

Menos teoría y más práctica.

Jacinto Luis García Santiago

jacintoluisgs@gmail.com

La durabilidad de una capa de mezcla asfáltica depende de diversos factores, entre los que suelen citarse la estructura del firme, características de la mezcla, adherencia entre capas, solicitaciones de tráfico y entorno climático. No obstante, deberían tenerse en cuenta, además, otros condicionantes como serían los relacionados con su puesta en obra, que pueden alterar muy significativamente las características finales de la capa, haciendo que difieran sustancialmente de las previstas y afecten grandemente a la durabilidad real obtenida.

Por ello, este artículo propone realizar un mayor esfuerzo en la difusión de las mejores técnicas, tanto en la ejecución de esa puesta en obra como en el control de calidad de la misma, a efectos de que su progresiva implantación lleve a un aumento de la vida útil de los firmes asfálticos. Se indican ejemplos.

Palabras Clave: Durabilidad, puesta en obra, control de calidad, asfalto

Asphalt mix layer durability depends on a number of factors, including pavement structure, mix characteristics, adhesion between layers, traffic loads and climatic environment. However, other factors must also be taken into account, such as those related to the laying works, which can significantly alter the final properties of the layer, causing them to differ substantially from those expected and greatly affecting the durability obtained. So, this article proposes to make a greater effort in the dissemination of the best techniques, both in the execution and in its quality control, so that its progressive implementation leads to an increase in long term life of asphalt pavements. Examples are given.

Keywords: Durability, asphalt paving, quality control, asphalt

En jornadas técnicas, congresos y artículos de revistas relativos a mezclas asfálticas predominan los estudios sobre su diseño, caracterización en laboratorio, nuevas mezclas y materiales, nuevos ensayos de laboratorio o nuevos conceptos estructurales.

En los últimos tiempos se les han añadido los relativos a reducción de emisiones y sostenibilidad de los firmes, con la materialización de las DAP (Declaración Ambiental de Producto) de tipos de mezcla. Así, en la XVIII Jornada de ASEFMA se ha presentado una estimación de las emisiones de distintas alternativas de mezclas para la capa de rodadura, tomando como vidas útiles medias de las mismas las de un estudio de EAPA (en España parecen no disponibles). (Figura 1)

Esas vidas útiles, es decir las durabilidades, son un factor clave en cualquier estimación de la sostenibilidad y

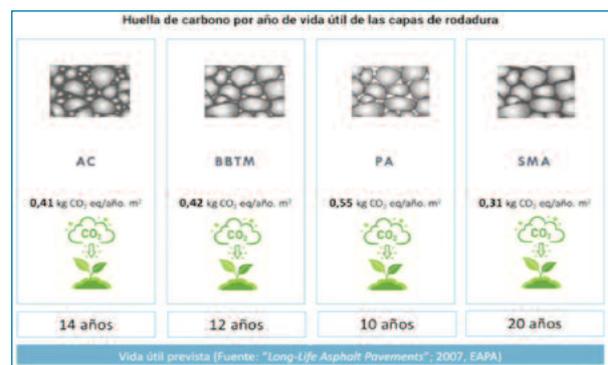


Figura 1. Fuente, XVIII Jornada Nacional de ASEFMA 2023

de las emisiones de una alternativa en los firmes asfálticos. Su aproximación o desviación con la durabilidad real en servicio hace que esas estimaciones sean realistas o que se queden en un ejercicio meramente teórico, alejado de la realidad.

Menos teoría y más práctica.

En las estadísticas de comportamiento de las capas asfálticas de los firmes se observan importantes dispersiones en su vida útil respecto a los valores medios de dicha estadística, tanto en el sentido de mayores como de escasas durabilidades, mostrando que la vida útil esperable en una capa de mezcla asfáltica depende de múltiples factores, entre los que suele ser habitual citar las características de la mezcla y sus componentes, la estructura del firme, la adherencia entre capas, las sollicitaciones de tráfico y el entorno climático.

No suele citarse, salvo a veces de pasada, como factor influyente la calidad de fabricación y puesta en obra. Sin embargo, a igualdad de otros factores, la durabilidad final, la que realmente tiene una capa de una determinada mezcla asfáltica, está fuertemente influida por la calidad obtenida tras su puesta en obra. Y en esa puesta en obra también hay múltiples aspectos que afectan, y pueden alterar muy significativamente, las características finales de esa capa, haciendo que difieran sustancialmente de las previstas y afectando grandemente a su durabilidad final.

Pero, a pesar de su obvia repercusión en la vida útil de las mezclas, son escasos, por no decir una rara avis, los trabajos relativos a la relación de dicha vida útil con su puesta en obra. Si acaso, aparecen relaciones con algunos parámetros derivados de esa ejecución, como puede ser la densidad de la capa, aunque sin relacionarla con las circunstancias y método de compactación. Suelen quedar marginados los aspectos prácticos de la aplicación in situ de las mezclas estudiadas, los métodos y equipamientos empleados, el entorno de trabajo y, sobre todo, la relación de éstos con su comportamiento y con los resultados a medio y largo plazo, es decir con la durabilidad real obtenida.

De hecho, las citadas DAP de mezclas no contemplan, todavía, los aspectos de puesta en obra.

Diría, a modo de símil muy caricaturesco y por ello probablemente exagerado, que en esos estudios proliferarían las batas blancas y las gafas profesoras sobre los monos polvorientos de trabajo.

Sin embargo, como ya he dicho, a igualdad de otros factores, la vida útil real de una capa de firme está fuertemente influida por la metodología aplicada en su puesta en obra y por la calidad obtenida en esa ejecución, que

pueden dar al traste con las estimaciones apriorísticas de su durabilidad y su huella de carbono. Desconozco si hay alguna estadística publicada sobre las durabilidades de las distintas capas de mezcla usadas en España; datos que puedan homogeneizarse, a efectos comparativos, en relación con factores como estructura del firme, clima, tráfico, metodología de puesta en obra, etc.

Por ejemplo, no serviría de nada, sería un auténtico brindis al sol, aplicar mezclas diseñadas y fabricadas para una baja huella de carbono si factores como una ejecución descuidada, no emplear las mejores técnicas disponibles ni, al menos, las exigibles por normativa, realizar su aplicación en condiciones ambientales desfavorables, etc., reducen la vida útil de la capa construida. Aunque, eso sí, probablemente se habrían satisfecho holgadamente los criterios y prescripciones de sostenibilidad en la fase de licitación.

¿Es adecuado, entonces, focalizar tanto esfuerzo en la formulación y definición de nuevos productos, sus aplicaciones y cuantificación de sus emisiones teóricas o bien, resultaría conveniente complementarlo con el de su comportamiento real en servicio, a medio y largo plazo, e identificar y separar claramente las incidencias en ese comportamiento debidas a la nueva formulación de las derivadas de su puesta en obra?

Se trataría de poder tener una estimación razonable de la previsible vida útil de la mezcla en relación con la metodología y calidad de su puesta en obra. Para ello había que ir disponiendo de una estadística con suficientes datos para poder relacionar durabilidades de las mezclas con diversas condiciones de su aplicación, tales como estructura del firme, sollicitaciones de tráfico, entornos climáticos, metodología de la puesta en obra y equipamientos usados, etc., de modo que se pudieran estimar las durabilidades y sus dispersiones en relación con esos aspectos citados. Disponer, en fin, de unos factores de corrección de vidas útiles teóricas para diversas condiciones de aplicación o puesta en obra.

Una oportunidad serían tramos de ensayo en los que suele haber un control muy detallado, pero es habitual en nuestro país la falta de seguimiento del comportamiento a medio y largo plazo de esos tramos con innovaciones: Se hace el tramo, se publican muy documentados estudios del proceso de desarrollo y de su primera

aplicación y, quizás, pero en menos casos, se divulgan los resultados a cortísimo plazo.

Sin embargo, en los firmes hay que conocer y dominar su comportamiento a largo plazo, incluso con varios ciclos climáticos; en definitiva, conocer su durabilidad. Pero no sabemos, porque es muy raro que se publiquen o divulguen, si esas innovaciones funcionan bien, regular o mal. Si funcionan mal, parece como si hubiese reparos o cierta vergüenza a divulgar los fracasos; sin embargo, éstos son importantísimos, pues es de ellos de donde realmente se aprende, sobre todo si se puede determinar la causa-efecto de las patologías, si se deben realmente a la innovación aportada, o a una deficiencia o problemática derivada de la puesta a la obra de las mezclas en los mismos.

En los pavimentos de las carreteras, muchas de las patologías que se pueden apreciar visualmente, en mi opinión una gran parte, no tendrían relación ni con el diseño de la mezcla, ni con la calidad de sus materiales, ni con su fabricación, sino con problemas derivados de deficiencias en el proceso de su puesta en obra. Lamentablemente, no pocas de esas patologías eran evitables con mejores prácticas de puesta en obra, un estricto comportamiento de la normativa contractual o algo más de profesionalidad en esa fase.

Por ejemplo, una causa del mal comportamiento de una nueva capa asfáltica, y ajena a ella, puede radicar en deficiencias en la superficie de apoyo, como presencia de blandones, de áreas de baja capacidad portante o con problemas de drenaje, de reflexión de fisuras, así como de fallos cíclicos, secuenciales, en capas inferiores relacionados con problemas de segregaciones de fin de camión. Si no se corrigen previamente esas deficiencias del soporte, aunque se coloque una excelente, y cara, mezcla bituminosa encima, aquellas se reflejarán en esa flamante nueva capa y aparecerá un fallo prematuro en ella.

En cuanto a la propia capa en sí misma, una gran parte de los problemas observables no tiene nada que ver con la tipología, formulación y componentes de la mezcla asfáltica sino con problemas en su ejecución, como la presencia de segregaciones, tanto de tipo térmico como de composición. Esas segregaciones originan áreas débiles, de alta permeabilidad, erosionables y con muy

poca durabilidad.

Se van a cumplir casi dos décadas desde que participé en la introducción, pionera en España, de las técnicas de identificación de las segregaciones térmicas mediante visión infrarroja (segregaciones que hasta entonces eran quizás intuibles, pero no visibles o de muy difícil identificación) y en la introducción de los equipos que eliminaban totalmente este problema, como eran los dispositivos de transferencia de mezcla (DTM) remezcladores, (Figura 2).

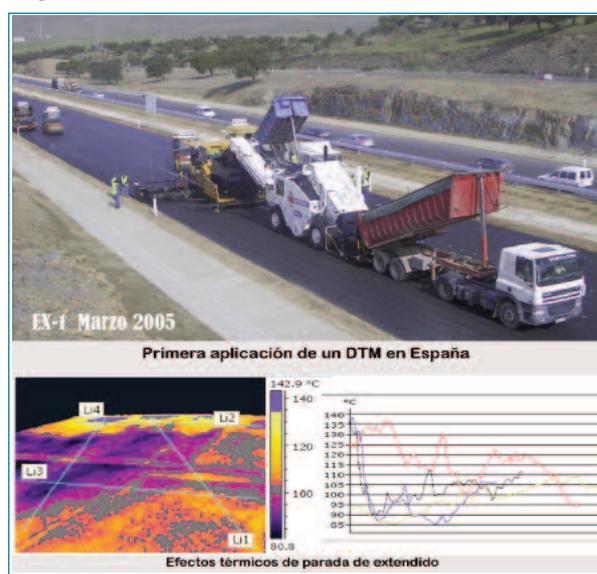


Figura 2. Debut del DTM en España, en 2005 (arriba) y termografía de una parada de extendido sin DTM (abajo)

Ambas técnicas suponían un gran salto tecnológico en el extendido de mezclas en caliente y su control. Se hicieron estudios sobre su repercusión tanto sobre las mejoras de rendimiento de ejecución como sobre la calidad y durabilidad de las capas asfálticas en las que se aplicaba, en relación con metodologías anteriores.

Por un lado se constataba una gran mejora en regularidad superficial, haciendo fácil conseguir valores de IRI muy inferiores a los máximos exigibles.

Por otra parte, al asegurar la ausencia de segregaciones y la uniformidad de temperatura a la salida de regla, se facilitaba la obtención de una densidad, no sólo correcta, sino uniforme en toda la capa, eliminando el riesgo de presencia de zonas de baja densidad, permeables, y de baja duración

Se difundieron en diversas publicaciones [1], incluso en jornadas demostrativas, y me cabe la satisfacción de

Menos teoría y más práctica.

que se introdujera la aplicación de los DTM, en la normativa estatal (PG-3, art. 542 y 543) pocos años después.

Sin embargo, desgraciadamente, no es raro observar un flagrante incumplimiento de esa prescripción de empleo de los DTM en obras donde no sólo es obligatoria contractualmente sino totalmente necesaria, tal es el caso de extendidos de mezclas en caliente con riesgo de inevitables segregaciones térmicas, como ocurre con ejecuciones en épocas climatológicamente nada favorables o aquellas con distancias del transporte altas. Por ejemplo, se puede observar en las típicas obras hechas a final de año para agotar anualidades ejecutadas con clima inadecuado, gran distancia de transporte y en vías de alta capacidad.

Ello llevará, inevitablemente, a un acortamiento drástico de la durabilidad de la capa extendida, con la aparición de fallos puntuales cíclicos, que obligarán a reparaciones prematuras y un gasto innecesario causado por una, digamos, falta de conocimiento, profesionalidad y hasta de ética, tanto en los que lo ejecutan como los que lo consienten y controlan.

La Figura 3 muestra el lamentable resultado de ese consentido incumplimiento normativo y contractual en una actuación de refuerzo de firme de una autovía que escasamente duró 4 años, teniendo que volver a rehacerse el carril derecho. A cualquier contribuyente, como financiador de esa inversión fallida, le molestará sumamente que se malgasten así sus impuestos.

En resumen, la durabilidad y, consecuentemente su sostenibilidad, estarán muy afectadas negativamente por no aplicar en su puesta en obra unas prácticas y equipamientos adecuados, cumplir los requisitos normativos o hacerla en circunstancias climáticas desfavorables.

Por otra parte, otro factor clave en la durabilidad de una capa asfáltica de un firme es el control de calidad de su ejecución. Hoy día ya existen métodos de control que, en tiempo real, detectan y evidencian de un modo claro e irrefutable, y a tiempo de corregirlos y subsanarlos, problemas que pueden surgir durante la aplicación de la capa en obra.

Así, se dispone de sistemas que controlan en toda la capa extendida la presencia de problemas de segregaciones térmicas (Figura 4 de la página siguiente). La falta de homogeneidad térmica influye muchísimo en las densidades obtenidas en el proceso de compactación y su uniformidad.

Por ello, hay países que ya aplican un control de la temperatura de la capa extendida justo en la salida de la regla de la extendedora con escáneres térmicos colocados en la misma, que indican en tiempo real el estado térmico de toda la capa extendida, de modo que su uniformidad o la presencia de segregaciones térmicas aparece reflejada en la pantalla de la extendedora, al mismo tiempo que pueden mostrarse en un smartphone del responsable del extendido, o bien vía internet, en las oficinas. Un aspecto complementario muy importante es bonificar la mejor homogeneidad térmica y penalizar la deficiente, como ocurre en Suecia.

También se dispone de métodos de registro de la compactación, en tiempo real, que se está obteniendo en toda la capa, frente a la medible con testigos puntuales, a posteriori y cuando ya no tenemos solución y que son poco representativos, ya que representan una infinitésima parte de la superficie de la capa. Es la Compactación Inteligente, que no sólo mejora las deficiencias en uniformidad de reparto de pasadas, sino que registra, optimiza y maximiza la compactación obtenida, redu-



Figura 3. Puesta en obra en condiciones inadecuadas, sin DTM, y resultado de muy baja durabilidad.

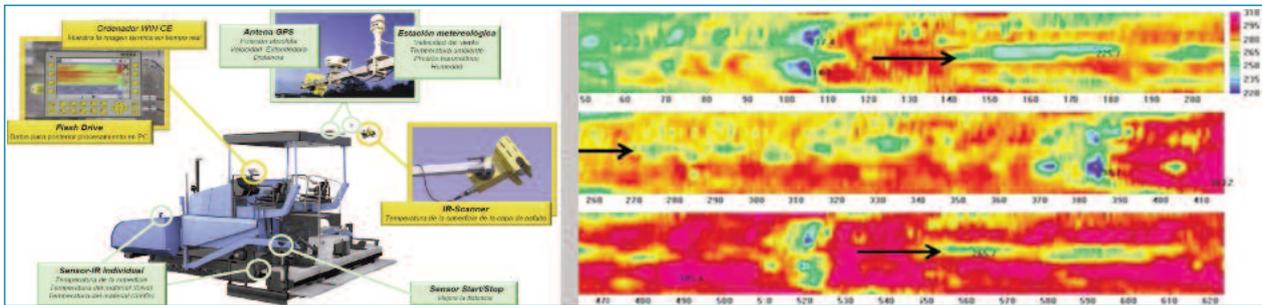


Figura 4. Control térmico con escáner de infrarrojos y estado registrado de la capa extendida

ciendo los costes de la operación, al mismo tiempo que sirve como registro del control de calidad, aplicado a la totalidad de la capa. (Figura 5).

Por ello, hay países que, ya hace años, se han puesto las pilas para aumentar la vida útil de sus firmes, implementando sistemas de ejecución eficientes, que se han extendido gracias a bonificaciones reales que han estimulado a los aplicadores a incorporarlos, y al mismo tiempo, se han implementado sistemas de control de calidad en tiempo real de la totalidad de la capa.



Figura 5. Compactación inteligente, en red

Por tanto, en la ejecución de los firmes asfálticos hoy día se dispone de tecnologías de puesta en obra y métodos de control de calidad, cuya aplicación evita problemas, o los detectan a tiempo de corregirlos, produciendo una mejora sustancial tanto de sus prestaciones como de su durabilidad, contribuyendo decisivamente a su sostenibilidad.

Por ejemplo, en Alemania desde hace unos pocos años es ya obligatorio el aislamiento térmico de los camiones para evitar las costras frías del contorno de la carga y, sobre todo, la pérdida de temperatura en el trans-

porte, permitiendo reducir la temperatura de fabricación de la mezcla con el consiguiente ahorro de emisiones y evitar incurrir o minimizar segregaciones térmicas en la operación de descarga. (Figura 6)



Figura 6. Camiones con aislamiento térmico controlado

Otra medida es implementar sistemas que eviten cualquier segregación, tanto térmica como granulométrica; para ello se dispone de los ya citados dispositivos de transferencia remezcladores, cuya gran ventaja no sólo es la fácil obtención de un IRI excepcional, sino evitar cualquier tipo de segregaciones. Con ello desaparecerían definitivamente las típicas alteraciones cíclicas y secuenciales que aparecen sobre la carretera, visibles especialmente después de una lluvia o durante la misma y que acaba siempre generando un bache y reparaciones que, quizás, sólo afectan a un 10% de la totalidad de la capa, pero que obligarán a una reparación generalizada, además de alterar el IRI y aumentar consumos en el transporte, incomodidad de los usuarios y mayor desgaste de los vehículos.

Asimismo, están las de implementar, también, los ya citados sistemas de Compactación Inteligente o, como ocurre ya en Finlandia contractualmente, una recepción de capas con georradar en vez de seguir con los poco representativos testigos.

Sincronizando la uniformidad térmica obtenida en el extendido, los datos de la compactación inteligente y la

recepción final, se llega a lo más importante: a poder bonificar de una forma rentable, y justa, al que hace una excelente capa y no abonar indiscriminadamente, sin ni siquiera penalizar, al que la ejecuta con deficiencias.

Por todo ello, por su directa e inmediata repercusión en aumentar la durabilidad y sostenibilidad de los firmes asfálticos, en mi opinión, sería muy adecuado, o incluso necesario, enfocar más a estos aspectos los esfuerzos de estudios y publicaciones.

Esta Revista, haciendo caso a la palabra Pavimentación que le da nombre, debería ser el foro para recogerlos y difundir prácticas más adecuadas de puesta en obra y sus problemáticas, tanto del transporte como del extendido y compactación, ayudando a implementar, con la concienciación de todo el mundo, empezando por los productores y dando más conocimiento a los receptores de las obras, nuevos sistemas de control de calidad, que ya muchos países tienen implantados.

Lamentablemente en España, en general, todavía no se estimula convenientemente el buen hacer. Al parecer, se espera que siempre se obtenga en una obra buena o excelente calidad - lo que siempre supone sobrecostes - y buena durabilidad, pero ello es realmente utópico. Si, al final, los constructores que se esmeran en lo que hacen están en igualdad de condiciones con competidores que no aplican las mejores técnicas, porque no las tienen ni se las exigen, se desincentivará cualquier propuesta que se haga en una empresa para mejorar sistemas, porque a esas inversiones no se le verá un retorno rentable.

Por ejemplo, el PG-3 de la normativa española incluye una bonificación por mejora de la Regularidad Superficial respecto a las exigencias mínimas de la misma normativa, pues se sabe que la consecuencia directa de un buen IRI inicial es la mejora de durabilidad del firme, porque conlleva una alta calidad de puesta en obra, reducción de efectos dinámicos de las cargas, etc. No obstante, como creo que nunca, o casi nunca, se incluye esa partida en el presupuesto contratado, jamás de los jamases se cobra tal bonificación, aun consiguiendo unos IRI medios, por ejemplo, de 0.5; conozco directamente casos. ¿Para qué esmerarse, entonces, en lograr un excelente valor de IRI de 0.5, si se va a valorar su abono igual que el de un peor valor límite de 1.5?

En mi blog Motores y Carreteras [2] he ido incluyen-

do algunos artículos, tanto sobre lo que considero como las mejores prácticas aplicables para la puesta en obra de las mezclas asfálticas como las patologías derivadas de deficiencias subsanables en esa puesta en obra y las causas que las originan.

La pretensión era contribuir, aún como un pequeño granito de arena por su difusión limitada, a mejorar la durabilidad de los firmes y su tan cacareada sostenibilidad.

Aunque los firmes asfálticos son reutilizables en su totalidad, deben ser reutilizables las menos veces posibles, con largos períodos de servicio entre actuaciones. Primero está su durabilidad, luego el ser reutilizables.

CONCLUSIONES

Pienso que sería útil un mayor enfoque de estudios, artículos, tribunas, recomendaciones, etcétera, hacia primar, estimular y difundir técnicas de ejecución que mejoren la durabilidad de nuestros firmes, evitando daños o deficiencias producidas en el proceso de transporte y puesta en la obra.

A este fin puede contribuir la reciente creada sección de equipos de maquinaria de esta Revista, en la que se puede ir dando, poco a poco, una visión de las mejores técnicas disponibles actualmente.

Pero ello no implica que sea suficiente, se debieran impulsar estudios y artículos dedicados a difundir y concienciar a los agentes implicados sobre el origen de las patologías en las capas asfálticas, las consecuencias técnicas, económicas y sociales de la falta de durabilidad de las mismas, frecuencia de reparaciones, interrupciones de servicio, sobrecostes en las inversiones mal efectuadas, etcétera, etcétera, y ser un modelo, como siempre hemos sido, en cuanto a tecnología puntera en todo el mundo en extendido de mezclas.

REFERENCIAS

- [1] García Santiago y Baena Rangel. 2006. Estudio sobre el efecto de las segregaciones térmicas en la durabilidad de las mezclas bituminosas en caliente. - Revista Carreteras N.º 155 - Septiembre / Octubre 2007

[2] Blog Motores y Carreteras <https://jluisgsa.blogspot.com>

Posts del Blog relacionados con este artículo:

- Segregaciones en el firme. Cómo malgastar los recursos del contribuyente y usuario.(6/4/2014)
- ¿Se está quedando obsoleto el control de calidad de la puesta en obra de mezclas en caliente? (22/11/2014)
- 2ª Parte ¿Se ha quedado obsoleto el control de calidad de puesta en obra de mezclas asfálticas en caliente?. Nuevas tendencias (26/3/2015)
- 3ª Parte ¿Se ha quedado obsoleto el control de calidad de puesta en obra de mezclas asfálticas en caliente?. Parte 3: Compactación (1/5/2015)
- Paving in the rain.- Está lloviendo y...estamos asfaltando (7/10/2015)
- Ejecución con mal tiempo. Bajas temperaturas (16/12/2014)
- Ejecución con mal tiempo. Bajas temperaturas. 2ª parte: La protección de la carga durante el transporte (14/10/2015)

- Capas bituminosas de un firme adheridas o no adheridas?. Esa es una cuestión clave para su durabilidad. Algunas causas de fallos de adherencia (12/5/2016)
- Riego de adherencia en pavimentación asfáltica ¿El patito feo? (8/3/2018)
- En el transporte del asfalto existe vida más allá de los camiones volquetes, de caja basculante.(11/4/2016) Otras soluciones, a veces, más adecuadas (11/4/2016)
- “Con buen tiempo no hace falta tr nsfer (DTM) en extendido de MBC”. Un paradigma muy extendido, pero falso: ¡Depende! (4/3/2016)
- Las mejores prácticas para juntas longitudinales frías en cinco gráficos. (24/10/2015)

#71

AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Desde hace ya más de 4 décadas las mezclas asfálticas son uno de los mejores ejemplos de economía circular, al poder reutilizarse de nuevo mediante su reciclado ” (Uso de mezclas bituminosas recicladas (RAP), sin calentamiento, rejuvenecidas con aditivo)

#SOSTENIBILIDAD - MEDIO AMBIENTE