

Buenas prácticas para la puesta en obra de mezclas bituminosas:

8. Defectos de la capa terminada atribuibles a la puesta en obra. Procedimientos de corrección

Andrés Costa

Excoordinador Grupo 1 de ASEFMA

1. Introducción

Este Código de Buena Práctica para la Puesta en Obra de las Mezclas Bituminosas, ha recogido hasta ahora una serie de normas y recomendaciones para la puesta en obra de las mezclas bituminosas en las distintas capas del firme de una superficie pavimentada en general (todo tipo de carreteras, pistas de aeropuertos, zonas de estacionamiento, etc.) fruto de la experiencia de las personas y empresas que han participado en su redacción, para conseguir el mejor acabado de las capas del firme construidas con mezclas bituminosas.

Ya se ha dicho en la Introducción inicial (capítulo 1 de este entregable), que el éxito final se basa en una correcta consecución de todas las fases del proceso, desde la definición del tipo de mezcla a utilizar, hasta la compactación de la mezcla como última actuación de acabado de la capa construida.

Como a lo largo del proceso y en cualquiera de las fases que lo forman, es posible que se produzca algún error o fallo, no siempre se consigue esa capa de mezcla bituminosa perfectamente acabada, es decir, que presente un aspecto homogéneo, que tenga las características técnicas y resistencias definidas inicialmente, que tenga una buena regularidad superficial y que las características superficiales, en el caso de las capas de rodadura, relativas a la textura y a la resistencia al deslizamiento, sean las mejores posibles y en cualquier caso sensiblemente superiores a los valores mínimos exigidos. Todo ello con el objetivo último de que la vida útil del firme sea igual o superior a la prevista y que la circulación de los usuarios sea cómoda y segura.

Algunos de los defectos más importantes que aparecen en las capas de mezcla bituminosa pueden ser debidos a la puesta en obra, pero también pueden ser debidos a las fases de diseño de la mezcla y especialmente a la fabricación de la misma. En efecto, cuando nos aparecen pequeñas grietas superficiales pueden deberse a una compactación inadecuada pero, es posible que se deban a una falta de ligante, o bien a un exceso de finos en la mezcla e incluso a la utilización en exceso de arena natural.

Cuando, una vez terminada la compactación, se aprecian marcas de los neumáticos de los compactadores o del rodillo metálico, se puede deber a una temperatura inadecuada de compactación o a una mala elección y trabajo del equipo de compactación pero, también puede deberse a un exceso de ligante o a un exceso de finos por una mala fabricación.

Incluso cuando, una vez terminada la compactación, se aprecien ondulaciones en la superficie de la capa construida, se puede deber a una mala elección del equipo de compactación o bien por la heterogeneidad térmica de la mezcla al inicio de la compactación pero, también puede deberse a un exceso de ligante o a un exceso de finos producidos durante la fase de fabricación de la mezcla.

En esta última entrega se considera que la mezcla bituminosa está correctamente diseñada y fabricada y se analizan los defectos debidos exclusivamente a la fase de puesta en obra de la misma.

Los defectos de una capa de mezcla bituminosa, originados en el proceso de su puesta en obra, pueden clasificarse según afecten a las características superficiales de la capa o según como se hayan producido, dando lugar a tres grandes grupos que son los siguientes:

- **Afectan a las características mecánicas de la capa construida.**
- **Afectan a las características superficiales.**
- **Producidos por las juntas de construcción.**

2. Defectos que afectan a las características mecánicas de la capa

Respecto a las características mecánicas, los problemas pueden aparecer por la presencia de segregaciones superficiales, que influyen en la resistencia a los esfuerzos tangenciales y de torsión producidos por la acción del tráfico, o bien por un módulo resiliente (elástico) de la mezcla terminada inferior al valor que se obtendría con una correcta puesta en obra, lo que supone una menor vida útil del firme.

Como de las segregaciones superficiales se hablará más adelante, cuando se analicen los defectos superficiales, en este apartado se considera únicamente el problema, producido en la fase de puesta en obra de la mezcla, de una menor resistencia mecánica de la capa construida al no alcanzar la compacidad mínima exigida en las Prescripciones Técnicas del Proyecto o en la normativa vigente al respecto. Al no haber alcanzado la compacidad mínima exigida, la capa construida presenta un menor módulo elástico o resiliente de la mezcla y su capacidad de soportar los esfuerzos verticales producidos por el tráfico es menor, acortándose la vida útil del firme del que forma parte. Se suelen manifestar por la aparición de grietas en el firme, que pueden venir incluso desde las capas inferiores al llegarles esfuerzos del tráfico que no pueden soportar. Este problema se produce por mala compactación, bien porque el equipo disponible no es el adecuado o bien porque se realiza a una temperatura inferior a la prescrita en la Formula de Trabajo de la mezcla bituminosa fabricada y puesta en obra.

La resolución de este problema es complicada y cara. En principio la normativa define distintas actuaciones según el grado de compacidad alcanzado. Si la disminución es pequeña, se establecen penalizaciones económicas o bien, si la capa construida no es de rodadura, se puede incrementar el espesor de la capa o de las capas superiores para suplir la falta de capacidad portante por la disminución de la compacidad exigida.

Si la disminución de la compacidad es alta, la normativa exige la eliminación, por fresado, de la capa construida y su reposición por una nueva capa con la compacidad mínima establecida.

Se debe prestar especial atención en la puesta en obra de no cometer este error pues resulta muy costosa su reparación y además, en el caso de eliminar por fresado la capa mal construida, supone la eliminación de una mezcla bituminosa recién fabricada con árido de calidad y con una cierta canti-

dad de un ligante bituminoso muy costoso. En este caso al menos deberá reciclarse este material fresado para su aprovechamiento y así el coste será la suma de la eliminación por fresado, la fabricación y la puesta en obra de la nueva mezcla.

3. Defectos superficiales

En cuanto a las características superficiales, una mala ejecución de la puesta en obra origina problemas bien en la regularidad de la capa construida o bien en la textura superficial obtenida, o en ambas características simultáneamente.

Los defectos superficiales que pueden aparecer en una capa de mezcla bituminosa debidos a una mala ejecución de la puesta en obra se pueden clasificar en los tipos siguientes:

- **Irregularidad superficial**
- **Exudaciones**
- **Falta de cohesión superficial**
- **Irregular textura superficial**

Muchos de estos problemas, como se ha dicho anteriormente, pueden ser debidos a un mal diseño de la mezcla o a una mala fabricación de la misma.

Un mal diseño se puede producir por una utilización de materiales, en la fase de diseño de la Formula de Trabajo, no representativos de los que realmente se van a utilizar en la obra. Es importante cuidar este tema desde el principio para evitar unos costes elevados de paralización de equipos y redefinición de la Formula de Trabajo. La implantación del MARCADO CE de las mezclas bituminosas en caliente, en vigor desde el 1 de marzo de 2008 en Europa, permite detectar inmediatamente después de que se inicie el proceso de fabricación de la mezcla esta discrepancia entre lo diseñado en teoría y la mezcla realmente fabricada y obliga a reestudiar dicha Fórmula de Trabajo.

Por este mismo motivo, si se producen errores en la fabricación, el sistema de Control de Producción en Planta, que exige el MARCADO CE de las mezclas, detectara inmediatamente estas desviaciones y obligará a su rápida corrección por parte del fabricante.

3.1 Irregularidad superficial

ASEFMA ha publicado en enero de 2008 la Monografía nº 1 de título: "El IRI definición e importancia. Recomendaciones

para conseguir un buen IRI". En este documento se recoge una amplia información sobre la regularidad superficial, su medida mediante el IRI, su importancia e influencia en la seguridad y la comodidad de los usuarios, y en la economía de la conservación del firme, los factores que influyen en el IRI y un conjunto de recomendaciones relativas a la puesta en obra de las mezclas bituminosas para conseguir un valor del IRI que cumpla como mínimo las prescripciones técnicas de la normativa vigente y de los Pliegos de Prescripciones Técnicas particulares de los proyectos.

La regularidad superficial se mide mediante el denominado IRI (International Roughness Index) o también Índice de Regularidad Internacional. En los Artículos 542 y 543 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) actualizados en la Orden FOM/2523/2014 de 12 de diciembre de ese año, se establecen los valores máximos del IRI admisibles para las diferentes capas del firme, los distintos tipos de carretera y en función del espesor de la capa (en el caso de los refuerzos).

El incumplimiento de estos valores máximos, es decir cuando no se alcanza la regularidad superficial mínima exigida, tiene una corrección complicada. En el caso de una capa que no sea la de rodadura y según el grado de superación de los valores exigidos, hay dos posibles actuaciones. Si el espesor de la capa de mezcla bituminosa superior es importante, se puede intentar corregir la irregularidad con esta nueva capa. En este caso es recomendable, y en general para el extendido de cualquier capa de mezcla, la utilización de las denominadas vigas de nivelación extensibles equipadas con sensores ultrasónicos.

La otra posibilidad es la utilización de técnicas de microfresado que permiten corregir las zonas que presentan un valor malo del IRI. El resultado es bastante bueno.

Hay una tercera opción, pero es la más cara, que consiste en ejecutar una capa de regularización, no incluida en el



Vigas de nivelación



Microfresado.

espesor total del firme a construir, que permita mejorar el IRI de la capa del firme que se ha construido, antes de colocar la o las capas superiores.

Si el problema de irregularidad superficial se ha producido en la capa de rodadura del firme, la solución es complicada y, en general, muy cara pues exige la colocación de una nueva capa de rodadura. En muchos casos deberá venir acompañada de una actuación previa de microfresado para dotar a la capa existente de la regularidad mínima exigida y construir la nueva capa a espesor constante y con todos los cuidados para que no se pierda la regularidad por cualquiera de los factores que influyen en este parámetro durante la puesta en obra.

La regularidad superficial de un pavimento bituminoso viene definida inicialmente por el acabado que se consigue en la puesta en obra de las capas de mezcla bituminosa, que depende de manera directa del funcionamiento de la regla de la extendidora.

Este dispositivo funciona de manera flotante sobre el material que extiende, mediante un equilibrio de fuerzas, en el que influye, de manera fundamental, la velocidad de avan-

Buenas prácticas para la puesta en obra de mezclas bituminosas



ce de la máquina. Mantener una velocidad de avance de la extendidora constante facilita conseguir una buena regularidad superficial de la capa construida.

Otro factor que influye en la sustentación de la regla es la temperatura de la mezcla y su capacidad portante, siendo, en este sentido, aconsejable mantener una temperatura homogénea en toda la mezcla y evitar segregaciones de la misma.

Los factores que influyen en el equilibrio de fuerzas que determinan la sustentación de la regla de la extendidora son los siguientes:

- Irregularidades de la base.
- Cambios en la velocidad del extendido.
- Paradas de la extendidora.
- Heterogeneidad de la mezcla.
- Volumen de la mezcla frente a la regla.
- Movimiento de los sinfines.

Además del equilibrio de fuerzas en la regla de la extendidora, para conseguir un buen IRI inicial, influye el equipo de compactación y la forma de realizarla.

Sobre estos temas ya se ha hablado anteriormente en las dos entregas del capítulo 5 de este entregable, solo se quiere resaltar aquí de nuevo su importancia para evitar estos defectos cuya reparación es, en general, complicada y muy costosa.

3.2 Exudaciones

La aparición de exudaciones de ligante en la superficie de una capa de mezcla bituminosa, atribuibles al proceso de puesta en obra, se debe siempre a una mala preparación de la superficie existente. La exudación se produce como consecuencia de un exceso de ligante en la superficie de apoyo de la



capa construida. Este exceso puede deberse a la presencia de una cantidad elevada de betún, bien por defecto de la capa antigua o bien como consecuencia de pequeñas reparaciones de bacheo, que debe ser eliminado previamente a la extensión de la nueva capa de mezcla.

La otra posibilidad, también relacionada con la preparación de la superficie existente, es haber ejecutado el riego de adherencia o de imprimación, según los casos, con una dotación muy superior a la prescrita. En algunas ocasiones el defecto se produce en zonas localizadas y se debe a un mal funcionamiento de la rampa de riego que, al detenerse, no cierra bien los difusores y produce una sobredosificación de ligante localizado.

Esta última situación, exceso de riego, no es habitual pero, si se produce, deberá eliminarse extendiendo, sobre el riego mal ejecutado, arena que absorba el exceso de ligante, barriendo la superficie y ejecutando nuevamente el riego con la dosificación adecuada, teniendo en cuenta que siempre quedará una parte del riego anteriormente ejecutado adherido a la superficie existente.

Una mala preparación de la superficie existente o una mala ejecución del riego de adherencia o de imprimación, según los casos, puede tener unas consecuencias muy graves en la capa construida, con unos costes de reparación muy elevados.

3.3 Falta de cohesión superficial

Este defecto se manifiesta por una pérdida del árido que forma parte de la mezcla en la superficie de la capa construida. Esta pérdida puede ser generalizada con desgranamiento de la mezcla y que suele estar asociada, si la mezcla tiene la dotación de ligante adecuada, a una puesta en obra a baja temperatura, de manera que al compactar no se ha logrado la compacidad mínima de la mezcla exigida en la normativa y que depende del tipo de mezcla y de la capa que se haya construido. La solución en este caso es muy complicada y costosa pues la capa construida no tiene unas características mecánicas adecuadas para formar parte del firme. En principio lo recomendable es eliminar por fresado esta capa y reponerla con una mezcla del mismo tipo y espesor pero puesta en obra a la temperatura recomendada en la Formula de Trabajo correspondiente.

En algunos casos, cuando la disminución de compacidad es pequeña y la capa no es de rodadura, puede estudiarse mantenerla en el firme, no deja de ser una mezcla bitumino-



Desgranamiento localizado.



Desgranamiento generalizado

sa nueva fabricada con buenos materiales y un cierto contenido de ligante, y suplir la falta de capacidad portante con un mayor espesor de la o de las capas superiores. Esta solución siempre es complicada y muy costosa.

Otra posibilidad es que este desgranamiento superficial se produzca en zonas localizadas, siendo en este caso debido a una mezcla que presenta heterogeneidad térmica, es decir, zonas con diferentes temperaturas, no lográndose una compacidad homogénea en toda la capa construida. Este problema, una vez producido, tiene difícil arreglo y en general supone que la capa construida tenga un comportamiento mecánico, como parte resistente del firme, inferior al previsto, acortando la vida útil del mismo. Esta pérdida de capacidad portante será proporcional a la superficie que presente este problema. Si la superficie afectada es pequeña, la afección a la resistencia mecánica es muy pequeña y en general no es necesario realizar reparación alguna. Se deberá poner especial cuidado al ejecutar la capa superior para que no se repita el problema. Si la capa construida debe ser impermeable, se deberá sellar, con un riego con arena, las zonas localizadas que presenten esta falta de cohesión superficial.

Si el problema afecta a una superficie mayor, la gravedad será proporcional al porcentaje de superficie afectada y la actuación se aproximará a la anteriormente descrita cuando la capa presenta este problema en toda su superficie.

Por otro lado supone, en el caso de ser una capa de rodadura, zonas con diferentes texturas, que puede afectar a la seguridad del usuario con valores diferentes de la textura (puede haber problemas puntuales de hidropneumático) y disminución de la resistencia al deslizamiento del pavimento construido.

En este caso, para pequeñas superficies afectadas puede ser suficiente fresar y reponer las zonas que presentan esta falta de cohesión superficial. Esta reparación no debe hacerse en zonas muy localizadas sino eligiendo la zona a fresar y reponer con criterios que garanticen el buen funcionamiento de la capa de rodadura (especialmente con pavimentos porosos) y mantengan una buena regularidad superficial.

3.4 Irregularidad textura superficial

Este defecto, cuando es causado por la puesta en obra, se puede deber a tres causas distintas: Heterogeneidad térmica de la mezcla, incorrecta ejecución de la compactación o bien



por un aprovechamiento del material sobrante de la construcción de las juntas, especialmente de la longitudinal, extendiéndolo de manera irregular sobre la superficie recién extendida antes de la compactación.

En los tres casos el problema se produce por una mala ejecución de la puesta en obra. En anteriores entregas ya se ha explicado la importancia de evitar este tipo de errores.

Una vez producido el problema, la reparación es, como en la mayoría de los casos, complicada y costosa. Evidentemente este problema, como tal, solo tiene importancia en la capa de rodadura. Pero esta importancia es grande pues afecta a la seguridad de los usuarios. La textura superficial es determinante en la evacuación del agua superficial procedente de la lluvia. Cualquier superficie mojada, aunque no se haya formado lámina de agua, tiene una resistencia al deslizamiento sensiblemente menor que cuando la misma superficie está seca. Pero si además se llega a formar lámina de agua, existe riesgo de hidropneumático con la consiguiente pérdida de control del vehículo y un elevado riesgo de accidente, tanto más grave cuanto mayor sea la velocidad del vehículo implicado.

4. Defectos en las juntas de construcción

Las juntas de construcción de las capas de mezcla bituminosa en caliente es fuente de muchos problemas en la capa construida si no se cuida, de manera especial, la ejecución de esta unidad dentro de la puesta en obra. Ya se ha hablado anteriormente, en el capítulo 6 de este entregable, sobre esta unidad de obra, su importancia y los cuidados a tener en la puesta en obra de la mezcla bituminosa.

Aquí se van a detallar los problemas que se suelen producir en las juntas de construcción, sus consecuencias y cómo se pueden resolver estos problemas.

En la puesta en obra de las mezclas bituminosas se producen dos tipos de juntas: **transversales y longitudinales**.

Las **juntas transversales** son aquellas que son perpendiculares al sentido de marcha del equipo de extendido y se producen normalmente solo al inicio del trabajo de cada día o cuando se inicia el extendido de un carril. Por este motivo estas juntas son pequeñas en longitud y se producen, normalmente, una o dos al día, salvo que por algún problema en el equipo o en la fabricación se produzca una paralización larga que suponga el enfriamiento de la mezcla extendida y compactada y sea necesario realizar una nueva junta transversal.

Las **juntas longitudinales** son muy pocas en número, normalmente una al día, pero son muy largas y es donde se pueden producir problemas. Los más habituales son los siguientes:

4.1 Juntas con distinta altura

Cuando se realiza el extendido de mezcla bituminosa en un carril contiguo a otro anterior ya terminado, se está cons-



truyendo una junta longitudinal entre los dos carriles. De su importancia y cuidado ya se ha hablado anteriormente. En la mayoría de las veces la junta se realiza correctamente y la superficie final obtenida presenta continuidad y homogeneidad.

Pero en ocasiones las cosas no se hacen bien y la junta entre los dos carriles extendidos es defectuosa y puede quedar un carril más alto o más bajo que el contiguo. Este problema es tanto más importante cuanto mayor sea el escalonamiento producido. Si un lado queda más bajo suele ser por falta de mezcla bituminosa o por encontrarse esta excesivamente caliente y al compactarla se deforma o sufre una sobrecompactación. Cuando el carril extendido queda más alto que el contiguo, las causas pueden ser por un exceso de mezcla, o bien por una mala e insuficiente compactación o bien porque la mezcla está fría (temperatura inferior a la fijada para la compactación en la Fórmula de Trabajo).

Este defecto se aprecia inmediatamente y un buen Jefe de equipo debe detectarlo inmediatamente y corregir la causa del problema. Si es por falta o exceso de mezcla bituminosa y se detecta antes de iniciar la compactación, se puede corregir el defecto y dejar la junta bien hecha.

Si la temperatura de la mezcla es muy alta, deberá retrasarse el inicio de la compactación hasta que se enfríe algo la mezcla y la temperatura sea la adecuada.

Por último, si la mezcla está fría, ya se ha visto anteriormente que esta circunstancia es causa de muchos problemas, no solo la mala calidad de la junta y, en este caso, es mejor no extender ese camión de mezcla bituminosa y llevarlo a reciclar en la Planta, pues los costes de reparación posteriores suelen ser mayores que el valor de la mezcla que se ha quedado fría.

4.2 Juntas descarnadas

Este es un problema muy común, que recién ejecutado el extendido y compactación de dos carriles contiguos no se aprecia pero, generalmente en poco tiempo, se produce un desprendimiento de la mezcla situada en los bordes de la junta y aparece el descarnamiento. Este problema es grave pues se construye una zona débil en el pavimento por la que penetra el agua dentro del firme, agravando el problema y disminuyendo sensiblemente la vida útil del firme. Evidentemente este problema es menor si la capa construida no es de



rodadura pero, en cualquier caso debe tratar de evitarse en todos los casos porque supone una zona débil del firme y, como suele ser en una junta longitudinal, afecta a una gran superficie del mismo.

Este problema se suele producir por una mala adhesividad en la junta entre carriles contiguos bien porque se ejecuta mal el riego de adherencia o bien por una construcción inadecuada de la junta. Otra de las posibles causas de estas juntas descarnadas es la falta de compactación o una mala ejecución de la compactación de la junta.

En todos los casos que se produzca este tipo de problema, es recomendable su tratamiento inicial sin esperar a que se produzca la descarnadura. Una buena solución es la ejecución de un riego de sellado a lo largo de toda la junta. Esta solución es perfectamente válida en las capas inferiores del firme. En el caso de capas de rodadura el problema es de tipo estético pero, si se ejecuta con cuidado el riego de sellado y se barre adecuadamente el exceso de arena utilizada en el sellado, la solución es válida y no afecta en nada a la comodidad y seguridad de los usuarios.