

PATOLOGÍAS DE LOS PAVIMENTOS.

ENTREGA 04.

Andrés Costa

Miembro Comité Revista Asfalto y Pavimentación

5.5. Presentación general de las patologías de grietas

5.5.1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Las funciones básicas del firme son:

- **Proteger a la explanada frente a los agentes atmosféricos.**
- **Resistir las solicitaciones del tráfico durante el periodo de proyecto.**
- **Proporcionar una superficie de rodadura segura y cómoda que mantenga estas características durante un tiempo determinado, bajo las cargas de tráfico y las condiciones atmosféricas de la zona en la que se encuentra la vía.**

En los estudios y proyectos de rehabilitación de firmes se establecen las actuaciones a realizar, basándose en la necesidad de rehabilitación estructural y/o superficial.

Para determinar la solución más adecuada a la hora de rehabilitar un firme, es necesario realizar una evaluación del mismo, y de su nivel de agotamiento, realizando un diagnóstico sobre su estado.

Los fallos que presentan los firmes pueden ser fallos funcionales o fallos estructurales. Es necesario establecer cuál es el origen, para poder dar la solución más adecuada.

Las características funcionales que presenta un firme son, principalmente, las superficiales. Estas son CRT, IRI, reflexión de luminosidad, sonoridad del firme frente al tráfico, drenaje superficial.

Las características estructurales de un firme se refieren a la rigidez del mismo, adherencia entre capas...y dependen del espesor de las capas, de la puesta en obra y de las características de los materiales empleados.

Una de las afecciones más reflejadas en los firmes estudiados son las fisuras y grietas, que pueden definirse genéri-

camente como una discontinuidad o línea de rotura reflejada en la superficie del firme.

5.5.2. GRIETAS Y TIPOS DE GRIETAS

Las grietas se pueden agrupar o definir según su origen, su situación y su distribución. La base de la rehabilitación de firmes se basa en conocer el origen de las afecciones; en este caso de las fisuras o grietas, que pueden ser:

- **Fisuras de origen estructural:** La que aparece como consecuencia del agotamiento estructural de alguna de las capas del firme.
- **Fisuras de origen no estructural:** La producidas por otra causa no estructural: como la hidráulica o térmica de capas inferiores tratadas con cemento, fluencia, fatiga de una capa de mezcla bituminosa, envejecimiento.

Aunque inicialmente la aparición de una pequeña fisura en el firme puede carecer de importancia, ésta puede indicar estructurales importantes. Además, una vez generada provoca daños en toda la estructura del firme, pues se convierte en un punto de entrada de agua, y facilita el desplazamiento vertical y horizontal de las capas.

Como se ha comentado anteriormente, son muy diferenciados los orígenes de esta patología. Dependiendo de su distribución, longitud, profundidad y situación sobre la vía, se puede determinar el origen de ellas.

Principalmente, se pueden distinguir los diferentes tipos de fisuras también según su geometría, que puede ser alguna de las siguientes:

- **Fisura longitudinal.**
- **Fisura transversal.**
- **Fisura errática.**
- **Fisura parabólica.**
- **Piel de cocodrilo. (con tamaño de malla variable desde pocos cms. Hasta unos pocos metros.**



Figura 35. Fisura longitudinal.



Figura 36. Fisura transversal.



Figura 37. Fisura errática.



Figura 38. Fisura parabólica.

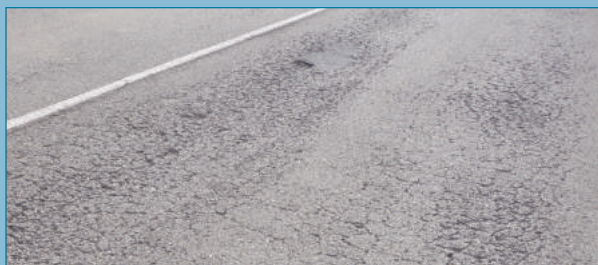


Figura 39. Piel de cocodrilo. Cuarteo.

Dentro de esta clasificación, su origen también va a depender de dónde se encuentran situadas sobre la carretera.

Es decir, si nos encontramos una fisura longitudinal a lo largo del eje de la calzada, su aparición puede ser debido a una mala ejecución en la junta de trabajo, o bien, si se trata

de un firme rígido o semirrígido, a la reflexión de una fisura en la base tratada con cemento.

Otro caso que se encuentra con frecuencia es la fisuración en forma de cuarteo. La malla apreciada puede ser fina o con un cuarteo de mayor dimensión. Este deterioro es conocido como piel de cocodrilo, y puede ser debido a una falta de capacidad portante del firme o a la fatiga de una o más capas que lo integran.

De forma general se pueden establecer algunos criterios sobre la causa de las fisuras y grietas de un firme, que son los siguientes:

- **Envejecimiento y fatiga del firme.** El dimensionamiento del firme se hace para un periodo de proyecto. Durante su vida útil y por la acción de diversos factores (tráfico, climatología, etc.) el firme envejece y va perdiendo progresivamente sus características. Es necesario realizar periódicamente labores de conservación y mantenimiento para mantener las características estructurales y funcionales iniciales. Cuando no se hace esta conservación preventiva, pueden aparecer grietas en el firme por la pérdida de sus características resistentes iniciales. El envejecimiento puede producirse en todo el firme, dando lugar a cuarteos en bloques y agotamiento estructural, o en alguna de las capas que lo forman por fatiga de la misma.
- **Mala ejecución durante la puesta en obra de las capas que componen el firme.** La falta de adherencia en las juntas de trabajo o entre capas, e incluso la falta de compactación de las mezclas provocan fisuras funcionales y estructurales respectivamente.
- **Defectuosa fabricación de las mezclas bituminosa.** La puesta en obra de una mezcla mal fabricada o mal diseñada, da lugar a que el firme así construido no soporte adecuadamente las solicitaciones producidas por el tráfico, o incluso que no soporte las condiciones climáticas a las que cualquier capa del firme está sometida.
- **Deficiencias en el cimiento del firme.** El firme debe apoyar sobre una superficie regular, firme y con suficiente capacidad de soporte. Existen zonas que, por diversas razones, el firme se apoya en un relleno inestable (deslizamientos, relleno de terraplén con materiales inadecuados...), lo que provoca movimientos

en las capas superiores, quedando reflejado por la aparición de fisuras y grietas.

- **Presencia en el firme de juntas constructivas.** La utilización en alguna capa del firme de materiales tratados con conglomerantes hidráulicos exige la realización de juntas constructivas en la pues si no se realizan, aparecen de forma aleatoria y errática. Estas juntas pueden acabar reflejándose en la superficie de rodadura del firme constituyendo un tipo de grieta que debe tratarse como una patología.

5.5.3. TIPO DE PATOLOGÍAS DE GRIETAS

En este Coleccionable se van a describir 5 tipos distintos de grietas con orígenes diferentes, técnicas de reparaciones distintas y medidas preventivas también diferentes. Son las siguientes:

- **GRIETAS ESTRUCTURALES (Piel de cocodrilo).**
- **GRIETAS REFLEJADAS.**
- **GRIETAS GENERALIZADAS SIN DEFORMACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO.**
- **GRIETAS CONSTRUCTIVAS.**
- **GRIETAS PARABOLICAS.**

5.6. Patología de grietas estructurales

5.6.1 DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA

La fisuración estructural es un deterioro caracterizado por la aparición de fisuras interconectadas en forma de malla en la superficie del pavimento (Figura 40). El tamaño de los bloques que constituyen la malla muestra el estado de evolución del deterioro, siendo los bloques de tamaño decimétrico en una fase inicial y centimétricos en una fase avanzada. Esta malla de grietas también se conoce como “**piel de cocodrilo**”.



Figura 40. Fisuración estructural en zona de rodadas.

5.6.2 CAUSAS DE LA PATOLOGÍA

El tráfico que actúa sobre los firmes supone la aplicación repetida de cargas que pueden ocasionar el agotamiento estructural de las capas inferiores por acumulación de esfuerzos de tracción inferiores al esfuerzo último de rotura, fenómeno que se conoce con el nombre de fatiga estructural.

Se trata de un deterioro que comienza en el fondo de las capas tratadas con un ligante asfáltico o un conglomerante hidráulico, puesto que son las zonas donde el tráfico produce los mayores esfuerzos de tracción.

Cuando se presenta la fatiga de las capas granulares inferiores del firme o de la explanada, se produce en estas capas una deformación vertical permanente que se manifiesta superficialmente por la aparición de la patología de grietas estructurales y, en este caso, la deformación vertical de la superficie del firme.

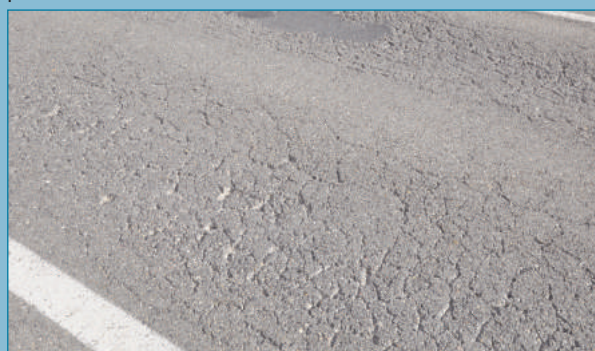


Figura 41. Grietas estructurales por fatiga de las capas granulares.

Generalmente, la principal causa de la fisuración estructural es el fallo por fatiga de una capa de base asfáltica o hidráulica bajo la acción repetida de las cargas del tráfico. Aparece principalmente bajo la zona de rodada de los vehículos pesados, al ser la zona más solicitada por el tráfico. Adicionalmente, la presencia de agua en la explanada puede acelerar el proceso.



Figura 42. Grieta estructural típica por fatiga de alguna capa del firme.

Diversos estudios demuestran la existencia de un límite de fatiga por debajo del cual el material es capaz de soportar un número indefinido de ciclos de carga sin alcanzar el agotamiento estructural.

En el caso de los materiales tratados con cemento, es habitual considerar como límite de fatiga una tensión máxima inferior al 40-50% de la resistencia a flexotracción (CEDEX IECA, 2003). En el caso de las mezclas bituminosas, el límite de fatiga se define normalmente para valores de la deformación horizontal de tracción próximos a $50 - 70 \times 10^{-6}$ ($50 - 70 \mu\epsilon$) (EAPA, 2007).

5.6.3 INCIDENCIA DE LA PATOLOGÍA EN LA VÍA Y EN EL USUARIO

La fisuración se propaga desde el fondo de la capa hasta la superficie del pavimento, inicialmente como fisuras longitudinales paralelas. A medida que avanza el deterioro, las fisuras tienden a ramificarse (figura 43), conectándose transversalmente y aumentando su abertura, formando un patrón de fisuración en malla también conocido, como se ha dicho anteriormente, como piel de cocodrilo.

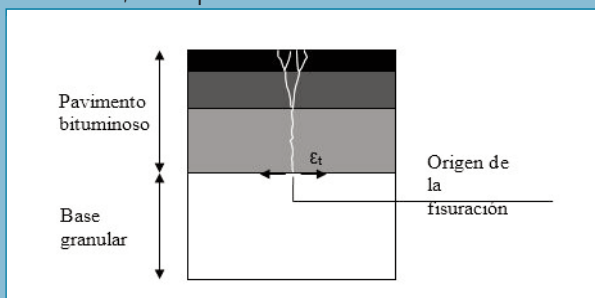


Figura 43. Propagación de la fisuración estructural en un firme flexible.

La fisuración en estado avanzado favorece el despegue de las capas de mezcla bituminosa que forman el firme y, como consecuencia, el desprendimiento de parte de los pequeños bloques formados. Este fenómeno supone un peligro para la circulación al poder ser proyectados estos materiales contra otros vehículos, al tiempo que pueden suponer una situación de riesgo para la conducción cuando el tamaño de la superficie desprendida es de dimensiones considerables, dando lugar a la formación de otro tipo de patología denominada BACHES (figura 44). Además, las zonas desprendidas favorecen la acumulación de agua y formación de charcos en condiciones de lluvia.

Por otra parte, la presencia de piel de cocodrilo en estado avanzado acaba ocasionando un ligero hundimiento de la superficie afectada, favoreciendo la inestabilidad de los vehículos, especialmente los de dos ruedas.

5.6.4 REPARACIÓN DE LA PATOLOGÍA

Antes de proceder a la reparación de esta patología es necesario determinar los niveles de deterioro de la fisuración estructural, que habitualmente se expresa como área afectada (generalmente medida en metros cuadrados) por unidad de área de pavimento, para cada nivel de severidad. La severidad de este deterioro se puede clasificar en tres niveles:

1. Severidad baja

Fisuración longitudinal dominante con escasa fisuración transversal, bordes de fisura en buen estado y sin síntomas de surgencia de finos.



Figura 44. Severidad baja.

2. Severidad moderada

Se aprecian fisuras interconectadas en forma de malla, con bordes de fisura ligeramente astillados, pero sin presencia de finos en la superficie.

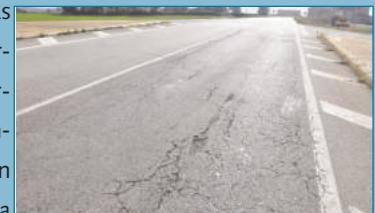


Figura 45. Severidad media.

3. Severidad alta

Perfecta definición de la fisuración en malla, se observa el desprendimiento de bloques de material y la presencia de finos en la superficie del pavimento.



Figura 46. Severidad alta.

La aparición de fisuración en forma de malla en la superficie del pavimento indica el agotamiento estructural de la sección del firme. Por esta razón, las soluciones de reparación de este tipo de deterioro consisten en sustituir las capas afectadas por materiales de calidad igual o, preferiblemente, superior a la de los materiales originales.

Cuando la solución adoptada es la sustitución con mezcla bituminosa, es necesario retirar toda la zona del firme afectada, tanto en superficie como espesor, hasta encontrar capas en buen estado, y proceder a la posterior reposición del firme.

Cuando la fisuración estructural está extendida a una gran longitud de la vía, el reciclado en frío de los materiales fisurados, seguido de la posterior extensión de un refuerzo bituminoso, es posiblemente la opción más interesante técnica y económicamente, debido al aprovechamiento que supone de los materiales existentes.

5.6.5 ACTUACIONES PREVENTIVAS

A nivel de proyecto, un correcto dimensionamiento del paquete de firme, acorde con el tráfico esperado y con la calidad de los materiales a emplear, permite prever la aparición de fenómenos de fatiga estructural y, por tanto, fisuración en piel de cocodrilo. Por otra parte, el empleo de mayores contenidos de ligante en las capas de base bituminosas, por ser responsables de la resistencia a fatiga de la sección, permite mejorar considerablemente la vida útil del firme.

Un Riego de Adherencia bien ejecutado, en cuanto a dosificación, tipo de ligante y aplicación, es una garantía para el buen funcionamiento de las capas del pavimento.

En fase de explotación, la aparición de fisuras finas en forma de malla es un claro síntoma del comienzo del agotamiento estructural de la sección, siendo recomendable la extensión de un tratamiento de impermeabilización (como una lechada bituminosa) para evitar los efectos dañinos derivados de la entrada de agua en el firme.

Cuando la abertura entre labios de fisura comienza a aumentar, se recomienda proceder a su sellado mediante una masilla elástica y la extensión de un refuerzo mediante mezcla bituminosa para retrasar el avance del deterioro.

En este sentido, hay que señalar que la velocidad de propagación de la fisuración estructural se ha estimado en 25 mm anuales (Penman y Hook, 2008). Por esta razón,

la adopción de un sistema antirreflexión de fisuras sobre el firme deteriorado resulta de gran interés para prolongar la vida útil del refuerzo bituminoso.

5.7. Patología de grietas reflejadas

5.7.1 DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA

Se puede definir la grieta reflejada, como su propio nombre indica, como aquella que progresa a través de las capas bituminosas del firme como continuación de una fisura preexistente en alguna de las capas inferiores de apoyo, pudiendo ser ésta capa de firmes bituminosos fisurados o bien de capas tratadas con conglomerantes hidráulicos (generalmente cemento). Esta fisura subyacente es susceptible de sufrir movimientos de apertura-cierre, o verticales de tipo cortante entre labios de la fisura, tanto al paso de las cargas de tráfico como por cambios del estado térmico y gradiente vertical de temperaturas (diario o estacional) o por combinación de ambos. Estos movimientos, unidos al estado tensional por el tráfico, hacen que la fisura progrese con relativa rapidez en las capas de mezclas bituminosas situadas por encima de la grieta inicial. Son distintas de las grietas estructurales que también progresan a través de las capas del firme. En el caso de las grietas reflejadas el firme mantiene su capacidad portante o estructural.

Esta situación es típica en las capas tratadas con conglomerantes hidráulicos (en adelante CTCH), siendo este tipo de fisuración muy común en nuestra red de carreteras desde que se generalizó el empleo de estos materiales con conglomerantes hidráulicos en las capas de base, sin aplicar o haciendo mal las técnicas de prefisuración existentes.

La fisura reflejada siempre aparecerá encima de la fisura subyacente de la CTCH. Si se ha prefisurado, las fisuras en la CTCH serán rectilíneas y con un espaciado muy regular, por lo que la reflejada aparecerá con una disposición similar. En otro caso, si la fisura no fuese de reflexión, sería descendente o de envejecimiento, ya que encima de una CTCH, fuera de las juntas, las tensiones de trabajo son muy bajas.

El principal inconveniente de este tipo de fisuración, una vez que la fisura ha ascendido hasta la superficie, es que permite el paso del agua hacia las capas inferiores del firme, lo que puede provocar una pérdida de resistencia de los materiales de las capas inferiores y de la explanada, e incluso fe-



Figura 47 . Sellado de las grietas existentes.

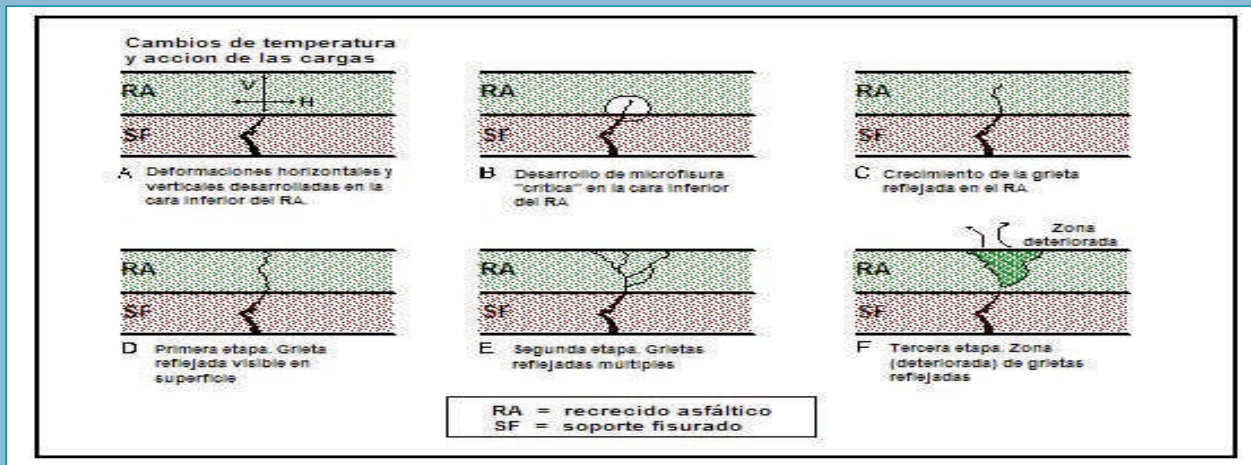


Figura 48. Esquema del proceso de la reflexión de las fisuras y las grietas

nómenos de erosión y reducción progresiva de la transmisión de carga entre losas de las CTCH, que a la larga resultan fatales al estar asociados con fuertes movimientos verticales provocados por el paso de las cargas de los vehículos pesados de una losa a la siguiente. Además de los problemas estructurales, con el paso del tiempo las fisuras reflejadas van degradándose en los bordes, perdiendo material y pueden llegar a formar pequeños baches.



Figura 49. Superficie de rodadura con grietas reflejadas.

5.7.2 CAUSAS DE LA PATOLOGÍA

La retracción hidráulica postfraguado de los materiales

tratados con ligantes hidráulicos (hormigones, hormigones compactados, grava-cemento, suelo-cemento, grava-escooria, etc.) y los cambios térmicos (insolación, clima) en esas capas hacen que esos materiales estén sometidos a tensiones de tracción y compresión alternativa, a la vez que a fenómenos de alabeo o combedo debidos al gradiente térmico vertical entre caras superior e inferior de la losa. Ello lleva a que, si se supera la resistencia a tracción del material, se fisura, salvo que se limite la longitud de losa mediante juntas o prefisuración constructiva. En todo caso, los movimientos relativos entre labios de la junta formada son inevitables y su magnitud depende principalmente del cambio térmico y de la longitud de la losa.

Por ello, las mezclas bituminosas colocadas encima de capas hidráulicas se verán sometidas al efecto combinado de los movimientos de apertura-cierre en la junta, por variaciones térmicas que producen dilataciones/retracciones, y a los esfuerzos de flexión y cortante provocados por el tráfico a su paso sobre las fisuras y, en su caso, por los de alabeo debidos a gradiente térmico vertical en la CTCH; ello hace que se pueda iniciar la fisuración en la base de las mezclas bituminosas, justo encima de la fisura o junta de la CTCH y que progrese hacia la superficie.

5.7.3 INCIDENCIA DE LA PATOLOGÍA EN LA VÍA Y EN EL USUARIO

Cualquier fisura o grieta reflejada en la superficie de rodadura de un firme supone, entre otros problemas, una discontinuidad en la adherencia del neumático y el pavimento. Esta pérdida de adherencia puede agravarse en presencia de

agua, especialmente para los vehículos de dos ruedas. Desde el punto de vista del confort, el conductor puede percibir un ruido periódico más o menos intenso al pasar el vehículo sobre las grietas transversales espaciadas existentes por la reflexión de las grietas de las CTCH inferiores.

Si además los bordes de las grietas están deteriorados y hay pérdida de material el ruido es mayor e incluso, si se han formado resaltos o baches por pérdida del material, la seguridad y comodidad del usuario se ve claramente disminuida.

Adicionalmente, este fenómeno también afecta a la longevidad mecánica de los vehículos y se generan esfuerzos adicionales al sistema de suspensión y amortiguación de los mismos al paso por las fisuras.

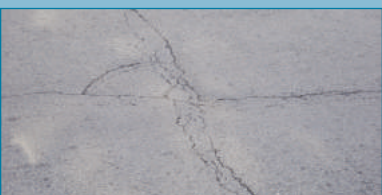
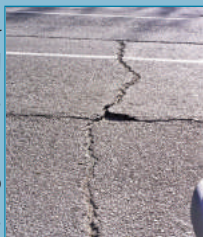


Figura 50. Deterioro de los bordes en las grietas reflejadas.

5.7.4 REPARACIÓN DE LA PATOLOGÍA

Hay que reseñar que, ineludiblemente, se van a producir este tipo de grietas cuando se utilizan capas de materiales tratados con conglomerantes hidráulicos en la construcción del firme de una carretera, salvo que se adopten precauciones en el diseño del firme y técnicas orientadas a limitar el tamaño de las losas. Se puede y se debe actuar durante el proceso de proyecto y construcción para prevenir su aparición o al menos minimizar su impacto.

En este tipo de firmes, con capas tratadas con conglomerantes hidráulicos, es recomendable adoptar soluciones que retrasen o impidan la reflexión de las grietas a la capa de rodadura para que no sea necesario realizar actuaciones de reparación.

Los sistemas de reparación que a continuación se describen, también son válidos para retrasar la aparición de las grietas reflejadas durante la fase de construcción de la carretera.

a) Colocación de mezcla bituminosa sobre el soporte fisurado

Una primera solución, es la colocación sobre el soporte fisurado de una o varias capas de mezcla bituminosa en un espesor suficiente para que las tensiones provocadas por la

climatología y el tráfico puedan ser absorbidas por la mezcla. Adicionalmente, previa a la colocación de la mezcla, puede considerarse:

- Operaciones de sellado: Entre los procedimientos que incluyen algún tipo de operación previa al extendido de mezclas, probablemente el más antiguo es el ponteo de las fisuras mediante la aplicación de un mástico a base de ligante elastómero muy elástico, cohesivo y adherente.
- Tratamiento superficial: Esta técnica asociada con un tratamiento superficial, en particular con un microaglomerado en frío, puede dar buenos resultados desde el punto de vista del ratio coste-eficacia, como técnica de mantenimiento para un plazo relativamente corto (4 - 5 años). Cuando se actúa con ponteo y capa fina o tratamiento superficial es muy habitual, especialmente en el caso de fisuras activas y/o que tengan su origen en bases hidráulicas, que la fisura se refleje en la nueva rodadura, sin embargo el problema queda muy reducido al haberse asegurado el sellado de la fisura inferiormente y, por tanto, al haber cerrado el paso del agua a las capas inferiores del firme.

Existen mezclas bituminosas ricas en ligante que, por sus características permiten reducir sensiblemente el espesor total de mezcla bituminosa necesario para evitar la reflexión de las grietas de las CTCH. En este caso se encuentra, por ejemplo, las denominadas mezclas SMA Stone Mastic Asphalt) desarrolladas en la Norma UNE EN 13108-5.

b) Técnicas de interposición

Un segundo grupo de soluciones antifisuras es el constituido por los recrecimientos asfálticos asociados con una técnica de interposición. Dentro de este grupo de soluciones se encontraría la del firme inverso (constituidos por una capa tratada con ligantes hidráulicos, por ejemplo una grava-cemento, sobre la que se coloca una capa de material no tratado de gran calidad, zahorra artificial por ejemplo) y a continuación una o varias, generalmente dos, capas de mezcla bituminosa. También se incluyen las soluciones mediante la interposición de geomallas, plásticas o metálicas, y los denominados sistemas intercapa.

- Firme inverso: Ya descrito
- Geomallas: Las geomallas basan teóricamente su efectividad en el armado de las mezclas bituminosas,

con una misión similar a la de redondos de acero corrugado en el hormigón.

- Sistemas intercapa: basan su efectividad en disponer entre el soporte fisurado y las capas superiores de una cierta cantidad de un ligante bituminoso, generalmente modificado para mejorar sus características mecánicas, que actúa manteniendo la adherencia vertical de las capas pero permite un cierto movimiento horizontal de las capas superiores sobre el soporte, absorbiendo en parte las tensiones de tracción que producen la propagación vertical de la grieta. A este capítulo de técnicas de interposición, pertenecerían la arena-betún, riegos engravillados espesos y los geotextiles tipo fieltros impregnados.
- Adicionalmente, cabría reseñar como solución una técnica, bastante conocida y empleada en España, como es el reciclado in situ con emulsión bituminosa. Adecuadamente diseñada y ejecutada, puede resultar muy eficaz, tanto por prestaciones como por su viabilidad económica.

En cualquier caso y mientras se adopta alguna técnica de reparación de la patología, es recomendable el sellado de las grietas reflejadas, una vez que aparecen en la capa de rodadura, para evitar la entrada de agua hacia las capas inferiores del firme.



Figura 51. Sellado de grietas reflejadas

En caso de producirse movimientos verticales, por descalce, de la base formada por CTCH como consecuencia del arrastre de finos por el agua, es muy conveniente proceder, antes de cualquier reparación, a la inyección con lechada de cemento para estabilizar las losas.

5.7.5 ACTUACIONES PREVENTIVAS

Nueva construcción

Durante el proceso de construcción de firmes que contemplan el empleo de CTCH, la principal precaución a considerar es limitar los movimientos en las fisuras o juntas limitando la longitud de las losas (técnicas de prefisuración eficaces) y de reducir al mínimo los cambios térmicos en las

CTCH, mediante suficiente espesor de mezclas (“abrigo” térmico) a la vez que las mezclas situadas encima de las CTCH deben tener una adecuada resistencia a la fisuración. Adicionalmente a este criterio general, pueden considerarse secciones de firmes alternativas, en cualquier caso considerando en su estructura el empleo de CTCH.

Firmes inversos

Constituidos por una capa tratada con ligantes hidráulicos, por ejemplo una grava-cemento, sobre los que se coloca una capa de material no tratado de gran calidad (zahorra artificial), y una o varias, generalmente dos, capas de mezcla bituminosa. El material no tratado que se coloca entre la mezcla bituminosa y la base tratada puede ser sustituido ventajosamente por la grava-emulsión que posee la propiedad de absorber las fisuras, a la vez que presenta un módulo de rigidez más elevado que el material no tratado.

Firmes mixtos

Utilizan materiales tratados con ligantes hidráulicos, concretamente el suelo cemento, únicamente en capa de subbase. En este caso, el tipo de fisuración que se produce y el alejamiento de la superficie dan lugar a unos movimientos mucho más pequeños, que pueden ser absorbidos siempre que el paquete de mezcla bituminosa tenga una cierta entidad (por encima de los 20 cm) o cómo hemos referido con anterioridad se empleen técnicas de prefisuración eficaces para delimitar la longitud de losas y limitar los movimientos en las juntas.

Ligantes mixtos

Sustituyendo el empleo de los materiales tratados con ligantes hidráulicos por materiales tratados simultáneamente con ligantes hidráulicos y bituminosos. Sin embargo, cuando se decidiera utilizar una base tratada con ligante hidráulico, existe la posibilidad de colocar durante la construcción algún tipo de tratamiento que retrase la aparición de fisuras en superficie o permita controlar su geometría. Los procedimientos para retrasar la aparición de fisuras en firmes de nueva construcción son los mismos que se han visto en el apartado anterior de reparación mediante técnicas de interposición.

En todos los casos, la utilización de mezclas bituminosas ricas en ligante, facilita el retraso e incluso el no reflejo de la grieta en la superficie del firme (capa de rodadura). Con estas mezclas bituminosas es posible reducir el espesor total de mezcla bituminosa con muy buenos resultados.