

Conclusiones generales del Congreso Europeo de Mezclas Drenantes

POR ROBERTO ALBEROLA
PONENTE GENERAL



Mesa que presidió la clausura de este congreso europeo.

Patrocinado por el Ministerio de Fomento y promocionado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) y el Laboratoire Central de Ponts et Chaussées (LCPC, Francia), se celebró en Madrid, del 12 al 14 de marzo de 1997, este congreso, en el que, a través de más de 19 ponencias y 50 comunicaciones, así como de animados coloquios, se ofreció una muy densa y amplia panorámica del estado del arte a nivel europeo, y cuyo difícil resumen estuvo a cargo de D. Roberto Alberola. He aquí de forma sucinta lo más representativo del Congreso.

Como resumen a las ponencias y comunicaciones presentadas se pueden obtener las siguientes conclusiones:

Las mezclas drenantes son un producto típicamente europeo. Aunque inicialmente empleadas en Estados Unidos, bajo forma de tratamiento superficial en capa de 2 cm para luchar contra el desli-

zamiento, han experimentado una evolución importante, al desarrollarse en Europa con un concepto mucho más amplio: el de ser una capa de rodadura capaz de absorber el agua de lluvia, eliminando el agua superficial que se interpone entre el neumático y el pavimento. Son el resultado del esfuerzo y la cooperación inter-

nacional para mejorar las características superficiales de los pavimentos y ofrecer a los usuarios una superficie segura y cómoda.

La aplicación más general en Europa es la de capas de rodadura de 4 cm, con contenidos de huecos superiores al 20%. El tamaño máximo del árido es de 10-20 mm, el contenido de arena del 10-15%, y los contenidos más usuales de betún se encuentran en el entorno del 4,5-5%. La principal característica de las mezclas drenantes de eliminar el agua es muy difícil de mantener, y, en consecuencia, se están haciendo numerosos esfuerzos en esta dirección. Las principales tendencias expuestas han sido:

- Aumentar el número de huecos. Se están poniendo en



El reciclado de los neumáticos para su utilización en carreteras va en constante aumento.

obra mezclas con 6-8% de arena que llevan a contenidos de huecos en mezcla del 25-28%, o, incluso sin arena, que llevan a huecos en mezcla del 30%. Estas mezclas necesitan de ligantes muy modificados para evitar arranques de partículas.

- La nueva aplicación del material en doble capa, desarrollada en los Países Bajos y también empleada en Italia, con una mezcla drenante gruesa en la capa inferior y fina en la superior. El papel de la capa superior es de filtro para evitar la colmatación, facilitando también la limpieza. Esta disposición parece ser particularmente eficaz en cuanto a disminución del ruido en toda la gama de frecuencias.
- La idea lanzada en Francia de ir a mezclas con tamaño máximo del árido inferior a 10 mm, que se muestran muy eficaces en cuanto al drenaje de agua, a la reducción de ruido y a la resistencia al deslizamiento. Estas mezclas se colocan generalmente en capas de 2-3 cm, aunque hay experiencias en Francia con capas de 4 cm.
- En el Reino Unido se sigue el camino de aumentar el tamaño de los huecos, con tamaños máximos de árido de 20 mm y 50 mm de espesor.

Además de lo anterior, se han desarrollado, fundamentalmente en España, y están operativas las mezclas drenantes en frío, a partir de emulsiones de betún modificado.

En Francia, existen aplicaciones de mezclas drenantes en la capa de base en zonas urbanas, para facilitar el drenaje en situaciones de difícil evacuación del agua en esas zonas.

Diseño

Cuando se utilizan mezclas drenantes debe prestarse atención especial a todos los aspectos que faciliten la rápida evacuación del agua y a evitar que penetre en las capas inferiores.

El soporte debe ser estanco, con buena planimetría y suficiente pendiente. Se han expuesto buenos resultados sobre superficies fisuradas con la colocación de geotextiles impregnados.

Se aprecia una preponderancia en el empleo de los betunes modificados con aporte de polímeros, neumáticos reciclados o aditivos

El agua drenada debe evadirse lateralmente con rapidez. En zonas de acumulación de agua, o con fuertes pendientes, debe ayudarse su salida con medidas adicionales, como ranurados o perfiles metálicos. Por otro lado, hay numerosas disposiciones laterales para ayudar a la eliminación del agua en zonas urbanas.

Materiales

Por lo que respecta a los ligantes, se aprecia una preponderancia en el empleo de los betunes modificados con aporte de polímeros, neumáticos reciclados o aditivos para mejorar la consistencia del ligante, y conseguir elevados espesores de película, así como para aumentar la adhesividad y la cohesión, y evitar escorrimientos. También se utilizan con éxito betunes puros. Los Países Bajos son donde, de manera más general, se utilizan betunes sin modificar, mientras que en Francia se expone la necesidad de replantearse este asunto, a la vista de las experiencias. Por lo demás, no existen suficientes datos comparativos sobre la durabilidad con uno u otro ligante.

Se reconoce que la aportación de fibras es un elemento favorable para aumentar el contenido de ligante y limitar el riesgo de escorrimiento; pero los conocimientos parecen insuficientes para establecer si hay equivalencia entre los distintos tipos de fibras (minerales, de celulosa, acrílicas), lo que parece poco probable y necesitaría de una clarificación.

Hay una coincidencia general en las composiciones granulométricas, siendo la principal variación entre países los tamaños máximos del árido, y el empleo de granulometrías continuas o discontinuas.

Conviene prestar la máxima atención a las características de resistencia al pulido de los áridos gruesos, endureciendo las limitaciones, pues se ha visto la influencia de este parámetro (microrugosidad) en la resistencia al deslizamiento a bajas velocidades. Paradójicamente, las mezclas drenantes pueden ser una solución para regiones desprovistas de árido.



En Francia, existen aplicaciones de mezclas drenantes en la capa de base en zona urbana, para facilitar el drenaje en situaciones de difícil evacuación del agua en esas zonas.

dos poco pulimentables, mejorando de forma importante la seguridad en tiempo de lluvia, como demuestra la experiencia en Baleares.

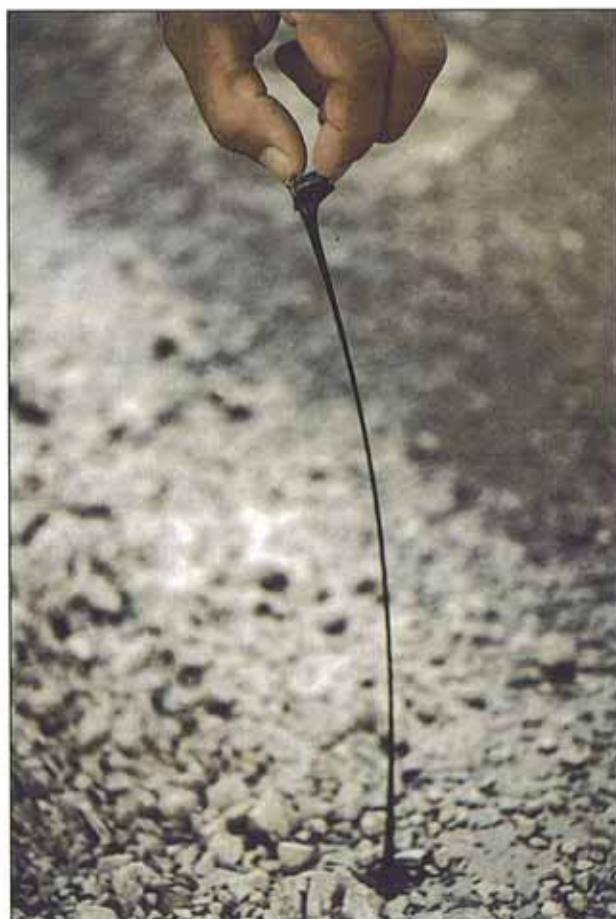
En carreteras de tráfico pesado o elevadas velocidades, en todos los países se exige el empleo de ligantes modificados, dejando únicamente el campo de las carreteras de tráfico medio o ligero a los betunes normales.

Es necesario profundizar en estudios de rentabilidad de las mezclas drenantes que indiquen los campos de aplicación de cada tipo (betún normal o modificado), según las solicitudes del tramo de carretera de que se trate.

Dosificación

No se han producido avances significativos en este campo, lo que no ha sido óbice para que se hayan producido muy pocos fallos en estos materiales. En muchos países, se exige en las especificaciones únicamente el cumplimiento de un huso granulométrico determinado y unos contenidos mínimos de huecos y de betún. A veces, estos ensayos se complementan con otros de escorrimiento del ligante y de susceptibilidad al agua. En España y Bélgica, y en muchas compañías constructoras de otros países, se utiliza el ensayo cántabro, con tendencia a realizarlo tras la inmersión. Algunos países piensan que este ensayo

no refleja todas las formas de deterioro y que habría que complementarlo con ensayos que evalúen, de alguna manera, la resistencia a los esfuerzos tangenciales.



La adición de polímeros aumenta las características mecánicas del ligante.

También se ha presentado un primer intento de desarrollar un modelo de comportamiento para la resistencia a la desintegración de estos materiales, tomando como ensayo fundamental el ensayo cíclico de tracción indirecta.

En relación con la contribución a la capacidad estructural del firme, las mezclas drenantes poseen un menor módulo, pero se estima que aportan entre el 50% y el 75% de lo que aportaría una mezcla convencional.

Fabricación y puesta en obra

Desde el punto de vista de la fabricación y puesta en obra, las diferencias con las mezclas tradicionales son debidas fundamentalmente a sus características:

- Alto contenido de huecos.
- Mucho mayor porcentaje de elementos gruesos.
- Aplicación en capa delgada.

Las juntas de construcción son uno de los mayores problemas; el pavimento a sección completa, o recurrir a calentadores laterales de infrarrojos, pueden ser soluciones.

En cuanto a las limitaciones en el transporte se deben a tres posibles problemas:

- Enfriamiento de la mezcla, al tener menor inercia térmica.
- Escorrimiento del ligante.
- Segregación por vibración.

Por ello, al organizar el transporte, se debe tener en cuenta no sólo el tiempo de recorrido, sino la temperatura ambiente, la existencia de viento y las

Las capas de rodadura con mezclas drenantes tienen una durabilidad semejante a las mezclas densas convencionales

características térmicas del equipo de transporte.

Hay que conseguir las temperaturas adecuadas de puesta en obra, sin que se produzcan escorrimientos.

La compactación adecuada se realiza con rodillos lisos, no siendo recomendable el empleo de rodillos vibrantes o de neumáticos.

Durabilidad

Se ha contrastado la experiencia de distintos países, llegándose a la conclusión de que las capas de rodadura con mezclas drenantes, tienen una durabilidad semejante a las mezclas densas convencionales.

Por otro lado, no se han apreciado problemas de formación de roderas o de fatiga en estas mezclas. Finalmente, se han presentado muy pocos fallos hasta ahora, y los producidos se deben fundamentalmente a malas prácticas de puesta en obra, o a situaciones extremas de solicitudes tangenciales.

Comportamiento invernal

Es uno de los puntos delicados de las mezclas drenantes. En los países con heladas, la cuestión del mantenimiento invernal es una preocupación importante que limita su empleo. La temperatura en superficie es inferior a la de las mezclas convencionales, la humedad permanece más tiempo, y los fundentes, sin embargo, duran menos en la superficie. Además, en climas de intensos fríos deben organizarse los equipos de man-

tenimiento de forma aún más efectiva que en las situaciones convencionales, actuar con anticipación y emplear más fundentes.

En aquellos casos en los que no puedan tomarse estas precauciones, es mejor evitar la colocación de mezclas drenantes.

Permeabilidad

Las rodaduras drenantes se van colmatando con una relativa rapidez, particularmente, en zonas con poco tráfico. El tiempo de colmatación varía según las condiciones, entre 3 y 7 años. Cuando están colmatadas mantienen, no obstante, una cierta drenabilidad

pidamente a partir de la puesta en servicio de las mezclas, aunque no existe consenso sobre la estrategia más adecuada de limpieza y de la eficacia en cuanto al coste. Al respecto, se ha presentado un nuevo equipo que promete mejoras en este campo. El equipo limpia el material en una dirección horizontal y puede ser utilizado, aplicando vapor, para el reciclado de la capa.

Resistencia al deslizamiento

La resistencia al deslizamiento en los primeros meses de servicio



En los países con heladas, la cuestión del mantenimiento invernal es una preocupación importante que limita su empleo.

de la superficie, que favorece la adherencia rueda-pavimento a velocidad elevada y la reducción de proyecciones de agua, a la vez que se mantiene una fuerte macrotextura.

Los equipos de medida de la permeabilidad en carretera se demuestran poco sensibles para determinadas condiciones que se producen en la actualidad, especialmente, con mezclas con elevado contenido de huecos. En este tema hay acuerdo en la necesidad de mejorarlo.

En cuanto a los equipos de limpieza se está trabajando y avanzando en su diseño. Los convencionales sólo son parcialmente efectivos y tienen que aplicarse rá-

pidamente a partir de la puesta en servicio de las mezclas, aunque no existe consenso sobre la estrategia más adecuada de limpieza y de la eficacia en cuanto al coste. Al respecto, se ha presentado un nuevo equipo que promete mejoras en este campo. El equipo limpia el material en una dirección horizontal y puede ser utilizado, aplicando vapor, para el reciclado de la capa.

Las investigaciones realizadas en los Países Bajos, sobre estadísticas de accidentes, muestran que las mezclas drenantes son igual de seguras, pero no más que las mezclas densas convencionales. La idea inicial de que estos materiales son más seguros no se

refleja en la práctica. Puede explicarse por la psicología del conductor, que compensa las mejoras con cambios en sus hábitos de conducción. De todas formas, éste es un tema en el que se debe profundizar.

Se considera necesario extender el ensayo internacional sobre equipos de medida a las mezclas drenantes para estudiar la aplicabilidad del IFI (Índice Internacional de Rozamiento) a estos materiales.

Ruido

En varios países europeos, la reducción del ruido es la característica más apreciada de las mezclas drenantes. Existe en Europa una gran experiencia en equipos de medida, tanto del ruido de rodadura mediante remolques, como en las zonas colindantes mediante micrófonos, y de la medida de la absorción y reflexión de las ondas sonoras.

En los estudios presentados se aprecia que las mezclas drenantes son los materiales más efectivos en la reducción del ruido en frecuencias altas, mientras que en bajas frecuencias no hay mucha diferencia. La reducción con respecto a rodaduras convencionales se encuentra generalmente entre 2 y 6 dB(A).

Los tamaños menores de árido favorecen la reducción del ruido.

Por otro lado, el incremento de la emisión de ruido con la velocidad es menor que con otros materiales.

Rehabilitación de las mezclas drenantes

Debe desmitificarse el problema de la rehabilitación de las mezclas drenantes, pues existe ya experiencia sobre la validez de las técnicas usuales: pequeñas reparaciones, fresado, impermeabilización con distintos materiales, o, incluso, refuerzo con otra mezcla drenante.

El reciclado también está experimentando en sus distintas variantes, incluyendo las técnicas *in situ* y en central, tanto para cons-



Debe desmitificarse el problema de la rehabilitación de las mezclas drenantes, pues existe ya experiencia sobre la validez de las técnicas usuales.

tituir una mezcla densa como una nueva mezcla drenante. Conviene, no obstante, hacer un seguimiento de las realizaciones, relativamente recientes, para tener un buen conocimiento de la durabilidad de estas soluciones.

Experiencias en los distintos países

Alemania

Las obras de carretera en Alemania han de cumplir unos límites de emisión sonora. Se introduce un factor corrector de ruido por comparación con una superficie de referencia que, en el caso de las mezclas drenantes, debe oscilar entre -4 y -5 dB (A),

y que influye en la decisión del tipo de rodadura, especialmente en las zonas densamente pobladas. La reducción del ruido aumenta con el contenido de huecos, que ha de situarse por encima del 20%. Por el contrario, afecta en sentido opuesto a la capacidad estructural. Se estiman unas vidas de servicio para estas rodaduras no superiores a 7 años. Por todo ello, en Alemania, sólo se recomienda utilizar mezclas drenantes en carreteras federales cuando permitan evitar otras medidas correctoras de ruido, más penalizantes desde el punto de vista económico.

Austria

Una vez terminadas las principales autopistas, el empleo de



Las obras de carretera en Alemania han de cumplir unos límites de emisión sonora.

mezclas drenantes está en retroceso por las necesidades mayores de conservación invernal, frente a otras soluciones de rodadura de ruido reducido.

Bélgica

Se señala la mejor drenabilidad de las mezclas con granulometría discontinua, y se indica la relativa eficacia de las operaciones de limpieza, que, en cualquier caso, han de ser de tipo preventivo. Se resaltan también los problemas de conservación invernal.

Países Bajos

Las mezclas drenantes se utilizan en toda la red principal de carreteras. Se estudian soluciones para mejorar los problemas de deslizamiento al comienzo de su vida de servicio y se está investigando su reutilización, buscando alcanzar porcentajes del 40 al 60%.

Francia

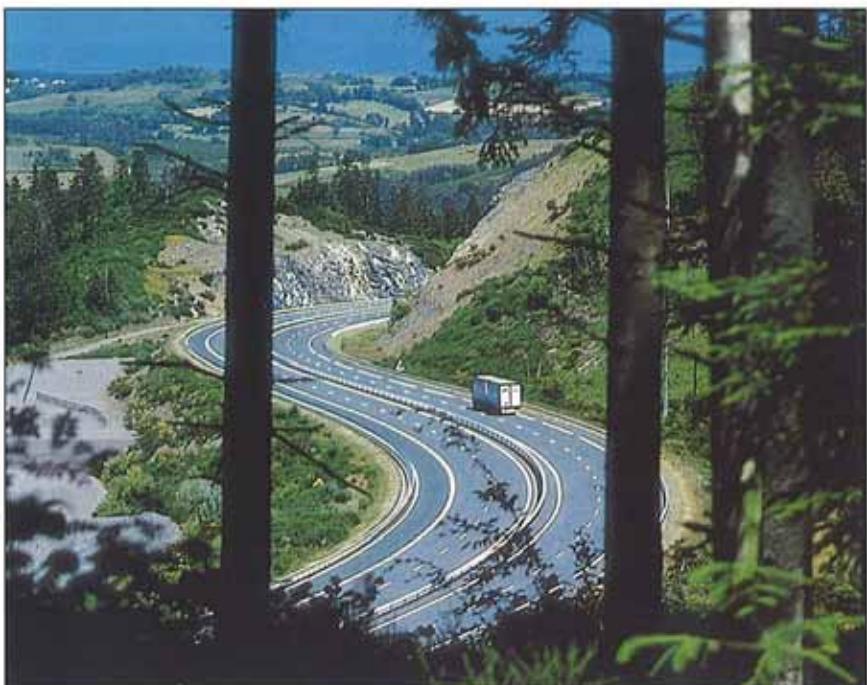
Es uno de los países con más metros cuadrados de estas mezclas. Se están desarrollando fórmulas de mezclas drenantes con un contenido de huecos elevado (25 a 30%), y de pequeño tamaño máximo (0/6). En cualquier caso, existe una preocupación entre los directores de obra por las cuestiones de conservación invernal.

Portugal

La observación del número de accidentes en carreteras mojadas, y, más en concreto, en autopistas, ha llevado a la generalización de su empleo en las autopistas de peaje en regiones húmedas.

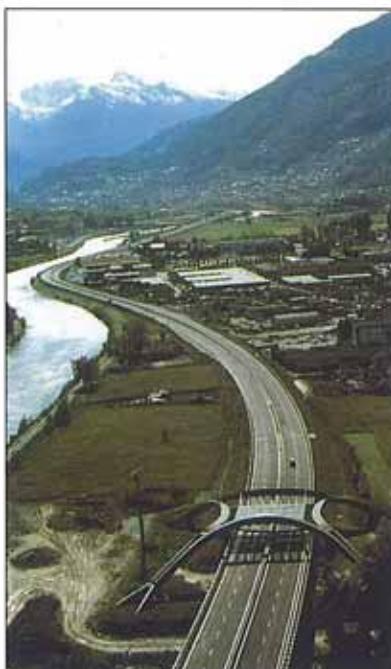
España

Es el país con más metros cuadrados de mezclas drenantes en Europa, debido, en gran parte, a los escasos problemas de vialidad invernal. Una preocupación es la colmatación y cómo solucionarla, lo que ha llevado en los últimos años a numerosas pruebas de limpieza, y a mezclas con mayores huecos.



Francia es uno de los países con más metros cuadrados de mezclas drenantes. En la foto, autopista A-72.

Por otro lado, se han desarrollado también mezclas drenantes en frío, a partir de emulsiones de betún modificado. Las mezclas drenantes se ven como una solución para regiones lluviosas y en zonas que únicamente dispongan de áridos calcáreos (como en Baleares).



En Italia se están experimentando las mezclas drenantes en doble capa.

Italia

Se están experimentando las mezclas drenantes en doble capa.

Suiza

Las incertidumbres sobre la durabilidad de las propiedades funcionales y las limitaciones en la explotación invernal parecen limitar el desarrollo de las mezclas drenantes, que únicamente se utilizan con carácter experimental.

Reino Unido

Los interrogantes sobre la durabilidad de las propiedades funcionales y el sobrecoste de las mezclas drenantes pesan aquí también sobre el desarrollo de éstas, cuyo empleo se pone en competencia con las soluciones de capa de rodadura muy delgadas y con elevada macrotextura, las cuales se encuentran también en fase de evaluación en el Reino Unido.

Roberto Alberola. Ingeniero Jefe de la Demarcación de Carreteras del Estado en Madrid.