

Buenas prácticas para la puesta en obra de mezclas bituminosas:

4. Extendido de la mezcla bituminosa (2)

Andrés Costa

Excoordinador Grupo 1 de ASEFMA

Sistema de nivelación

Los sistemas de nivelación deben determinar si la posición de la regla se ajusta a lo deseado en cada punto de la traza de la obra. Para ello, debe establecerse cuál es la posición de la regla y compararla con una referencia que puede ser fija o dinámica.

La posición de la regla quedará definida cuando se conozca la altura de la misma en dos puntos, o bien la altura en un punto y su pendiente transversal. En función de ello, la referencia que se ha de seguir deberá contemplar dos líneas longitudinales o una combinación de una línea longitudinal y el peralte en cada punto.

Los sistemas de nivelación pueden ser analógicos o digitales. Los primeros son más precisos, pero no permiten el filtraje de errores de medición. Los digitales posibilitan el descarte de mediciones no deseadas y el promediado de diferentes medidas. Puede incluso combinarse un sensor digital y uno analógico, controlando cada uno de ellos un lado de la máquina.

Las referencias fijas (hilo o cable, rigolas, capas contiguas) se emplean cuando prima la obtención de una cota determinada frente a otros condicionantes.

Si el objetivo principal que se persigue es una buena regularidad superficial del pavimento, es conveniente optar por el empleo de referencias dinámicas, cuya misión es regularizar



Distintos tipos de sensores digitales.



Sistemas de referencia fijas.

la capa subyacente mediante la promediación de larga distancia.

En este caso, la nivelación de la máquina ya no depende de la perfección de la referencia sino que, de manera dinámica, determina el espesor de capa más adecuado para mejorar la rasante existente. Empleado este sistema en todas las capas, se consiguen valores de IRI inferiores a 1 sin necesi-



Sensor analógico.



Sistemas de nivelación por láser o por ultrasonido.

Buenas prácticas para la puesta en obra de mezclas bituminosas

dad de tender la línea de referencia. Con todo ello, se mejora la calidad del acabado y se reduce el tiempo de preparación previa al extendido.

2. Problemas de la actuación

Los responsables del equipo de extendido deben estar atentos a una serie de factores que pueden dificultar la correcta ejecución del extendido de la mezcla bituminosa. Entre los distintos factores, los más importantes e influyentes son los siguientes: **la mezcla bituminosa que se va a extender, el proceso de paso de la mezcla del transporte a la extendidora, la regularidad superficial y limpieza de la capa subyacente sobre la que transita la extendidora y la geometría del trazado por extender.**

- Mezcla asfáltica a extender

La mezcla asfáltica sufre durante el transporte un enfriamiento en todo el contorno, incluida la zona de contacto con la caja del camión. El gradiente térmico entre la mezcla y la atmósfera se encuentra entre los 160°C y los 130°C, en función de la temperatura exterior. Por lo tanto, la pérdida de calor se produce independientemente de la bondad del clima. Si bien el espesor de la corteza fría crecerá de forma continuada, la progresión de su avance se producirá de manera más rápida en los primeros instantes, hasta que el efecto protector que la corteza fría ejerce sobre el resto de mezcla bituminosa situada en el interior del volumen transportado vaya ralentizando su propia evolución. De ahí que la mayor pérdida de calor se genere durante el inicio del transporte y, aunque el recorrido sea corto, se produce siempre una cierta segregación térmica de la mezcla.

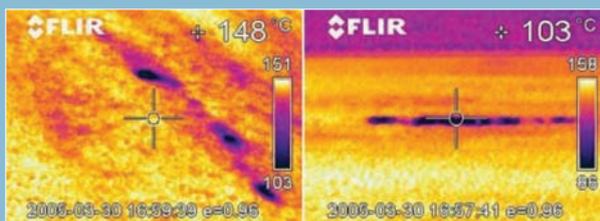
Desde los años 90, son varios los estudios que alertan sobre la relevancia que la segregación térmica tiene en la

durabilidad de la mezcla. Entre ellos, el trabajo ganador del II Premio Internacional a la Innovación en Carreteras "Juan Antonio Fernández del Campo", titulado: "**Efecto de la temperatura de compactación sobre el módulo resiliente de las mezclas asfálticas**", presentado por técnicos de la empresa SURFAX SA (México), de la Universidad Politécnica de Cataluña (España) y del Instituto Mexicano del Transporte (México), cuya lectura es recomendable, como otros muchos en esta misma línea.

La heterogeneidad térmica tendrá consecuencias tanto en la densidad, módulo, resistencia a la fatiga y textura de la mezcla, y como consecuencia en la durabilidad del firme, así como en la regularidad superficial, pues afectará a las condiciones de equilibrio que determinan la posición de la regla.

- Descarga de la mezcla bituminosa en la extendidora

Cuando la alimentación de la extendidora se realiza con descarga directa desde camión, además de la segrega-



Heterogeneidad térmica en la capa de mezcla bituminosa extendida.



Aproximación del camión a la extendidora. Abajo, dispositivo en la extendidora que avisa al conductor del camión en la aproximación

ción térmica localizada que se evidenciará en el firme al cabo del tiempo, otro factor distorsionador son los cambios de velocidad de la extendedora producidos durante la maniobra de aproximación del camión para la descarga así como los frecuentes impactos que sufre la extendedora. Como se ha descrito anteriormente, las modificaciones en la velocidad de extendido afectan a la posición de la regla y su corrección, en la que intervendrá el sistema de nivelación, no se llevará a cabo hasta que los sensores hayan detectado una desviación entre la posición teórica y la real.

El acarreo de la mezcla puede comprometer el avance continuado de la extendedora cuando la cantidad de camiones precisos para abastecerla no se ha calculado convenientemente o la periodicidad entre ellos no es regular. Las paradas de la extendedora suponen un punto crítico en la calidad de la rasante donde se concentran los efectos de los cambios de velocidad asociados a la detención y reinicio del avance de la máquina, con el efecto de un enfriamiento de la mezcla situada frente a la regla.

- Estado de la capa subyacente sobre la que se extiende la mezcla bituminosa

La superficie de apoyo de la extendedora marcará la necesidad de corrección del ángulo de ataque de la regla para mantener su correcta posición. Una base irregular provocará desplazamientos verticales de la unidad tractora que afectarán al ángulo de ataque de la regla y a su posición en altura.

Derrames de mezcla asfáltica realizados por delante de la extendedora u otros elementos que dificulten el tránsito suave de esta tendrán el mismo efecto pernicioso sobre la regularidad de la rasante obtenida. Es recomendable que la tolva receptora de la extendedora disponga de unos dispositivos, en buen estado, para contener la mezcla bituminosa y evitar su derrame por la parte delantera de la máquina.

El sistema de nivelación corregirá los cambios de posición de la regla pero no sin antes haber detectado una desviación con relación a la referencia.

Cuando se emplea un elemento físico como referencia para el sistema de nivelación, su posición se define en una



A la izquierda, tolva receptora de la mezcla bituminosa. A la derecha, derrame incontrolado de mezcla bituminosa.



Esquema de la regla de extendido.

serie de puntos, donde está sujeta a errores y, entre ellos, se efectúa una interpolación que escapa al control del equipo de extendido.

- **Geometría del trazado sobre el que se extiende la mezcla**

En lo referente a la geometría de la obra, la anchura a extender determinará el tipo de regla y número de máquinas precisas. Cuando se empleen reglas de ancho variable, el punto de solape entre la regla base y los tramos extensibles puede ocasionar marcas en la superficie de la capa. El espesor de capa requerirá un ajuste de los sistemas de compactación de la regla, en especial cuando este espesor sea muy variable, trabajos de regularización, y cuando sea muy reducido.

3. Recomendaciones para la actuación

- **Eliminación de segregaciones en la mezcla**

Como ya se ha explicado anteriormente, la utilización de cualquier dispositivo de transferencia que permita la rehomogenización granulométrica y térmica de la mezcla a extender, permite mejorar sensiblemente el comportamiento mecánico y la durabilidad de la capa de mezcla bituminosa construido, además de mejorar la regularidad superficial, aunque para esto último también existen otros posibles procedimientos.

- **Calentar convenientemente la regla**

Antes de iniciar el extendido, asegúrese que la regla de extendido ha alcanzado la temperatura de la mezcla. Así



Vertido incontrolado de mezcla bituminosa delante de la extendedora.

evitará el arrastre de la mezcla que deteriora la textura del firme.

- Regular el ángulo de ataque de la regla base y las extensiones

Cuando se emplean reglas de ancho variable con extensiones telescópicas, es probable que aparezca una marca en el la mezcla recién extendida, coincidiendo con el extremo interior de dichas extensiones. Para corregir este defecto, debe modificarse el ángulo de ataque de la extensión con respecto a la regla base. Las reglas cuentan con dispositivos mecánicos a tal efecto. Este ajuste deberá verificarse cada vez que se cambie de espesor de capa de manera sustancial.

- Mantener un nivel constante de mezcla bituminosa frente a la regla

Es conveniente que la regla no se vea forzada a arrastrar una cantidad excesiva de material que, además de provocar un excesivo consumo de combustible y un innecesario desgaste de la máquina, puede conllevar la generación de segregaciones en la mezcla y un deficiente acabado del firme.

En el lado opuesto, un insuficiente aporte de material puede provocar una falta de espesor en la capa extendida o una incorrecta densidad resultante.

Dada, pues, la relevancia de un buen aporte de material en todo momento, es aconsejable el empleo de sistemas automáticos para garantizar este aspecto.

Los sensores pueden situarse fijos en la tractora o solidarios a la cortina de la regla. Empleando esta última disposición, se asegura además que, en caso de modificar la anchura de extendido, la alimentación continuará siendo la correcta, sin necesidad de actuar sobre los sensores. Estos pueden ser de brazo palpador o ultrasónicos. Estos últimos, al no estar en contacto con el material, posibilitan un control mucho más fiable y una duración mayor de los mismos.

En algunas extendedoras se puede modificar la altura de los sinfines según el espesor de capa a extender, reduciendo así la segregación granulométrica.

Es conveniente mantener el nivel de mezcla bituminosa por debajo de la parte superior del sinfín. El sinfín debe prolongarse cuando se utilizan extensiones en la regla de extendido.

- Analizar y corregir (si es necesario) la irregularidad de la capa subyacente

Salvo labores de fresado, la capacidad de actuación en la superficie sobre la que discurrirá la extendedora está limitada. Sin embargo, sí se debe tener extremo cuidado en eliminar todos aquellos resaltes que puedan dificultar un avance suave de la extendedora. Debe evitarse el derrame de mezcla frente a las orugas o ruedas de la extendedora y, si se produce, eliminarlo de inmediato.

Si no es posible evitar que la traza de las ruedas u orugas de la extendedora pase sobre tapas de registro u otros resaltes, debe suavizarse la entrada y salida a los mismos mediante rampas. De este modo, la reacción del equipo de nivelación podrá ser más progresiva.

Cuando la capa de apoyo es muy irregular, es conveniente emplear un sistema de nivelación con promediación de larga referencia.

Para ello, se equipa la extendedora con un conjunto de vigas telescópicas que abarcan distancias de cobertura de 4 a 14 m sin necesidad de desensamblar pieza alguna ni detener la extendedora y, siguiendo el mismo concepto, se han confeccionado vigas especiales de hasta 18 m de longitud.



Si se opta por emplear una línea como referencia, debe tenerse en cuenta el tipo de hilo empleado y tener especial esmero en tensarlo adecuadamente y no distanciar en exceso los puntos de apoyo para reducir el efecto catenaria entre ellos. Actualmente, los sensores más habituales emplean células de ultrasonidos para detectar la distancia a la referencia. Esto hace que los cables de acero empleados anteriormente dejen de ser el sistema más adecuado. Para obtener un rebote adecuado de la onda sónica emitida por el sensor, la referencia debe ser gruesa y debe evitar las secciones perfectamente circular que disipan la energía de la onda sonora en todas direcciones. Un hilo trenzado de material ligero y con una sección igual o superior a los 3 mm ofrecerá una adecuada superficie de reflexión a las ondas y minimizará el efecto catenaria al reducir su peso propio. Si se emplea una rigola como referencia y sensores ultrasónicos se debe alejar la vertical del sensor del bordillo contiguo para evitar que las ondas reboten en este antes que en la rigola.

- **Parametrizar los equipos de nivelación en función de la máquina**

Las características de los sistemas hidráulicos varían en cada máquina y también con el tiempo. Un factor deter-

minante en la reacción de los equipos de nivelación es la duración del mínimo impulso transmitido a las electroválvulas cuando la desviación entre posición real y teórica es reducida. Si este parámetro no se halla convenientemente ajustado, puede dilatarse la corrección de la posición de la regla y producir un efecto de rizado en la rasante obtenida. En caso contrario, el movimiento del punto de ajuste de la regla puede ser excesivo y provocar un efecto de resonancia entre la desviación detectada y la corrección efectuada con resultados igualmente indeseables. Se aconseja revisar, al menos, anualmente este parámetro.

Los controladores más habituales empleados en la actualidad disponen de memorias de almacenamiento que permiten guardar los parámetros adecuados a cada una de las máquinas sobre las que se emplee el equipo nivelador. De este modo, solo será preciso revisar la parametrización anualmente y no cada vez que se cambie de máquina.

Si se emplean peraltímetros para controlar uno de los laterales de la regla, se debe comprobar, mediante el empleo de un nivel, que la lectura indicada por el peraltímetro coincide con la inclinación transversal real de la regla. En caso contrario, debe procederse a recalibrar el peraltímetro. Se trata de un proceso simple que puede librarnos de sorpresas desagradables.

Otro elemento que se ha de tener en cuenta es la sensibilidad del sistema de nivelación. Esta debe regularse para evitar sobreactuaciones en la corrección o correcciones excesivamente lentas.

Es muy importante que las personas del equipo de extendido que van a manejar el sistema de nivelación tengan una formación adecuada sobre el funcionamiento del mismo. Su misión es fundamental en el acabado superficial del firme y un buen uso del sistema de nivelación es una garantía de calidad.

- **Ajustar los parámetros de vibración de la regla en función de la obra**

Para capas de reducido espesor debe regularse tanto la vibración como el támara para evitar un posible rebote de la regla sobre el árido grueso de la mezcla.

Cuando se efectúen capas de regularización, donde el espesor es variable, es conveniente obtener altas precompactaciones con la regla de extendido para reducir el asentamiento diferencial producido por el tren de compactación.

La alta compactación debe transmitirse a la mezcla en la parte anterior de la regla. De este modo, la regla plancha y deja a cota una mezcla ya altamente precompactada. Si, por el contrario, la alta compactación se pretende conseguir en el extremo posterior de la regla, el asentamiento diferencial en función del espesor se producirá de la misma manera que sucedería con el conjunto de com-

pactadores. A este cometido han contribuido con éxito las reglas dotadas de doble támara.

- **Mantener una velocidad de extendido constante**

En función de la capacidad de producción de mezcla asfáltica asignada a la obra y las dimensiones de la capa que se va a extender, debe calcularse la velocidad de avance del equipo de extendido para que esta pueda mantenerse constante. Si, como se ha mencionado anteriormente, se dispone de un dispositivo móvil de transferencia que desvincule el camión de la extendedora se conseguirá que esta no deba modificar su velocidad cada cambio de camión y evitará que este la golpee.

Se debe calcular el número adecuado de camiones que deben formar la ronda para evitar las paradas de extendido por falta de suministro. En el caso que se haya visto forzado a realizar una parada prolongada, es conveniente ejecutar una junta transversal. La disposición de un importante stock intermedio proporcionado por un silo móvil en conjunción con la tolva suplementaria de la extendedora disminuirá el riesgo de sufrir una parada. Una buena rasante determina la calidad de un firme. Para conseguir buenas rasantes, la extendedora debe desplazarse a un régimen continuo sobre una mezcla uniforme. El 90% de los problemas se evitan eliminando las segregaciones granulométricas y térmicas y consiguiendo que la velocidad de la extendedora sea constante durante el extendido.

