PATOLOGÍAS DE LOS PAVIMENTOS.
ENTREGA 06.

Andrés Costa
Miembro Comité Revista Asfalto y Pavimentación

5.11. Patología de charcos en mezclas porosas

5.11.1 DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA

El Articulo 543 del vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) define dos tipos de mezclas drenantes, en función del tamaño máximo del árido, que se denominan PA 16 y PA 11. Así mismo exige que el porcentaje mínimo de huecos en la mezcla sea del 20%.

La utilización de un pavimento drenante facilita la rápida evacuación del agua de lluvia de la superficie de la carretera y elimina el riesgo de hidroplaneo. La capa se suele construir de un espesor entre 4 y 5 centímetros. El agua penetra por los huecos superficiales y se mueve por los huecos interconectados que existen en toda la capa, llevando el agua a la capa inferior (que debe ser perfectamente impermeable) y sobre esta se mueve hacia los laterales de la carretera y sale a la cuneta de la misma.

Figura 71. Proyección de agua en un pavimento normal y en un pavimento drenante.

Además de eliminar el riesgo del hidroplaneo, disminuye sensiblemente el agua proyectada por los vehículos al circular, lo que mejora sensiblemente la seguridad vial, respecto a la misma carretera con un pavimento de mezcla cerrada convencional, al aumentar la visibilidad con lluvia intensa y carretera muy mojada.

Además de este efecto beneficioso de los pavimentos drenantes en condiciones atmosféricas adversas de lluvia, tiene algunas otras ventajas importantes como evitar la reflexión de la luz de los vehículos que circulan en sentido contrario, cuando el pavimento esta mojado, consigue una buena macrotextura, presenta una elevada absorción del ruido de rodadura de los vehículos, resultando en conjunto, un pavimento de rodadura cómoda y segura para los usuarios.

Estas características se pierden cuando el pavimento drenante se colmata por suciedad de manera que los huecos en mezcla disminuyen sensiblemente y el pavimento ya no funciona como drenante. Es importante que, mediante limpiezas periódicas o diseñando la mezcla de manera que la suciedad superficial no quede retenida en los huecos y salga por la capa inferior junto al agua, se mantenga la característica drenante a lo largo del tiempo y estando en uso la carretera.

La patología que se describe en este apartado se produce cuando, en condiciones de lluvia intensa, sobre pavimentos drenantes y en zonas localizadas, aparecen de forma inesperada charcos de agua de tamaño variable y de forma irregular.

La patología es tanto más grave cuanto mayor sea la superficie afectada, cuantos más puntos de una carretera presenten este problema y cuanto más aleatoria sea la aparición

y formación de los mismos.

Figura 72. Formación de charcos de agua localizados en un pavimento drenante.

5.11.2 CAUSAS DE LA PATOLOGÍA

En general este problema se presenta por colmatación parcial o total de zonas puntuales de una carretera cuyo pavimento o capa de rodadura es una capa drenante. Se suele producir algunos años después de la construcción de la misma y se ve favorecida por la ausencia de tratamientos preventivos y periódicos de limpieza y por la presencia en la calzada de barro arrastrado por lluvias intensas o por los neumáticos de vehículos que acceden a la misma desde caminos no pavimentados.

Las otras posibles causas son de tipo constructivo, como es el caso de tramos de carreteras con cambios de peralte con problemas para la evacuación del agua o en puntos bajos de tramos largos de cierta pendiente longitudinal. Estas dos posibilidades deben evitarse en el diseño y construcción de la carretera y, una vez detectado el problema, mediante la corrección del mismo mejorando el drenaje y facilitando la salida rápida del agua de la carretera por los laterales de la misma hacia las cunetas.

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

Esta patología influye en la seguridad y comodidad de los usuarios de la carretera desde dos aspectos distintos. Por la pérdida de contacto del neumático con el pavimento y por la reacción del conductor ante la aparición del problema.

Los pavimentos drenantes se caracterizan por su elevada seguridad de circulación en condiciones climatológicas adversas (fuerte lluvia) por la ausencia de agua en su superficie desapareciendo el riesgo del hidroplaneo (pérdida del contacto neumático pavimento por interposición de una lámina de agua).

La aparición en un pavimento drenante de zonas con charcos de agua de forma puntual, imprevista y localizada, introduce el riesgo del hidroplaneo de manera accidental e imprevista por el conductor. Este puede perder el control del vehículo y sufrir un accidente tanto más grave cuanto mayor sea la velocidad. Cuanto mayor sea la superficie del charco formado, mayor será el riesgo de accidente.

La reacción del conductor ante esta situación imprevista es otra posible causa de accidente. En efecto, el conductor puede intentar evitar pasar por el charco, para ello y de forma rápida y no previsible por los demás usuarios de la carretera, puede realizar una maniobra brusca para evitarlo o puede frenar antes de llegar hasta él. En ambas situaciones el riesgo de accidente con otros vehículos, circulando por la carretera en el mismo o en sentido contrario que el conductor, es muy alto y

tanto más grave cuanto mayor sea la velocidad de circulación.

5.11.4 REPARACIÓN DE LA PATOLOGÍA

Si el problema es de tipo constructivo y el agua aparece en puntos localizados por problemas de drenaje (cambios de peralte con pendiente longitudinal, puntos bajos en tramos largos de cierta pendiente, etc.), es necesario estudiar bien la causa y mejorar el drenaje transversal para evitar la formación de charcos en la calzada. Una posible solución es la realización de grietas transversales que cruzan la calzada de un lado a otro, con una cierta inclinación en el sentido de la pendiente de la carretera y que facilitan la evacuación transversal del agua e impiden su recorrido por la calzada. Esta solución resulta algo incómoda para la rodadura por ser muy ruidosa.

Figura 73. Ranurado transversal para mejorar el drenaje superficial en zonas de transición de peralte.

Otra alternativa es colocar drenes transversales en la capa de rodadura, que recojan el agua que circula sobre el pavimento, especialmente cuando hay fuerte pendiente longitudinal y cambios de peralte, y la lleven a la cuneta.

Si el problema es debido a una mala drenabilidad por el pavimento total o parcialmente colmatado (sin posibilidad de limpieza), hay dos posibilidades:

- **Si es en zonas localizadas se deben fresar la zona afectada y reponer con mezcla porosa nueva. Es conveniente realizar la actuación hasta el borde de la calzada para facilitar la circulación del agua drenada, sobre la capa impermeable inferior, hasta la cuneta de la carretera y además cepillando las juntas fresadas para permitir la circulación del agua existente entre la capa de mezcla antigua y el nuevo tramo pavimentado.**

Figura 74. Reparación hasta el borde de un pavimento drenante.

- **Si el problema es más generalizado, se deberá renovar todo el pavimento mediante fresado y reposición o bien mediante la construcción de una nueva capa porosa previa impermeabilización total de la existente.**

5.11.5 ACTUACIONES PREVENTIVAS

El diseño de la mezcla porosa es fundamental para que esta mantenga su permeabilidad. Debe conseguirse un porcentaje de huecos en la mezcla suficientemente alto (alrededor del 25%) pero además estos huecos deben estar perfectamente comunicados entre sí para facilitar la circulación del agua y que no se formen depósitos de suciedad que la disminuyan.

Una buena solución es la construcción de mezclas porosas en doble capa. La inferior más gruesa y con mayor % de huecos y la superior más fina y con algo menos de huecos. Esta capa superior funciona como un filtro y solo permite la entrada de suciedad más fina que circula fácilmente por la capa inferior y así no disminuye la permeabilidad.

Otra posible actuación es la utilización de alguna máquina para la limpieza de la suciedad existente dentro de la mezcla. Este procedimiento es efectivo si se realiza regularmente y desde los primeros tiempos de construcción de la capa porosa.

5.12. Patología de pavimentos deslizantes

5.12.1 DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA

Esta patología se manifiesta por la pérdida del pavimento de una de sus características superficiales: **la resistencia al deslizamiento.**

Figura 75. Pavimento que se ha vuelto deslizante.

5.12.2 CAUSAS DE LA PATOLOGÍA

Un pavimento puede volverse deslizante por alguna de las siguientes causas, por separado o combinadas entre sí:

- **Pulimento de los áridos, lo que puede dar a la superficie un característico aspecto especular.**
- **Granulometría de la mezcla cerrada, dando como resultado una textura lisa o poco rugosa.**
- **Drenaje superficial insuficiente o defectuoso que impide la rápida evacuación del agua cuando llueve.**
- **En aeropuertos, acumulación del caucho, procedente de los neumáticos de los aviones, que se va depositando en los aterrizajes.**
- **Capas de rodadura en las que la mezcla bituminosa presenta perdida de textura superficial, por haber utilizado un betún relativamente blando, bajo la acción del tráfico, incrustándose el árido grueso en el mortero de la mezcla bituminosa.**

Figura 76. Árido grueso pulido.

Figura 77. Drenaje superficial insuficiente.

Figura 78. Depósito de caucho en toma de tierra de los aviones en pista aeropuerto.

Figura 79. Pavimento deslizante por incrustación del árido grueso en el mortero de la mezcla.

No se considera como patología el caso de pavimentos de nueva construcción con mezclas bituminosas ricas en ligante que, durante los primeros tiempos de uso, más o menos largos según la intensidad de tráfico que soportan, pueden ser deslizantes en presencia de agua por el contacto del neumático con el betún y no con el árido.

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

Pérdida de control del vehículo, especialmente a altas velocidades y con el pavimento mojado, pudiendo producir el fenómeno conocido como aquaplanning o hidroplaneo, consistente en la ausencia de contacto entre el neumático y la carretera, debida a la lámina de agua interpuesta, propiciando un posible accidente por salida de la calzada o alcance a otro vehículo.

En aeropuertos, las estadísticas muestran que en la mayoría de los incidentes y accidentes relacionados con salidas de pista de los aviones, este tipo de defecto juega un papel importante, si no el principal.

Unas adecuadas características superficiales, sin condiciones deslizantes, permiten que en el aterrizaje, las ruedas del avión alcancen en el punto de contacto la correcta velocidad de rotación (que puede pasar de 0 a 300 km/h), de forma que el piloto obtenga el mejor dominio de mando de la dirección del avión.

5.12.4 REPARACIÓN DE LA PATOLOGÍACIONES PREVENTIVAS

Dependiendo de las causas, la reparación puede consistir en:

- **Realizar un texturado de la superficie, mediante sistemas de agua a presión o de granallado, mediante un microfresado.**
- **Renovar la superficie mediante el extendido de una nueva capa bituminosa, ya sea mezcla propiamente dicha o tratamiento superficial, de mayor rugosidad.**
- **En aeropuertos eliminar los depósitos de caucho.**
- **Realizar un ranurado transversal para facilitar la salida del agua superficial.**

Figura 80. Texturado con agua a presión.

Figura 81. Texturado con microfresado.

Figura 82. Ranurado transversal.

5.12.5 ACTUACIONES PREVENTIVAS

El tipo de árido tiene gran influencia en la consecución de los niveles de coeficiente de rozamiento especificados. Por ello, se debe llamar la atención sobre la necesidad de controlar la calidad de los áridos, lo que ha de hacerse desde antes del acopio.

Concretamente influyen de forma directa las propiedades que define el ensayo del coeficiente de pulido acelerado

(CPA), que nunca debería ser inferior a 0,50.

Por otro lado, se ha demostrado la eficacia, para obtener los valores deseados de rozamiento, de reemplazar parte del árido fino calizo por árido fino porfídico, estableciendo en un 50% la proporción mínima a sustituir. Ante los previsibles problemas de adhesividad a que puede dar lugar dicha composición, se usarán activantes para poder obtener el 90% exigido de coeficiente de resistencia a la tracción indirecta ITSR.

En cuanto a la mezcla, teniendo en cuenta el efecto que la granulometría tiene sobre la macrotextura superficial y sobre el coeficiente de rozamiento (ya sea de forma directa o indirecta), se debe a la utilización como capas de rodadura, de las mezclas bituminosas discontinuas tipo BBTM o SMA, frente a las mezclas convencionales de hormigón bituminoso tipo AC, de granulometría continua.

Finalmente, se considera muy necesario extremar el control sobre la fórmula de trabajo y sobre la obra, actuando, si los resultados de los ensayos lo aconsejan, especialmente sobre el ajuste de la granulometría al huso, el contenido de huecos y la relación filler / betún.

5.13. Patología de arcén en mal estado

5.13.1 DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA

El arcén es la franja longitudinal pavimentada de la carretera, contigua a la calzada, no destinada al uso de vehículos más que en circunstancias excepcionales. Debe tener una anchura comprendida entre 0,5 y 2,5 metros, en función del tipo de carretera y su velocidad de proyecto, marcada por la Norma 3.1-IC "Trazado", del Ministerio de Fomento.

Cumple una función fundamental para garantizar la comodidad y seguridad de la circulación, permitiendo la detención ocasional de los vehículos (avería, incidentes); supone un margen de seguridad para la circulación (despistes, salidas de carril), permite que los vehículos lentos (tractores, ciclomotores) y servicios de emergencia puedan circular por él; supone un sobreancho de la plataforma que permite la circulación en situaciones de emergencia (accidentes, retenciones); facilita las labores de conservación y reparación en la carretera (sobreancho para desvíos provisionales); supone una franja donde se almacena la nieve retirada en carreteras de alta montaña, etc.

Esta patología se produce cuando el arcén, en alguna zona o en toda la carretera, es impracticable por encontrarse en

Figura 83. Arcén con anchura muy escasa.

Figura 84. Arcén en mal estado no utilizable.

Figura 85. Arcén inexistente, y calzada reducida por mordientes laterales deteriorados.

mal estado, es insuficiente o es inexistente, no permitiendo circular por él en cualquiera de los casos especiales anteriormente descritos, obstaculizando la fluidez y seguridad de la circulación.

5.13.2 CAUSAS DE LA PATOLOGÍA

Esta patología se debe a distintas razones:

a) Presencia de suciedad, elementos u obstáculos, debido a una deficiente conservación y mantenimiento de la vialidad.

b) Pavimentación en mal estado, por cualquiera de los defectos del firme reseñados a lo largo de este Entregable.

c) Deterioro de los bordes del firme (mordientes), por roturas y pérdidas de firme en zonas de borde.

d) Agrietamientos longitudinales del firme, por asentamientos post-constructivos en los rellenos (terraplenes), o en el terreno natural de apoyo.

e) Anchura de arcén insuficiente, debido a un diseño de la carretera deficiente, por razones de economía, ampliación de carriles, cambio de las condiciones de tráfico consideradas en proyecto, o dificultades en las márgenes.

f) Aparición de láminas de agua y charcos en caso de lluvia.

g) Arcenes agrietados en curvas interiores por circulación de los vehículos pesados, no teniendo el arcén un firme adecuado para soportar este tráfico.

Figura 86. Arcén sucio, con arrastres.

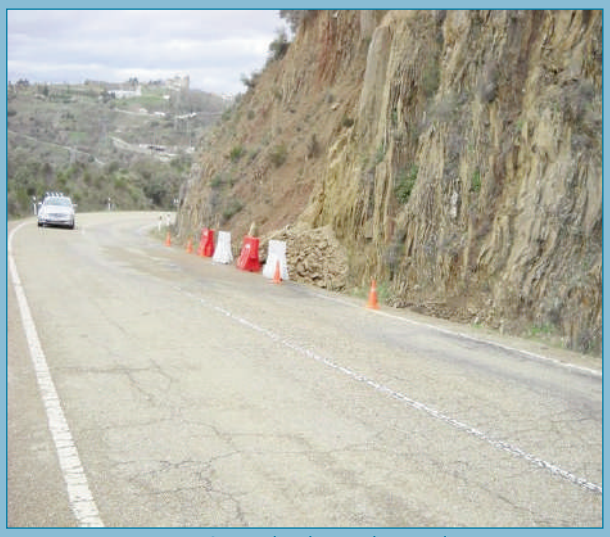

Figura 87. Arcén inutilizado por desprendimientos.

Figura 88. Arcén inutilizado por mordiente en mal estado.

Figura 89. Arcén agrietado por asiento de terraplén.

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

La ausencia de un arcén de ancho adecuado o impracticable causa problemas de fluidez y seguridad vial en la carretera, debido a que deja de cumplir sus funciones de forma adecuada y no se dispone de espacio suficiente para la detención ocasional de los vehículos en caso de necesidad o avería, desaparece el margen de seguridad que supone ante pérdidas del control del vehículo o adelantamientos inadecuados, se dificulta la circulación de vehículos lentos y de servicios de emergencia, se complican las obras de conservación, puede resultar especialmente peligroso para los ciclistas, etc.

5.13.4 REPARACIÓN DE LA PATOLOGÍA

Dadas las diferentes causas que pueden dar lugar a la presente patología, las acciones correctoras son también muy distintas:

a) Limpieza y despeje adecuado de estas zonas, mediante equipos de vigilancia y mantenimiento de la vialidad que actúen en tiempo real ante cualquier incidencia.

b) Reparación del firme conforme a los métodos definidos en este Entregable para las distintas patologías.

c) Levantamiento y reconstrucción del firme y su apoyo en los bordes de la carretera hasta el pavimento.

d) Consolidación del relleno o refuerzo del terreno, para la corrección de los asentamientos post-constructivos, y posterior reparación del firme.

e) Ensanche de la plataforma, para proporcionarle los anchos de arcenes adecuados a la carretera, necesarios para circular con comodidad y seguridad.

f) Corrección del bombeo (tramo recto) o peralte (curva), que permita la salida controlada del agua que cae sobre la calzada, y disposición del oportuno sistema de desagüe y drenaje.

g) Dotar al arcén del mismo firme que la calzada en aquellas zonas donde el tráfico pesado pueda circular de forma habitual por el mismo.

Figura 90. Obra de ensanche de plataforma.

5.13.5 ACTUACIONES PREVENTIVAS

Esta patología se evita con un correcto diseño de la plataforma y del firme de la carretera, así como con una adecuada vigilancia, conservación y rehabilitación de estas zonas.

Mientras no se solucione el problema, se deben balizar las zonas de riesgo, para avisar a los conductores, y adecuar los márgenes de la carretera para facilitar la posible salida del vehículo de la plataforma, en caso de ser necesaria.