiencia del transporte serán algunos de los asuntos que se abordarán en el V Congreso Andaluz de Carreteras.

El evento está promovido por la Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía y tendrá lugar del 6 al 8 de abril de 2022 en el Palacio de Congresos de Granada.

El Consejo de Ministros nombra a Xavier Flores nuevo secretario general de Infraestructuras de MITMA

El Consejo de Ministros, aprueba el nombramiento de Xavier Flores como nuevo secretario general de Infraestructuras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Mitma).

Nacido en Barcelona en 1968, Flores García es Ingeniero de Caminos por la Universidad Politécnica de Cataluña y ha desarrollado su carrera en la administración de la Generalitat de Cataluña desde el año 1994, de la que es funcionario del cuerpo de Ingenieros de Caminos, y desde el

2013 ha sido Director General de Infraestructuras de Movilidad.

Durante estos años ha tenido diferentes responsabilidades en el departamento responsable de la movilidad, siempre relacionadas con las infraestructuras de transporte tanto en planificación, proyecto, ejecución y explotación; y tanto por lo que se refiere a infraestructuras de transporte público y ferroviarias, como a infraestructuras viarias.

Destaca su participación en la redacción de diferentes documentos de planificación, como el Plan de Infraestructuras del Transporte de Catalunya o más recientemente el Plan Específico de movilidad del Vallés; en las principales obras de prolongación de metro de los últimos años, como la línea 9 o las prolongaciones de las líneas de Ferrocarril de la Generalitat; y en innumerables obras viarias, pudiéndose resaltar las actuaciones en curso de ampliación de la C 58 y la C 17 o la aplicación de la solución 2+1 en diferentes corredores.

Igualmente, ha liderado la Mesa de la Bicicleta y dirigido la elaboración de la Estrategia Catalana de la Bicicleta. Estos proyectos siempre se han llevado a cabo desde el máximo rigor técnico, acompañado por una voluntad de concertación y diálogo continuo con las diferentes administraciones y actores implicados.

Desde su responsabilidad como director general, ha impulsado una transformación de la dirección a todos los niveles, apostando por la innovación, la transformación digital y la introducción de nuevos modelos de gestión organizativa.

Esto se ha concretado en la implantación de una visión de la conservación focalizada en la modernización y mejora continuada, en el impulso a la introducción del Building Information Modeller (BIM) en los proyectos, la introducción en España de soluciones viarias nunca antes aplicadas, la creación de un laboratorio de innovación, así como el desarrollo de proyectos mediante el mecanismo de la compra pública innovadora o el impulso de una transformación di-

gital a todos los niveles de la organización.

El Colegio de Ingenieros de Caminos ha concedido a nuestro compañero y amigo Jacinto Luis García la medalla al Mérito Profesional 2021

El pasado 18 de octubre, tuvo lugar, en el auditorio Be-tancourt del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en Madrid, la ceremonia de entrega de las medallas colegiales 2020 y 2021.

En este acto nuestro compañero del Comité de Redacción de la Revista Asfalto y Pavimentación, Jacinto Luis García recibió la medalla al Mérito Profesional 2021. Con toda nuestra alegría, el equipo completo de la Revista transmitimos nuestra más sincera enhorabuena a Jacinto por esta medalla absolutamente merecida.

FELICIDADES JACINTO.

ASEFMA ha participado en el 7º Seminario internacional sobre pavimentos asfálticos de HAD

El presidente de la patronal española de fabricantes de mezclas asfálticas, Juan José Potti, participó el pasado 30 de septiembre en el 7º Seminario internacional sobre pavimentos asfálticos, un evento que se celebraba en la ciudad croata de Opatija.

El programa se completó con otras trece intervenciones de ponentes procedentes de Alemania, Croacia, Francia, Italia y Polonia que abordaron temáticas relacionadas con la innovación en carreteras, la digitalización y la sostenibilidad.

Juan José Potti renueva su mandato como presidente ejecutivo de ASEFMA hasta 2026

Juan José Potti renueva su mandato al frente de la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas durante los próximos cuatro años. Su ratificación como presidente por parte de la Asamblea General de ASEFMA tuvo lugar el pasado 3 de febrero en la Asociación de Prensa de Madrid, donde se celebró dicha reunión.

El equipo de gobierno que le acompañará en este período estará formado por Eduardo Fernández de Eiffage Infraestructuras, como vicepresidente primero; José Manuel Lorente, de Probisa Eurovia, como vicepresidente segundo; Jesús Guillén, de Pavasal, como tesorero; Vicente Meseguer, de CHM Obras e Infraestructuras, como secretario; y Francisco Díaz, de Padecasa, como interventor. La Junta directiva se completará con once vocales: Antonio Alvargonzález, de Alvargonzález; Eidgo García, de Virton; Eduardo Vara, de Collosa; Fernando García, de Campezo; Francisco Carrera, de Gévora; Gregorio Javier González, de Hergonsa; Javier Cameo, de Tecnofirmes; Jordi Alvereda, de Vialex; Mateo Velasco, de Asfalpasa; Manuel Monolío, de Becsa; y Tomás Enfedaque, de Pabasa

Tras su renovación como presidente ejecutivo Potti, expresó que en este nuevo cuatrienio espera "consolidar el crecimiento de un sector que es clave para reducir las emisiones generadas en el transporte por carretera" y señaló las tres grandes líneas que conforman la hoja de ruta de su nueva "legislatura":

- Compromiso verde: desarrollo del proyecto de investigación EMIPAV que evalúa el impacto real del pavimento sobre consumo de combustible y emisiones asociadas
- Compromiso con la innovación: divulgación de conocimiento a partir de publicaciones y eventos técnicos
- Compromiso con la digitalización en el sector de la pavimentación asfáltica: apoyo a los socios en la implantación de procesos y tecnologías del asfalto 4.0

EAPA ha anunciado que la producción europea de mezclas asfálticas cae un 1% en 2020

La producción global de mezclas bituminosas en Europa cayó hasta los 276,9 millones de toneladas en 2020, según revela EAPA en su último informe de actividad sectorial. Estos resultados suponen una variación negativa del 1% respecto al año precedente, en el que se registraron 279,7 millones de toneladas. Los resultados son más negativos si consideramos solo los países de la UE-27: en este caso la producción de mezclas presenta una caída del 3,7% de 216,2 a 208,3 millones de toneladas.

“El sector aún no se ha recuperado de la crisis económica de 2008”, expresan desde EAPA. “Las 276,9 millones de toneladas producidas en Europa 2020 están más cerca de los resultados de 2002 (298) que del máximo histórico registrado en 2007 (347,7)”. En este sentido apuntan “solo nueve de los 33 países estudiados han registrado en 2020 mayor producción que en 2008”.

En cuanto a España, EAPA señala que la producción española de mezclas asfálticas registró en 2020 una caída del 9% respecto al ejercicio anterior, ligeramente más positivo pero igualmente muy preocupante que la información que adelantó ASEFMA durante su última Asamblea General. Los 17,1 millones de toneladas en 2020 rompen la serie positiva de resultados iniciada en 2016 y son reflejo de la situación de crisis sectorial que vive el sector y del grave déficit acumulado en las infraestructuras viarias españolas. Es decir, considerando la longitud y características de la red española de carreteras este resultado productivo se aleja de los valores de referencia: “España debería producir 30 millones de toneladas de mezclas asfálticas con una variación de más o menos 10%” y registrar un índice productivo similar a Francia que en el ejercicio 2020 alcanzaba los 31,9 millones de toneladas.

Atendiendo a las cifras arrojadas por la EAPA, España continúa ocupando la séptima posición por detrás de Alemania (38 millones de toneladas), Francia (31,9), Turquía (31,7), Italia (30,1), Gran Bretaña (23) y Polonia (19). En 2008 era, sin embargo, el segundo país europeo productor de asfalto.

Respecto al número de empresas de la industria del asfalto activas en Europa durante 2020, en el territorio europeo han operado al menos 10.196 compañías, lo que supone, según los datos disponibles, un aumento del 0,3% respecto al año anterior (en 2019 los datos disponibles contaban 10.167 empresas activas). De estas entidades: 780 se dedican solo a la producción, 7.943 solo al extendido y 1.473 realizan ambas actividades.

En el caso de España y atendiendo a los datos proporcionados por EAPA, las compañías activas en 2020 se han mantenido en el trienio. En total han sido 281 las entidades españolas en activo durante 2020: 6 exclusivamente para producción, 150 en extendido y 125 en producción y extendido.

La producción de mezclas asfálticas aumenta en 2021, en un escenario de creciente inversión en mantenimiento de carreteras

El presidente de la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA), Juan José Potti, anunció durante la Asamblea General Ordinaria de la entidad que la producción española de mezcla bituminosa durante 2021 se estima en 18,8 millones de toneladas, lo que supone una subida del 10% respecto al ejercicio anterior y el regreso a las cifras de 2019. Atribuye esta recuperación al número de licitaciones de obras de refuerzo de firmes, el más alto de la última década y que han significado 197 millones de euros.

Respecto al déficit acumulado durante los últimos diez años, Potti señaló que “151,4 millones de toneladas es la cifra del desfase acumulado en la producción de asfalto durante la última década para mantener en un óptimo estado de conservación la red española de carreteras atendiendo a su longitud, tráfico y condiciones climatológicas”. También recordó que España está ocupando dentro de Europa “un puesto que no le corresponde”: según referencias de EAPA para 2020 en producción de asfalto “ocupa la séptima posición (17,1 millones de toneladas) por detrás de Alemania (38 millones de toneladas), Francia (31,9), Turquía (31,7), Italia (30,1), Gran Bretaña (23) y Polonia (19)” cuando el nivel debiera ser similar al de los vecinos franceses.

Conservación de carreteras, prioridad para poder modernizar la red viaria

“La escasez de recursos presupuestarios está provocando un importante deterioro de la red viaria existente y está limitando la contribución que desde el ámbito de la carretera se puede realizar para alcanzar una movilidad más sostenible, mejor seguridad vial, descarbonización del transporte, refuerzo de la cohesión social y territorial, así como para modernizar la red viaria y los técnicos de las administraciones responsables de su gestión”, afirmó Juan Lazcano, presidente de la Asociación Española de la Carretera (AEC) durante su intervención por videoconferencia.

“No es posible plantear soluciones digitales para las infraestructuras viarias sin garantizar antes el buen estado de conservación de las carreteras”, expresó Lazcano. “Seguridad, sostenibilidad e inteligencia son los conceptos claves sobre los que se apoya la política nacional y europea sobre

movilidad; y sobre ellos ha trabajado la AEC durante los dos últimos ejercicios mediante el concepto de carretera segura, verde y conectada y con el desarrollo de propuestas concretas a las que se dará continuidad este 2022” mediante informes y estudios técnicos, documentos de posición y jornadas, entre otros.

Creciente inversión en conservación de firmes

Por su parte, Javier Herrero, director general de Carreteras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, recordó que hasta el año pasado no había presupuesto para cubrir los contratos de conservación de carreteras “el dato histórico está en 2008 cuando se licitaron 551 millones de euros, pero en 2018 el presupuesto fue de 97 millones y en 2020 se licitó para rehabilitación de firmes 50 millones de euros”. En 2021 la tendencia cambió y desde inicio de año hasta hoy se han licitado 197 millones de euros para actuaciones de rehabilitación de firmes en 834 kilómetros que significan 1,97 millones de toneladas de mezclas bituminosas.

“El debate sobre la inversión en conservación de carreteras ya está ganado” expresó Herrero. “La previsión para 2022 es licitar más de 327 millones de euros en rehabilitación de firmes, lo que significa una ventana de 3,3 millones de toneladas”.

ASEFMA anuncia una subida del 10% en el consumo de betún en España para mezclas asfálticas en 2021 y augura un escenario de crecimiento para el sector

El presidente de la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA), Juan José Potti, anunció durante la Asamblea General Ordinaria de la entidad que la industria española del asfalto había cerrado 2021 con una cifra estimada de producción de mezcla bituminosa de 18,8 millones de toneladas, lo que supone una subida del 10% respecto al ejercicio anterior y el regreso a los niveles de 2019 que seguían una tendencia alcista.

“151,4 millones de toneladas es la cifra del desfase acumulado en la producción de asfalto durante la última década para mantener en un óptimo estado de conservación la red española de carreteras atendiendo a su longitud, tráfico y condiciones climatológicas”, explicó Juan José Potti que desde mayo de 2021 también ostenta el cargo de presidente

de la asociación europea de pavimentación asfáltica EAPA. “La recuperación desde inicio del año podemos atribuirla al número de licitaciones de obras de refuerzo de firmes, que es el más alto de los últimos diez años y han significado más de 125 millones de euros”.

En esta línea, los fabricantes de asfalto han mostrado más satisfechos por la recuperación del sistema de licitación por concurso que estimula la innovación, experiencia y nuevos desarrollos, frente a las licitaciones por subasta donde prevalece el criterio económico y el producto normalizado.

El presidente de ASEFMA también refirió a los últimos datos oficiales de EAPA correspondientes la producción europea de la industria del asfalto en 2020. “España vuelve a ocupar un puesto que no le corresponde”, subrayó. “Sigue ocupando la séptima posición en producción de asfalto (17,1 millones de toneladas) por detrás de Alemania (38 millones de toneladas), Francia (31,9), Turquía (31,7), Italia (30,1), Gran Bretaña (23) y Polonia (19)”.

ASEFMA lanza su calendario 2022 destacando los avances tecnológicos de los pavimentos asfálticos y su aportación a la preservación medioambiental

La entidad que representa a los fabricantes españoles de asfalto justifica mes a mes la afirmación de que los pavimentos asfálticos se encuentran a la vanguardia de la tecnología, la digitalización y la protección del medioambiente. Como en ediciones precedentes, apoya su argumentario en imágenes de gran impacto, incorpora “Asphalt Advantages” e incluye eventos destacados.

El calendario 2022 de ASEFMA dedica los tres primeros meses a las propiedades de los pavimentos ante condiciones climatológicas adversas. Destaca los pavimentos asfálticos con capacidad antihielo que disminuyen el punto de congelación del firme, los pavimentos asfálticos impermeables que proporcionan estanquidad en pantallas de presas y embalses y los pavimentos asfálticos drenantes, altamente permeables, que filtran y evacúan el agua de lluvia.

En marzo se abre la temática de la reutilización y reciclado de los pavimentos que continúa en mayo y a partir de junio se introducen los pavimentos con altas prestaciones y los especiales para túneles, se mencionan los pavimentos asfálticos adaptados a la conducción autónoma y se recuer-

dan aquellos que permiten la recarga de vehículos eléctricos. Octubre está dedicado a los pavimentos fonoabsorbentes y noviembre: a los pavimentos asfálticos que se integran en el entorno urbano.

En el calendario 2022 colaboran con ASEFMA, las agrupaciones europeas EAPA y EUROBITUME que distribuirán el calendario en versión inglesa entre sus asociados y la Asociación Eslovena de Pavimentación Asfáltica (Združenje asfalterjev Slovenije, ZAS) que publicará el calendario en lengua eslovena. Entre los eventos señalados en el calendario, destaca la XII Jornada Técnica de Asefma (21 y 22 de junio), el Día Internacional de la Conservación de Carreteras (7 de abril), el Día Mundial de la Carretera (11 de octubre), la XVII Jornada Nacional de ASEFMA (26 y 27 de octubre) y el XXI Congreso Iberoamericano del Asfalto (CILA, 20 al 25 de noviembre).

Convocatoria del XVIII Premio Nacional ACEX a la Seguridad en Conservación

ACEX convoca el XVIII Premio Nacional ACEX a la Seguridad en Conservación, con el objetivo de reconocer los méritos y esfuerzos de todos aquellos trabajadores, empresas y administraciones que hayan desarrollado actividades con destacadas consecuencias positivas en el ámbito de la seguridad en la conservación y mantenimiento de infraestructuras.

El objetivo de este premio es promover la seguridad laboral y vial en los trabajos de conservación y explotación de infraestructuras y fomentar la investigación y las buenas prácticas en materia de seguridad.

El plazo de presentación de candidaturas es hasta las 13 horas del día 9 de mayo de 2022.

Los ganadores, en cada una de las dos categorías recibirán una placa conmemorativa y un diploma acreditativo del galardón. Asimismo, ACEX dará a conocer estos proyectos ganadores y sus empresas a los medios de comunicación nacionales, locales y técnicos.

En la ceremonia de entrega, que tendrá lugar el 22 de junio de 2022, se hará mención a las aportaciones en seguridad de todos los trabajos presentados a concurso, entregando los diplomas acreditativos a los finalistas, y los premios a los ganadores.

#98

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Un firme asfáltico es sostenible: sus capas son reutilizables al 100% en nuevas mezclas (La carretera es la cantera: 100% reciclado (Eurovia))

#SOSTENIBILIDAD_Y_MEDIO_AMBIENTE



Colección de Monografías, en papel, de Asefma

En estos 10 años, Asefma a través de sus Grupos de Trabajo ha generado una importante colección de monografías.

Ahora se ofrecen en formato papel, dentro de una caja portadocumentos de 30,5 x 21,5 forrada con pliego impreso estucado y plastificado, las primeras 12 monografías publicadas por Asefma.

Aproveche la ocasión de solicitar su colección de Monografías en papel.

Los socios de Asefma tienen un precio especial de **250€, más IVA**. Realice su pedido en asefma@asefma.com.es

MONOGRAFÍAS ASEFMA

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

También disponibles en formato DVD

XVI Jornada Nacional de Asefma. “Análisis de la evolución de la pavimentación en los últimos 50 años y mirada al futuro bajo la perspectiva actual”



La XVI edición de las Jornadas nacionales de Asefma, que bajo el lema “Análisis de la evolución de la pavimentación en los últimos 50 años y mirada al futuro bajo la perspectiva actual”, se celebró el 14 y 15 de diciembre de 2021 y tuvo como principal protagonista el sentimiento común de los asistentes de poder estar en contacto directo con sus compañeros de profesión.

Esta edición ha sido el primer evento sectorial que se celebra simultáneamente bajo el formato presencial, digital y virtual, lo que ha permitido aprovechar las virtudes de los diversos modos y facilitando tanto a visitantes presenciales como on-line el acceso muchos recursos que hace 5 años eran impensables.

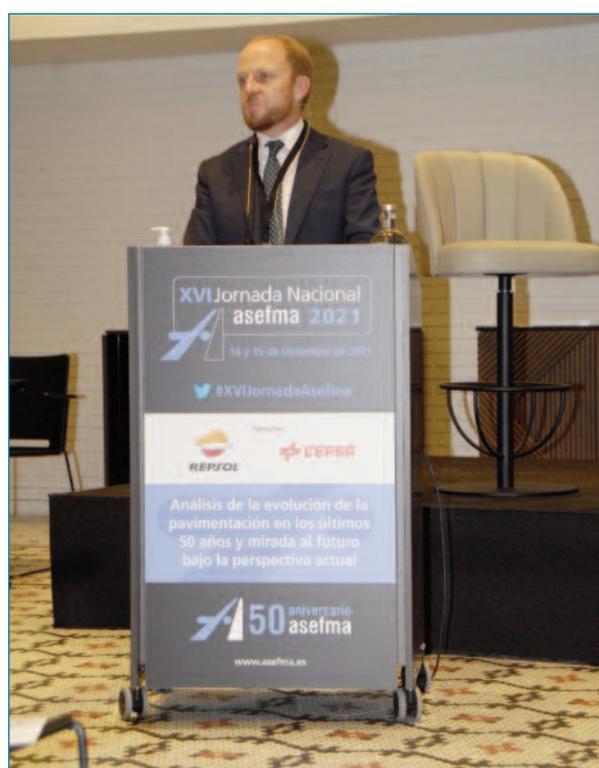


La jornada ha servido como punto de partida de un conjunto de actividades orientadas a celebrar el 50 aniversario de la creación de ASEFMA y que coincidió en el tiempo con la creación de la Asociación Europea de Pavimentos Asfálticos (EAPA).

A nivel de organización, el evento ha constado de siete



sesiones que, bajo la coordinación general del Doctor Ingeniero Ángel Sampedro, consiguieron alcanzar un buen equilibrio entre dar visibilidad a décadas de experiencia y una mirada puesta en el futuro y en los nuevos retos del sector:



XVI Jornada Nacional de Asefma. “Análisis de la evolución de la pavimentación en los últimos 50 años y mirada al futuro bajo la perspectiva actual”

La sesión inaugural, junto al Presidente Ejecutivo de Asefma, Juan José Potti, contó con la participación de Javier Herrero, Director General de Carreteras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda urbana (MITMA), que recordó algo que, por evidente, a menudo no interiorizamos: la carretera es un servicio esencial para los ciudadanos y, como tal, se merece una inversión adecuada.



La primera sesión, titulada “Desarrollo y análisis de los tipos de mezcla bituminosa en España y en el mundo. Perspectivas de desarrollo futuras”, y que estuvo coordinada por Andrés Costa, permitió hacer una mirada retrospectiva al desarrollo de las mezclas bituminosas en España y su futuro a nivel nacional e internacional. La sesión contó con la participación del Director Técnico de EAPA Breixo Gómez.



En la sesión se trataron temas de candente actualidad como la reutilización de asfalto recuperado, las mezclas fabricadas a menor temperatura, la relación entre el estado de la capa de rodadura y el consumo de combustibles y se mencionaron temas novedosos que, posiblemente, sean ob-

yecto de atención en el futuro próximo, como es el caso de los microplásticos.

La sesión concluyó con una mesa redonda en la que reconocidos expertos del sector expusieron sus puntos de vista sobre la utilización de los diversos tipos de mezclas que existen en la normativa actual.

La sesión 2, se centró en la evolución de los ligantes bituminosos contando con ponentes que analizaron el mercado de betunes, emulsiones con una visión nacional e internacional. Así, Francisco José Lucas, Mari Mar Colas y Shioban Mckelvey mostraron visiones complementarias de los ligantes bituminosos.



La segunda sesión concluyó con una mesa redonda en la que varios importantes directivos de fabricantes de mezclas bituminosas y de ligantes debatieron sobre diversos aspectos relacionados con la calidad y el precio de los ligantes bituminosos y su impacto en las mezclas asfálticas.

La fabricación de mezclas bituminosas es un proceso in-

dustrial complejo y las plantas de fabricación cada vez tienen más importancia en la calidad y costes del producto.

En la tercera sesión, coordinada por Jesús Felipe, se mostró una panorámica de la evolución de las plantas asfálticas que dio una visión fidedigna del tremendo cambio sufrido por estas instalaciones industriales en los últimos años. La llegada del concepto industria 4.0 está impactando de pleno es estas instalaciones que cada vez son más complejas, ya que deben permitir utilizar un mayor número de materias primas y dar respuesta a las mayores exigencias de control de calidad y homogeneidad de los productos suministrados.



Así, la incorporación de mayores cantidades de asfalto recuperado, los sistemas de espumación, el uso de aditivos con diversas funcionalidades y la creciente automatización y monitorización fueron algunas de las temáticas tratadas por los ponentes y los integrantes de la mesa redonda que incluía esta tercera sesión.

Si en las plantas asfálticas estamos asistiendo a un impresionante despliegue de tecnología, otro tanto puede decirse en relación a la maquinaria y procedimientos de puesta en obra. Bajo la coordinación de Javier Loma, la cuarta sesión abordó los desarrollos tecnológicos en este campo, mostrando cómo España ha abordado este cambio y comparándolo con los desarrollos que se están produciendo en Europa y otros lugares del mundo. La intervención de Carsten Karcher, Secretario General de EAPA, recordó que la sostenibilidad medioambiental y la descarbonización debe guiar a los desarrollos tecnológicos del sector.

Bajo la visión de Asfalto 4.0, la adaptación que el sector está haciendo de las tecnologías basadas en digitalización, se desarrollaron las intervenciones de la mesa redonda en la que representantes de las empresas Asfaltia, Trabit, Tecnofirmes y Construcciones Lozoya contaron su visión particular:



Con la cuarta sesión finalizó la mañana de la primera jornada en la que la mayor parte de las presentaciones e intervenciones se dedicaron a temas industriales y de producción. El coordinador de las jornadas, Angel Sampedro realizó un resumen de los contenidos tratados y destacó que: "seguimos siendo tan innovadores y estamos tan preocupados por la sostenibilidad como el primer día".

En la tarde del día 14 de diciembre tuvo lugar la 5ª sesión del programa en la que el foco pasó de la mezcla bituminosa a los pavimentos y las redes de carreteras. Los contenidos ahondaron en una visión retrospectiva del desarrollo de la red de carreteras en España, con una visión crítica de la planificación actual, a cargo de Miguel Angel delVal y seguida por una visión global a cargo de Miguel Caso que, desde la perspectiva de PIARC, señaló algunos de los elementos fundamentales de la movilidad por carretera en el futuro próximo.

La primera jornada tuvo el colofón con una mesa redonda coordinada por Juan José Potti y en la que participaron Juan Lazcano (AEC), M^a Rosario Cornejo (MITMA) y Xavier Flores (Generalitat de Cataluña). Sus intervenciones permitieron vislumbrar la visión que desde diversas administraciones públicas y asociaciones profesionales se tiene sobre el desarrollo de la movilidad por carretera y los retos que va a implicar en términos de gestión de las infraestructuras físicas.



XVI Jornada Nacional de Asefma. “Análisis de la evolución de la pavimentación en los últimos 50 años y mirada al futuro bajo la perspectiva actual”

La segunda jornada del evento se inició con la 6ª sesión en la que tuvo lugar la presentación de las candidaturas que optaban al premio a las mejores prácticas medioambientales del sector. Estos premios se están convirtiendo en un elemento de referencia en el sector dada la relevancia que las cuestiones medioambientales tienen hoy en día.

Las candidaturas presentadas por seis organizaciones (Campezo, Consell de Mallorca, Eiffage Infraestructuras, Eurovía, Tecnofirmes y Universidad de Granada) cubrieron temáticas de actualidad como reciclado de materiales, descarbonización y materias primas secundarias, así como desarrollo normativo que facilite la contratación pública ecológica.

Esta sesión estuvo coordinada por Lucía Miranda (Repsol) y Vicente Pérez (Cepsa). Se recibieron 6 propuestas de las que fue seleccionada como vencedora por el Comité Técnico de Asefma la presentada por la Universidad de Granada y que tenía por título “MASA: materiales asfálticos sostenibles, automatizados e inteligentes”.



La 6ª sesión continuó con un bloque dedicado a los nuevos profesionales que llegan al sector y a ellos iban especialmente dedicadas las presentaciones de Manuel Romana (UPM) sobre “Estrategia para la formación de los futuros profesionales del sector” y de Angel Sampedro y Javier Loma sobre el Caso de éxito “Cátedra Padecasa en la Universidad Alfonso X El Sabio”.

La siguiente intervención de esta sesión corrió a cargo de Cristina Moreno (Directora General de SEITT) que habló de las perspectivas de inversión y planificación de la SEITT para los próximos años, un tema realmente de interés para el sector de la pavimentación asfáltica.

Para finalizar la sesión, hubo un espacio dedicado a explicar el “making of” del calendario Asefma de 2022, a car-



go de Javier Cameo.

La 7ª, y última sesión, tuvo dos bloques claramente diferenciados. En el primero, dedicado a la innovación, se mostraron diversas facetas relacionadas con un tema tan relevante en un mundo cambiante. Así, Jorge del Pozo, desde la visión del CDTI, la principal organización financiadora de I+D+i en España, hizo un recorrido en el tiempo mostrando lo innovador que ha sido el sector y señalando algunos casos de éxito especialmente relevantes.



En el bloque dedicado al mundo universitario, se dio a conocer el papel tan relevante que las universidades tienen como motor de la I+D. Esta visión del mundo académico,

fue complementada con una mesa redonda en la que empresas involucradas en proyectos de I+D+i aportaron su visión sobre a dónde se debe dirigir la innovación.

La temática de innovación fue también el centro de la intervención de M^a Rosario Comejo, que detalló cómo desde el MITMA están acometiendo los importantes retos tecnológicos que hay en el sector de la carretera. Su intervención mostró novedosos aspectos que van a tener gran impacto en la movilidad por carretera.



La entrega del premio a las mejores prácticas medioambientales a UGR y del premio Asfaltero 4.0 a Aida Marzán inició la recta final de las jornadas.

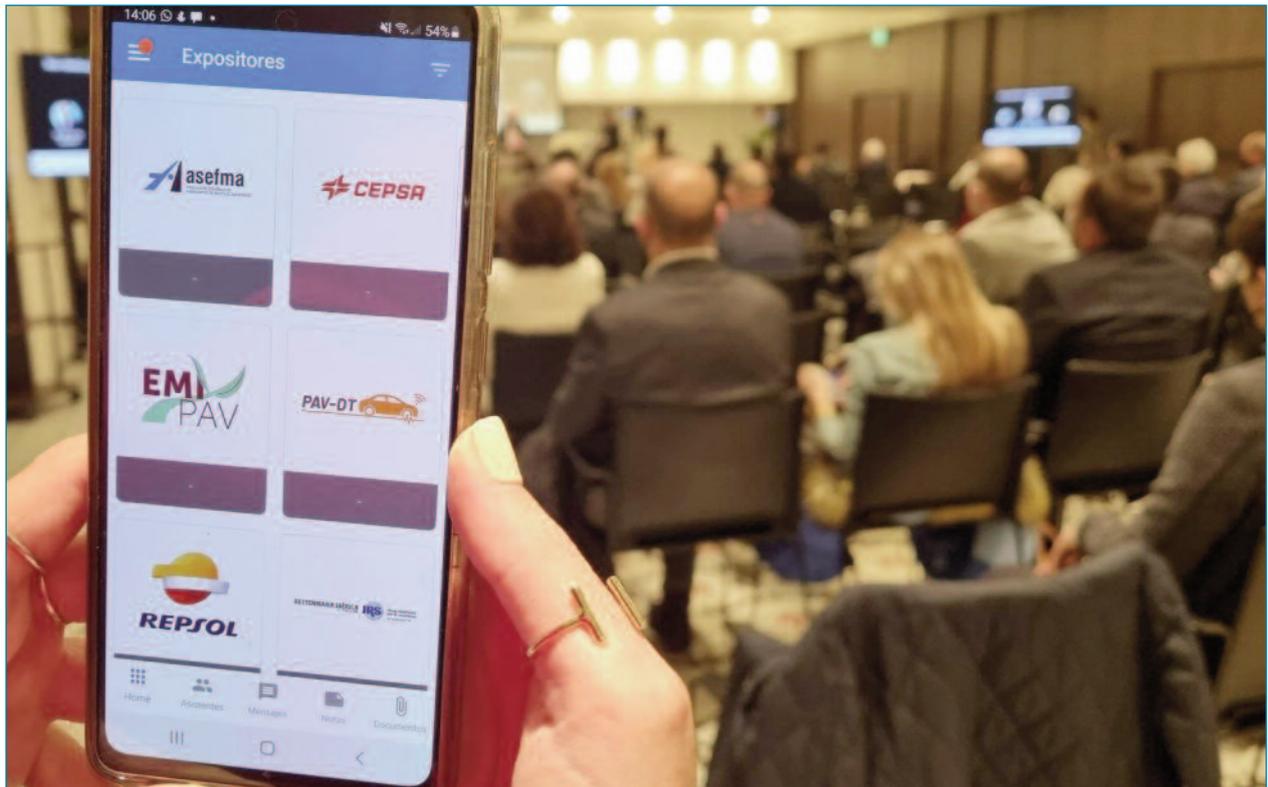
Al comienzo de este resumen de la XVI Jornada Nacional de Asefma se recalcó que el aspecto humano había sido el gran protagonista. Si la mera asistencia a este evento, con contenidos de alto nivel, no hubiese sido suficiente, la entrega de premios a cinco personas por su trayectoria profesional aportó un clímax de emoción. Los premios entregados a Carlos Ortiz, Félix Pérez, Francisco Royo, Ramón Magraner y Vicente Vilanova mostraron el aprecio que el sector tiene hacia un grupo de grandes profesionales que han dedicado gran parte de su vida a la ingeniería civil de carreteras.



La clausura de la XVI Jornada Nacional de Asefma 2021 corrió a cargo del Presidente Ejecutivo, Juan José Potti, que destacó, además de la gran asistencia presencial, el importante impacto que tuvo en redes sociales. Los principales datos de seguimiento se muestran a continuación.



XVI Jornada Nacional de Asefma. “Análisis de la evolución de la pavimentación en los últimos 50 años y mirada al futuro bajo la perspectiva actual”



Este resumen de la jornada no estaría completo sin mostrar algunos detalles de cómo se desarrolló el evento en formato digital y virtual, además de detallar el impacto digital en las redes sociales.

Año tras año ASEFMA se sitúa a la vanguardia de la digitalización en el sector: En esta ocasión además de recuperar la presencialidad de sus eventos extendió la experiencia de usuario para conectar con quienes solo siguieron el evento online y optó por la modalidad PVD by itafec. Al habitual streaming HD y seguimiento del hashtag de la jornada (#XVIJornadaASEFMA) sumó una plataforma VR/2D, accesible en formato web y app, desde donde los usuarios pudieron seguir la jornada en directo. Los asistentes en formato virtual pudieron realizar preguntas a los ponentes en tiempo real, concertar reuniones con cualquiera de los asistentes o conectar con ellos por mensaje privado, consultar noticias relevantes y descargar presentaciones y documentos divulgativos e incluso fotografías del evento. Los patrocinadores y expositores disponían en la plataforma de un espacio virtual en el que presentaron sus últimos proyectos, productos y servicios.

En Twitter se generó un debate paralelo con el hashtag #XVIJornadaASEFMA que registró según la herramienta de medición TweetBinder un total de 2.372 tuits, alcanzó una audiencia potencial de 556.841 usuarios y llegó a las 18.022.876 impresiones, lo que supuso un aumento de alcance respecto a las ediciones precedentes.



Calendario de eventos

AÑO 2022		
23-de marzo EUROBITUME	Asphalt and Eurobitume Day 22	Bruselas (Bélgica) www.eurobitume.eu
6-8-de abril AEC	V Congreso andaluz de carretera #CAC2022	Granada (España) www.aecarretera.com
7-de abril	International Maintenance Day #IRMD2022	En línea https://roadmaintenanceday.org/es/inicio
28-de abril PIARC	Segundo seminario web de PIARC "Measures to improve resilience of road networks"	En línea www.piarc.org
25-27 de mayo FdA	VI Congreso Nacional de ARIDOS OVIEDO 2022	Oviedo (España) www.congresoaridos.com
21-22 de junio ASEFMA	XII Jornada Técnica de ASEFMA	Madrid (España) www.asefma.es
26-29 de junio CONSULPAV	Rubberized Asphalt. Asphalt Rubber	Málaga (España) www.consulpav.com/rar2022
5-7 de julio PCR	X Congreso Portugués de Carreteras y Ferrocarriles	Lisboa (Portugal) https://crp.pt/index.php/eventos/10o-congresso-do-crp/
12-14 de septiembre PIARC	9° Symposium on Pavement Surface Characteristics	Milan (Italia) www.piarc.org
20-21 de septiembre	Internacional Conference Asphalt 4.0	En línea www.asefma.es
11 de octubre http://worldroadday.org/	Día Mundial de la Carretera #DiaMundialdeCarretera	En línea
24-30 de octubre BAUMA -	33rd Edition of the World's Leading Trade Fair for Construction Machinery, Building Material Machines , Mining Machines, Construction Vehicles and Construction Equipment	Munich (Alemania) https://bauma.de/en/trade-fair/current-information/
25-28 de octubre PIARC	2ª Conferencia Internacional de PIARC sobre la explotación y la seguridad de los túneles	Granada (España) www.atc-piarc.com
26-27 de octubre ASEFMA	XVII Jornada de Asefma #XVIIJornadaAsefma www.atc-piarc.com	Madrid (España) www.asefma.es
14-15 de noviembre EUROBITUMEN	E&E EVENT 2022 EURASPHALT &EUROBITUMEN #eeevent2022	Viena (Austria) www.eeevent2022.org
20-25 de noviembre CILA	XXI CILA Punta del Este #XXICILA	Punta del Este (Uruguay) https://cilaxxi.uy

AÑO 2023		
5-8 de enero TRB	2023 NAPA Annual Meeting	Washington DC (EUA) www.trb.org
2-6 de octubre NAPA	27th World Road Congress	Praga (República Checa) www.eapa.org



Pavimentos asfálticos que **REUTILIZAN INDEFINIDAMENTE**

ADVANTAGE 13: Asphalt is 100% reusable #AsphaltAdvantages

Reforzamos el firme, reducimos las emisiones ➡

ABRIL 2022

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

EVENTOS

6-8 de abril
 V COAC Granada
 #VCOAC2022
 7 de abril
 #IRMD2022

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	



Pavimentos asfálticos que **RECICLAN todo tipo de RESIDUOS**

ADVANTAGE 58: Helping manage waste safely / protecting the environment #AsphaltAdvantages

Reforzamos el firme, reducimos las emisiones ➡

MAYO 2022

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

EVENTOS

26 de mayo
 #Asphalt4meeting

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

Lecturas recomendadas

Technical Review and Technical Briefing “Asphalt in railway tracks”. EAPA 2021.

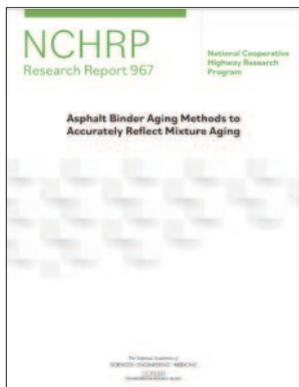
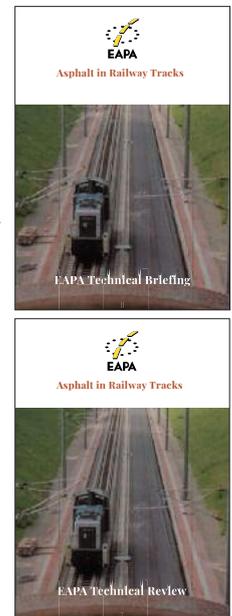
El uso de las mezclas bituminosas en infraestructuras ferroviarias tiene ya una larga experiencia nacional e internacional, pero sigue siendo un campo de actuación relativamente poco conocido.

Con el fin de actualizar el estado del arte en esta área, EAPA ha editado dos documentos complementarios: una versión extensa y detallada y una versión reducida.

En dichos documentos se recoge la experiencia de 10 países, mostrando las diversas técnicas en las que las mezclas bituminosas pueden ser utilizadas.

<https://096.wpcdnnode.com/eapa.org/wp-content/uploads/2021/03/Asphalt-in-Railway-Tracks-Technical-Review-2021.pdf>

<https://096.wpcdnnode.com/eapa.org/wp-content/uploads/2021/03/Asphalt-in-Railway-Tracks-Technical-Briefing-2021.pdf>



Informe “https://www.nap.edu/catalog/26089/asphalt-binder-aging-methods-to-accurately-reflect-mixture-aging”. FHWA. 2021. 244 p.p.

Dado que el envejecimiento del ligante asfáltico influye significativamente en el rendimiento de las mezclas asfálticas, en EE.UU las especificaciones para el ligante asfáltico de grado de rendimiento (PG), AASHTO M 320, Standard Specification for AASHTO M 320, Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder, y AASHTO M 332, Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder Using Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test, incluyen criterios para los ensayos de los residuos de los procedimientos de acondicionamiento en laboratorio que pretenden simular el envejecimiento que se produce durante construcción y la vida útil del pavimento. El envejecimiento que se produce durante la construcción se simula utilizando el procedimiento de acondicionamiento a corto plazo: AASHTO T 240, Standard Method of Test for Effect of Heat and Air on a Moving Film of Asphalt Binder (Rolling Thin-Film Oven Test). El envejecimiento que se produce durante la vida útil del pavimento se simula mediante el procedimiento de acondicionamiento a largo plazo: AASHTO R 28, Standard Practice for Accelerated Aging of Asphalt Binder Using a Pressurized Aging Vessel (PAV).

Este informe documenta la investigación realizada por el Programa Nacional de Investigación Cooperativa en Carreteras (NCHRP) para mejorar los métodos de acondicionamiento del ligante en el laboratorio para simular con precisión el envejecimiento a corto y largo plazo de los ligantes asfálticos. de corto y largo plazo de los ligantes asfálticos, y calibrar los procedimientos mejorados para el envejecimiento que se produce durante producción, transporte y colocación de la mezcla, así como durante la vida útil de la estructura del pavimento.

<https://www.nap.edu/catalog/26089/asphalt-binder-aging-methods-to-accurately-reflect-mixture-aging>

Informe “RESILIENT ASPHALT PAVEMENTS. Industry Solutions for the Resilience Goal”: NAPA. 2021. 20 pp.

El tema de la resiliencia se ha convertido en un punto central de debate entre la industria, las administraciones públicas y el mundo académico. La Administración Federal de Carreteras de EE.UU (FHWA) define la resiliencia como "la capacidad de anticiparse prepararse y adaptarse a las condiciones cambiantes y soportar, responder y recuperarse rápidamente de interrupciones" (FHWA, 2014). La evaluación de la resiliencia en la infraestructura implica el examen de la vulnerabilidad y el riesgo a un evento perturbador (por ejemplo, un desastre natural) y determinar las estrategias de adaptación empleables que aborden ese riesgo y que, por tanto, sean más resilientes.

La resiliencia puede adoptar muchas formas, como el fortalecimiento del activo; la creación de métodos para reducir, pero no eliminar, el impacto de una posible perturbación mediante estrategias de adaptación; aceptar que pueden producirse daños y crear un plan de coordinación rápida, respuesta y renovación; o el abandono total debido a las limitaciones de riesgo.

El reto y la oportunidad que tienen ante sí los ingenieros y productores es cómo hacer que nuestra red de pavimentos sea más resistente. Hay atributos de los pavimentos asfálticos, diseños y estrategias de gestión de activos que pueden aprovecharse como herramientas para la resiliencia, aunque muchos de ellos no se consideran tradicionalmente desde el punto de vista de la resiliencia.

En este informe se da una visión alternativa tratando temas como los siguientes:

- Construcción rápida para reparar las carreteras dañadas y reducir los costes de la pérdida de tiempo de los usuarios
- Diseño de pavimento perpetuos para reforzar las infraestructuras viarias.
- La capacidad de aprovechar operaciones de mantenimiento para reforzar las infraestructuras y adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes.
- Uso de materiales reciclados, cuando las cadenas de suministro se cortan debido a un acontecimiento perturbador.
- Tecnologías de para mezclas bituminosas en caliente para aumentar la distancia de transporte o ayudar en entornos de clima frío durante las actividades de respuesta a las catástrofes.
- Materiales basados en la adaptación al clima (es decir, ligantes asfálticos de alto rendimiento).
- Pavimentos de asfalto poroso que reducen los riesgos de inundación en las poblaciones.

<https://member.asphaltpavement.org/Shop/Product-Catalog/Product-Details?productid=%7B6399F00E-2392-EB11-B1AC-000D3A9A6645%7D>



TRL (Reino Unido)

<https://www.trl.co.uk/>

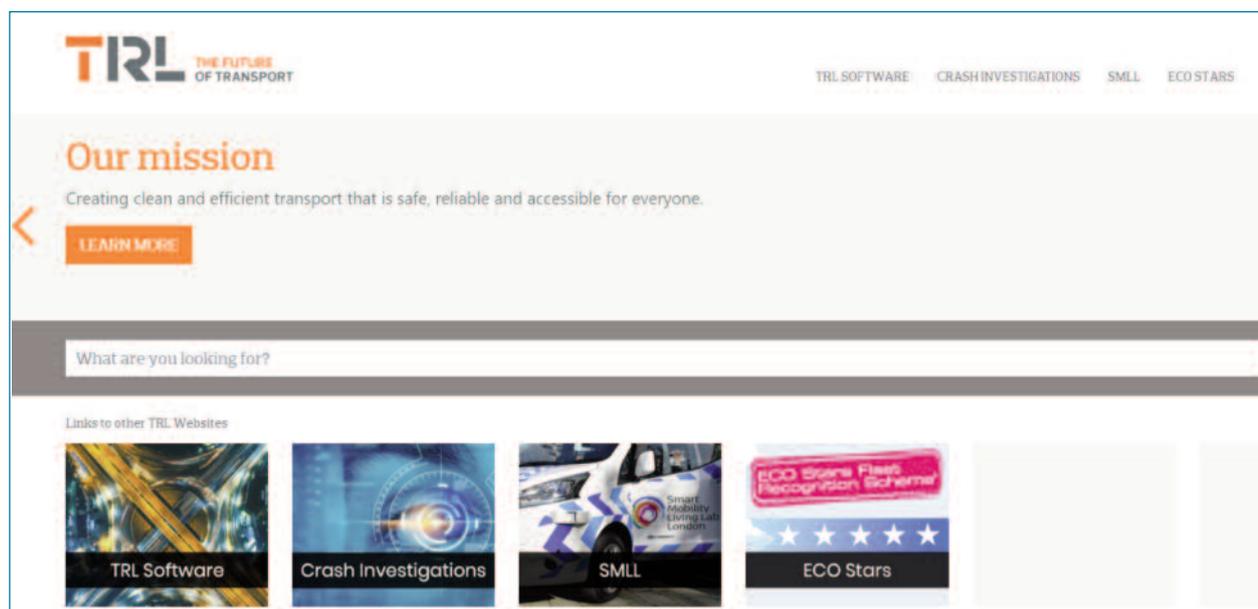
Bajo las siglas TRL se agrupan una serie de empresas y organizaciones dependientes de la Transport Research Foundation, una organización sin ánimo de lucro. Aunque los estudios y trabajos que desarrollan tratan sobre el sector de la carretera en general, el cada vez mayor peso de la digitalización y nuevas formas de movilidad han hecho que la actividad relacionada con la ingeniería civil haya perdido peso relativo. En cualquier caso, la calidad de sus publicaciones y estudios le hacen merecedor de una mención en esta sección dedicada a la I+D+i.

dad el programa está patrocinado por Highways England, la Mineral Products Association y Eurobitume.

En el siguiente enlace se puede acceder a la recopilación de publicaciones que han realizado:

<https://www.trl.co.uk/projects/asphalt-research-collaborative-programme>

De la misma, se pueden destacar los siguientes informes:



En el mes de julio de 2021 se publicó una recopilación de los estudios realizados bajo el auspicio del Asphalt Research Collaborative Programme, que fue creada en 1975 y en la que participaron las siguientes entidades: Asphalt and Coated Macadam Association, British Tar Industry Association, Refined Bitumen Association y el Transport and Road Research Laboratory (TRRL). Con el devenir de los años algunas organizaciones cambiaron de nombre y en la actuali-

- REPORT PPR960 "Review and update of the asPECT carbon footprinting tool for asphalt road".

- REPORT PPR742 "Use of lower temperature asphalt in pavement construction".

- REPORT PPR708 "Review of joint repair techniques for thin surface course systems".



EVENTOS
VR / 3D

EVENTOS EN REALIDAD VIRTUAL 3D

 **itafec** incorpora la tecnología de realidad virtual (VR / 3D) a los eventos técnicos para conectar mejor a los profesionales del sector. Ahora el contacto personal, gracias a un avatar personalizado, es perfectamente posible así como las acciones comerciales, el desarrollo de stands virtuales, reuniones privadas, etc... y todo ello con un sonido 3D totalmente compatible con emisión en streaming HD.

1 Conferencias

2 Exposiciones

3 Networking

Estands virtuales multimedia · e-posters · presentaciones interactivas · encuentros profesionales · salas de reuniones online · auditorios virtuales · aulas digitales · espacios lúdicos y formales para interacción y networking · agenda digital de contacto de asistentes

 **itafec.com, motor de transformación digital**

realidadvirtual@itafec.com

Resumen de actividad en Twitter Hashtag #XVIJORNADAASEFMA

RESUMEN DE ACTIVIDAD

2,372 tweets totales

31,681.95 € valor económico | **86.44 %** puntuación sentimiento

18,022,876 impactos potenciales | 556,841 alcance potencial | 171 usuarios totales

3,256.38 seguidores por usuario | 616 tweets originales | 37 usuarios originales

TWEETS DE TEXTO 2.74% 65

RESPUESTAS 1.9% 45

RETWEETS 74.03% 1,756

LINKS E IMÁGENES 22.47% 533



ANÁLISIS DE SENTIMIENTO

86.44 sentiment score

por número de usuarios

por número de tweets

por número de impactos

	TWEETS TOTAL	IMPACTOS POTENCIALES	USUARIOS	VALOR ECONÓMICO	LINKS/IMÁGENES	RETWEETS
NEUTRALES	1,725	13,009,150	134	23,249,99	393	1,267
POSITIVOS	906	4,492,298	98	7,751.94	126	464
NEGATIVOS	30	198,267	15	275.41	5	23

RANKING DE USUARIOS

MÁS ACTIVOS	Tweets	RETWEETS	Tweets	TWEETS ORIGINALES	Tweets
@asfma_m castro	402	@asfma_m castro	304	@asfma_m castro	102
@aftec kates	301	@aftec kates	231	@asfma_m castro	101
@asfma_m castro	289	@asfma_m castro	137	@asfma_m castro	99
@asfma_m castro	187	@asfma_m castro	115	@asfma_m castro	73
@asfma_m castro	144	@asfma_m castro	98	@aftec kates	60

MÁS FOTOGRAFÍAS	Seguidores	MÁS FOTOGRAFÍAS	Seguidores	TOP FOTOGRAFÍAS	Tweets
@asfma_m castro	113,899	@asfma_m castro	8,200,889	@asfma_m castro	98
@asfma_m castro	69,235	@asfma_m castro	3,757,217	@asfma_m castro	76
@asfma_m castro	33,042	@asfma_m castro	3,268,818	@asfma_m castro	73
@asfma_m castro	23,818	@asfma_m castro	1,000,360	@asfma_m castro	68
@asfma_m castro	18,754	@asfma_m castro	528,568	@asfma_m castro	45

USUARIOS VERIFICADOS	Seguidores	TOP TWEETS ENGAGERS	Tweets	TOP TWEETS ENGAGERS	Usuarios
@OToficial OTI	89,818	@asfma_m castro	4,983	@asfma_m castro	88
@asfma_m castro	19,784	@asfma_m castro	4	@asfma_m castro	8
@asfma_m castro	12,873	@asfma_m castro	4	@asfma_m castro	3,517
@asfma_m castro	6,595	@asfma_m castro	4	@asfma_m castro	35
@asfma_m castro	7,308	@asfma_m castro	3,467	@asfma_m castro	3,333

MÁS RETWEETADOS	Tweets	MÁS RETWEETADOS	Tweets	MÁS RETWEETADOS	Usuarios
@asfma_m castro	208	@asfma_m castro	187	@asfma_m castro	34
@asfma_m castro	207	@asfma_m castro	152	@asfma_m castro	31
@asfma_m castro	157	@asfma_m castro	114	@asfma_m castro	28
@asfma_m castro	154	@asfma_m castro	102	@asfma_m castro	27
@asfma_m castro	74	@asfma_m castro	83	@asfma_m castro	26

ESTADÍSTICAS DE INFLUENCIA

TUITS/USUARIOS	USUARIOS	%TOTALES
1	51	53,20%
2	20	16,00%
3	9	5,20%
4	2	1,7%
5	2	1,7%
6	3	1,9%
+7	36	30,4%

INFLUENCIA DE LOS USUARIOS	USUARIOS	%TOTALES
3000000+	0	1,7%
2000-500	10	5,0%
500-200	31	10,3%
1000-500	30	17,5%
1.000-1000	27	18,7%
5.000-1000	59	30,4%
300.000+	19	11,6%

ACTIVIDAD DE LAS CUENTAS DE TWITTER	USUARIOS	%TOTALES
ASOCI-D	8	4,0%
ASOCI-01	8	4,0%
ESP-01	11	6,2%
ESP-01	11	6,2%
US-01	7	4,0%
US-01	5	2,6%
US-01	10	5,0%

LONGITUD DE LOS TWEETS	TUITS	%TOTALES
CARACTERES	0	1,3%
20-100	24	3,9%
100-150	40	6,3%
150-190	104	16,4%
190-200	100	15,9%
200-240	120	18,8%
240-280	186	28,9%

OTROS RANKINGS

TOP-EXOMAS	TUITS
ESPAÑA	2335
INGLES	26
INDETERMINADO	11
GLOBAL(LANGUAGE-CODE_NULL)	1

TOP FUENTES	FUENTE	TUITS
TWITTER FOR ANDROID	756	
TWITTER FOR PHONE	591	
HOOTSLITE INC.	505	
TWITTER WEB APP	206	
TWEET DECK	187	
TWITTER FOR PC	86	
FENIX 2	8	
LINKEDIN	3	
DOSSCON RETWEET	2	
IFTTT	1	

TOP-HASHTAGS	HASHTAG	TUITS
#XVIJORNADAASEFMA	2332	
#TRIBUNOMIA	75	
#COMERCIOCANARIAS	36	
#ASFALTBIOPUNT00	26	
INNOVACION	24	
#SOSTENIBILIDAD	16	
#CALIDADDEASEFMA	17	
#FORAYACION	13	
#ECONOMIAFISCAL	13	
#PHOTOCALL	13	

VALOR ECONÓMICO DEL INFORME

31,681.95 €
valor económico del informe

7.79 € valor medio del usuario
13.36 € valor medio de los tweets

El valor económico de un hashtag o término muestra qué valor tiene este hashtag en el mercado, tomando como referencia el coste de la publicidad online. Se calcula analizando cada uno de los usuarios del informe (seguidores, seguidos, listas, etc.) y sus tuits. Esto nos muestra qué valor tiene el hashtag en el mercado.

valor económico de los tweets

valor económico de los usuarios

XS: 0.00 € - 1.00 €
S: 1.00 € - 3.00 €
M: 3.00 € - 8.00 €
L: 8.00 € - 15.00 €
XL: >= 15.00 €

Resumen de actividad en el mundo virtual VR/2D

RESUMEN DE ACTIVIDAD

131 asistentes

Total de usuarios activados

- 23 android
- 19 iOS
- 100 web

Android

iOS

web

60,3%

- Universidades
- Organizaciones Sectoriales
- Administraciones Públicas
- Empresas

Estadísticas

33 visitas al stand

- Organizaciones Sectoriales
- Universidades
- Administraciones Públicas
- Empresas

84,8%

6,1%

3%

6,1%

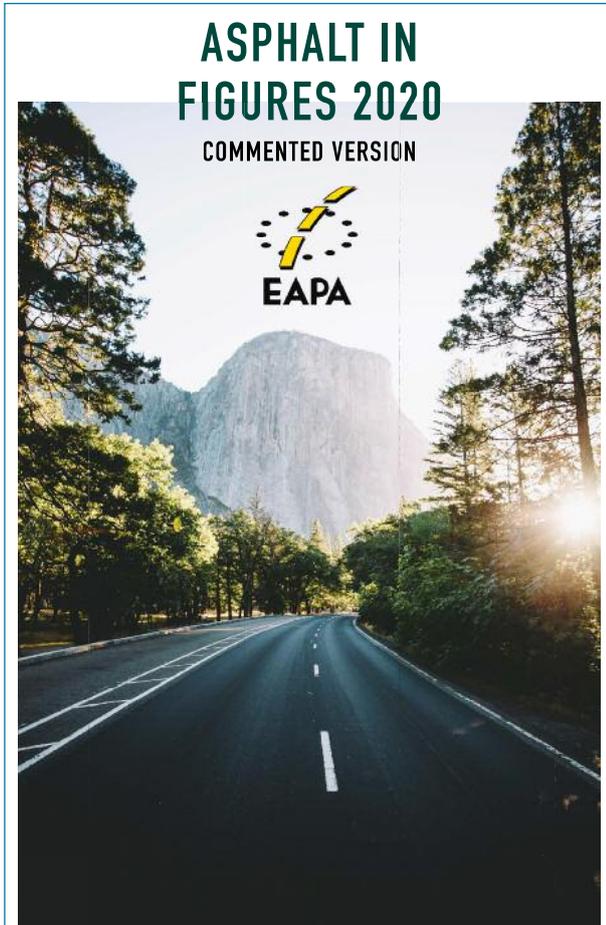
Embudo de conversión

Visitas: 40, Mensajes: 30, Descargas: 10

Descarga de documentos

- 2 Catálogo de asfaltos
- 1 EPD Betunes asfálticos convencionales
- 2 EPD Betún con polvo de caucho de neumáticos fuera de su vida

Asphalt in Figures 2020



1. INTRODUCCIÓN

This document provides an overview of the figures of the European asphalt sector until the year 2020. The data refers to production, types of asphalt, applications, binders, re-use/recycling rates, number of companies and production sites. These figures have been established e.g. with the assistance of the members of the European Asphalt Pavement

Association, being at the moment the best available and most reliable data for the asphalt industry.

In some cases, data from some countries were not available, which was marked in the tables as “no data” and accounting zero for the calculation of total figures.

In other cases, some countries did not provide the data of a certain year, but this could be estimated based on the historic series of data they did provide over the previous years. This is marked with “*” next to the estimated value.

This issue is the first to be published after the UK left the European Union. In order to be consistent through the historic series of data, all the figures from previous years referring to “EU-28” (now EU-27) were recalculated. Thus, these figures will be different to those reported in previous publications.

2. PRODUCCIÓN

Hot mix asphalt is a material composed by aggregates and bitumen, which are normally mixed at a temperature range of 160°C - 180°C. By using special techniques and/or additives, it is possible to reduce the production temperature to 100°C - 150°C, which is called Warm Mix Asphalt (WMA). When the aggregates are heated but bitumen emulsion (containing water) is used instead of bitumen, it is possible to reach production temperatures of 50°C - 100°C (Half Warm Mix). Finally, Cold Mix Asphalt can be obtained by using bitumen emulsion and aggregates at ambient temperature.

As shown in Table 1, the total production of hot and warm mix asphalt in 2020 was 208,3 million tonnes for the EU-27 countries and 276,9 Mt considering further countries in Europe (e.g. Norway, Switzerland, Great Britain and Turkey). Compared to the previous year, these figures represent

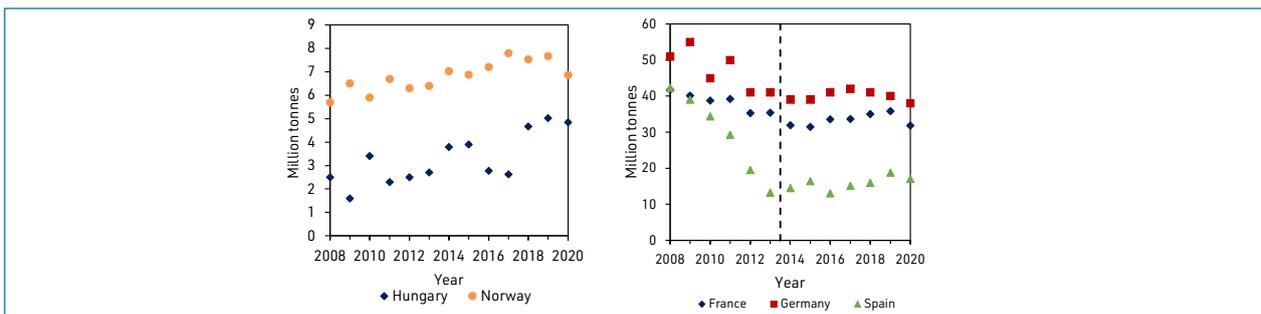


Figure 1. Examples of countries with increasing production over the period 2008-2020 (left) and countries only recovering after the year 2013 (right)

decreases of 3,7% and 1,0% respectively, most likely driven by the Covid-19 crisis. In any case, as some projects were still ongoing in 2020, the figures of 2021 will be key to assess the actual impact of the pandemic in the sector.

The main asphalt producer was Germany with 38,0 Mt, followed by France (31,9 Mt) and Turkey (31,7 Mt). The case of Turkey is especially relevant, as after the big drop in 2019, from 41,7 Mt to 23,5 Mt (-43,6%), in 2020 the production recovered a very significant 34,9%.

As shown in Figure 1 (left), over the period 2008 - 2020, a reduced number of countries (e.g. Hungary and Norway) presented a general increasing trend in production. However, most of the countries (examples of France, Germany and Spain in Figure 1-right) experienced significant reductions between the first years (2009 - 2013), which match the worst years of the European economic crisis. After such period, their production tended to stabilise around a fixed value or even experience slight increases.

It is especially remarkable that some countries have registered increases close to or even greater than 10% per year over the last period 2014 - 2020. Some examples are Finland, Hungary and Slovakia. Nevertheless, in average terms, the European production in this period increased less than 1% per year.

The sector is, in general, not completely recovered from the economic crisis of 2008 (Figure 2). In terms of total production, European countries have increased their figures over the last period, but the 276,9 Mt registered in 2020 are closer to the figures of 2002 (298,0 Mt) than to the historic maximum of 2007 (347,7 Mt). In addition, only 9, out of 33 studied countries have registered in 2020 greater production than in 2008.

3. ASPHALT APPLICATIONS

Table 2 shows the type of pavement course in which asphalt was used. The countries providing these data were Finland, Austria, Belgium, Croatia, Czech Republic, Denmark, Estonia, Germany, Hungary, Norway, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain and Turkey. In these countries, an average of 59% of hot and warm mix asphalt was used in surface courses, 19% for binder courses and 22% for base courses. Therefore, almost 80% of the asphalt was produced on average for the two top layers of the road structure. Hence, road maintenance and the replacement of the top layers of the European roads was the main task in 2020 for the European Asphalt Industry.

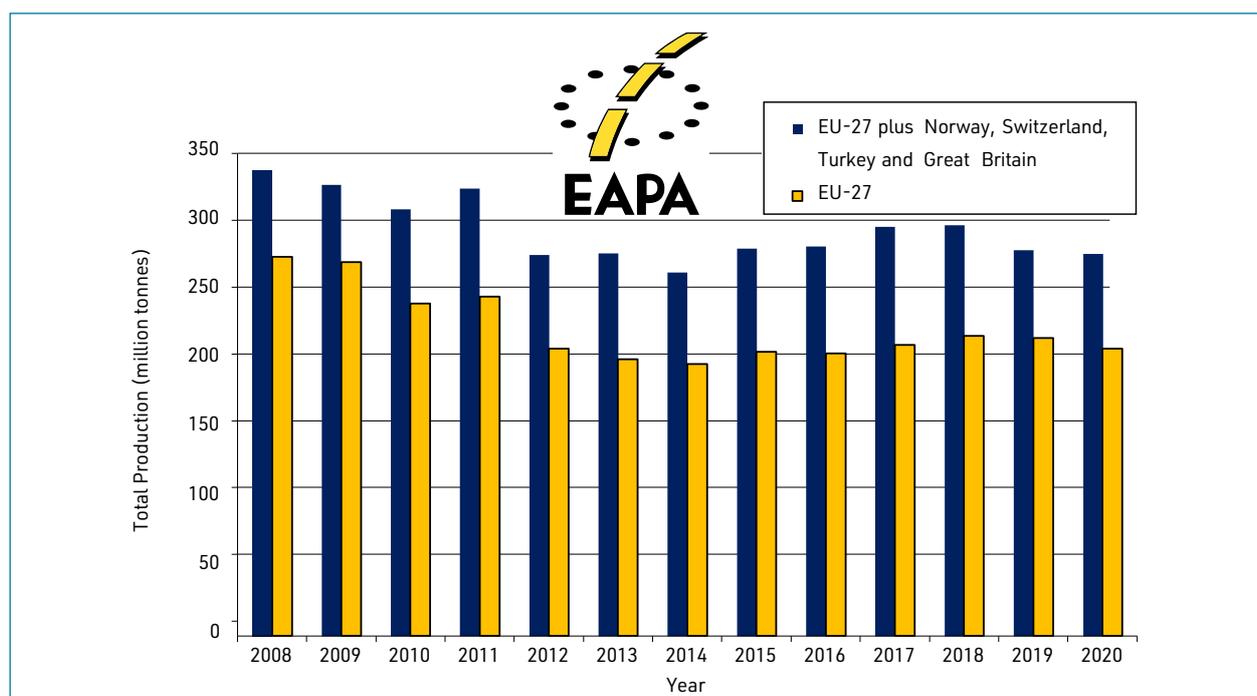


Figure 2. Total Production of Asphalt in EU-27 and EU-27 plus Norway, Switzerland, Great Britain and Turkey, from 2008 to 2020)

Figure 3 shows the percentage of asphalt mixtures used for each application and in each country. As it can be seen, only in Romania, Turkey and Germany, the amount of asphalt applied in course layers (43%, 32% and 30%) was a minority compared to binder and base layers. The especial case of Germany, where the base and the sum of top layers was balanced around 50% - 50%, might indicate that in this country the construction of new pavements and/or the full in-depth rehabilitation of old pavements were the most predominant operations.

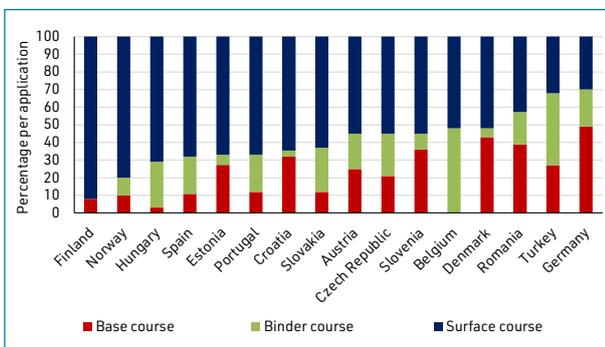


Figure 3. Percentage of asphalt used in different applications for selected European countries

For the case of surface courses, asphalt concrete was the most used type of asphalt material in road applications (Table 3a and 3b). The percentage of this material used in each country can be also seen in Figure 4. Especially remarkable are the cases of Portugal (94%), Croatia (94%), Hungary 92%, Estonia (92%), Slovakia (91%) or Austria (90%). In the rest of countries providing data, these values are lower but still higher than 50%, which means that asphalt concrete is used more than all the other asphalt materials together.

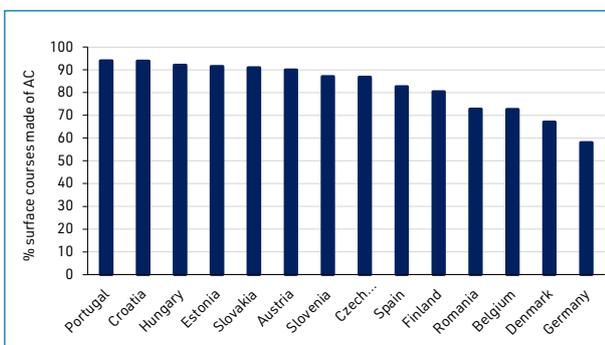


Figure 4. Percentage of surface courses made of Asphalt Concrete for selected European countries

4. WARM MIX ASPHALT (WMA) AND COLD MIX ASPHALT (CMA)

Productions of different types of asphalt mixes, depending on the production temperature, can be found in Tables 4(a) - 4(d). Figure 5 (left) shows the sum of annual productions of WMA and CMA in those countries with complete data series available for the period 2011 - 2020. For the case of WMA, these ten European countries are Czech Republic, Denmark, Finland, France, Great Britain, Hungary, Norway, Slovakia, Slovenia and Spain. For the case of CMA, the seven European countries are Belgium, Czech Republic, France, Hungary, Slovakia, Spain and Turkey. Figure 5 (right) shows the percentage that productions of WMA and CMA represent over the total production of asphalt in the same countries.

It is important to consider that, as the number of countries providing data of WMA is larger than the number of countries providing data of CMA, both series of data must not be directly compared in absolute terms. The purpose of Figure 5 is to compare the trends of both materials over the last years (increasing, decreasing...).

As it can be observed, in the mentioned countries, the production of WMA has been generally increasing over the last years, reaching a value of 8,3 Mt in 2020. In addition, the percentage of total production dedicated to WMA also increases in a very similar way, which means that such increase is not due to a general increase in total production but to a replacement of other types of asphalt mixtures by WMA. The average percentage in the mentioned countries was 7,9% in 2020.

European champion in WMA production was France with 4,1 Mt, followed by Norway (1,9 Mt). It is especially remarkable the huge increase in Norway, where the WMA production in 2020 is almost four times the value of 2016. This represents already 26,8% of total asphalt production in the country. In Table 8, it can be also seen that, in Norway, the number of asphalt mixing plants that are fit for hot and warm re-use doubled in 2019, from 30 to 64. In 2020, this number remained practically constant with 65 plants.

Despite previous considerations, European figures are still far from the world champion in WMA production, which is the USA with 84 Mt produced at reduced temperature, representing 20% of their total asphalt production. In addi-

tion, extra 85 Mt were manufactured by using WMA technologies but at HMA temperature, with the aim of increasing the workability of the mix.

provided in 2019: 9,5 Mt (20%). The rest of the countries together represent only 31% of the total (Figure 6-left).

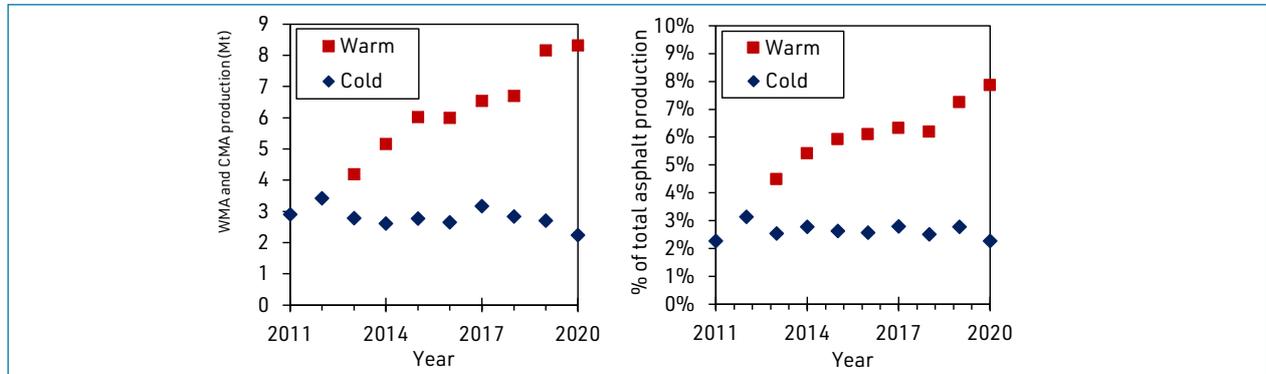


Figure 5. Total production of Warm and Cold Mix Asphalt (left) and percentage that these productions represent over the total asphalt production in the same countries

For the case of CMA, the available data in the abovementioned countries show a practically constant production around the value of 3 Mt per year until 2017. Since then, the production reduced to 2,2 Mt. In 2020, also the percentage that the production of CMA represents over the total asphalt production reduced slightly to 2,3%.

France remained as the European champion in CMA production with 1,7 Mt, much higher than in any of the other countries providing information. It must be also highlighted the drop observed in Turkey, where the CMA production in 2020 was around 1/3 of the production in 2019.

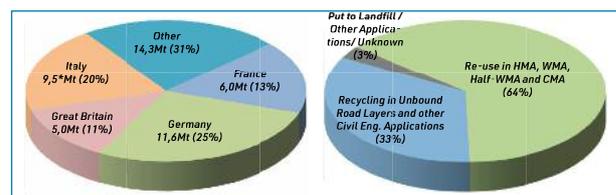
The different trends of WMA and CMA might indicate that, while the market of WMA keeps steadily increasing year after year, the market of CMA has reached a mature state where there has not been a significant number of new applications with potential enough to replace part of the production of other types of asphalt mixtures.

5. RECYCLING

Table 6 shows the reclaimed asphalt available in the following seventeen European countries: Austria, Belgium, Croatia, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Great Britain, Hungary, Ireland, Norway, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain and Turkey. The total amount available for the asphalt industry in these countries was 46,4 Mt. The leading countries are Germany (11,6 Mt, 25% of total), France (6,0 Mt, 13%) and Great Britain (5,0 Mt, 11%). Data from Italy was not provided this year, but it was estimated as the value

Figure 6-right shows the percentage of available reclaimed asphalt, which was re-used for the manufacture of new mixes (including HMA, WMA, Half-WMA and CMA), recycled as unbound road layers and other civil Engineering applications, and utilized in other unknown applications or put to landfill. For the calculation of these values, only countries providing full data (total amount and use percentages) were considered. These fourteen European countries were Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Great Britain, Hungary, Ireland, Norway, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain and Turkey. In these countries, a total of 27,4 Mt of reclaimed asphalt were available, out of which, 64% were re-used, 33% were recycled and only 3% were used on unknown applications or put to landfill.

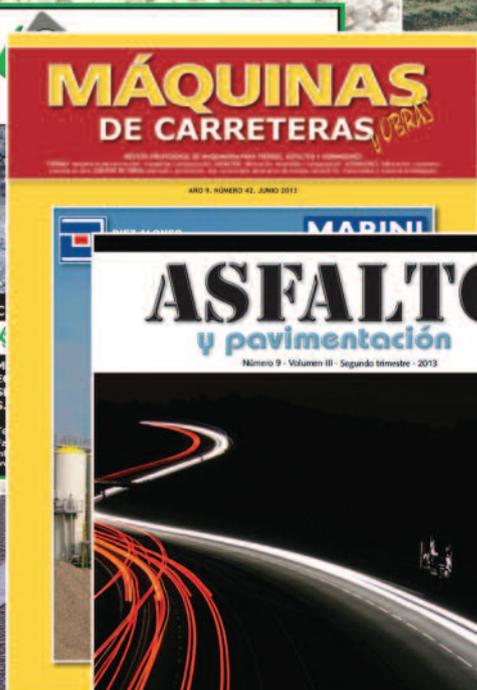
Finally, it must be highlighted that not all the generated site-won asphalt was available for the companies of the asphalt paving sector to use it. In average, for all those countries, which provided data of both indicators, the amount available for the industry represents around 81% of the generated site-won asphalt. The difference between both is the amount of site-won asphalt directly put to landfill or used by other parties not belonging to the paving sector.



Total amount of reclaimed asphalt available in seventeen European countries providing data in 2020 (left) and the application of reclaimed asphalt in fourteen European countries providing data (right).

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
Web: www.editorialprensatecnica.net



DESCUBRE LA GAMA DE EMULSIONES ASFÁLTICAS

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



Riegos de adherencia

Otros riegos auxiliares

Microaglomerados y Lechadas

Mezclas templadas

Riegos de adherencia termoadherente

Tratamientos superficiales con gravilla

Mezclas bituminosas en frío

Reciclados con emulsión



INFÓRMATE EN **cepsa.es**

CEPSA

Tu mundo, más eficiente.