

## **EXPERIENCIA EN LA UTILIZACIÓN DE POLVO DE NEUMÁTICOS (NFU) EN LAS MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEADAS EN LAS CARRETERAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID**

**Juan Antonio de la Riva Francos**  
**Jefe del Servicio de Control de Calidad**  
**Dirección General de Carreteras**  
**Comunidad de Madrid**

La Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid ha empleado, en mezclas bituminosas, el caucho procedente de neumáticos, primero en tramos experimentales o de prueba y recientemente en tramos de carreteras tanto de nueva ejecución como en refuerzos. En la actualidad en los proyectos se indica que, en las capas de rodadura como mínimo, se empleará ligante modificado con polvo de neumáticos fuera de uso.

Los tramos experimentales fueron realizados el año 1.996 y en el año 2.002 El primero se trato de una capa delgada en la que el ligante se modificó añadiendo el caucho en el mezclador dosificándolo a mano con un cazo cuya capacidad era el porcentaje previsto o mediante un saquete en que su envoltorio se fundía en el mezclador. De esta actuación no comentaré nada más porque, digamos elegantemente, no funcionó.

El otro tramo se ejecutó en el refuerzo de una carretera convencional con tráfico T4 y de longitud 12,000 kilómetros. El refuerzo se calculó mediante las deflexiones medidas. Las características de esta actuación fueron:

La longitud se dividió en tres tramos y las operaciones en cada uno de ellos se describen a continuación:

Tramo 1º.- Capa de rodadura mezcla D-20 de 5 cm. de espesor, con ligante 60/70 modificado con NFU a pie de planta, en proporción de 18/20%.Capa intermedia S-20, espesor 5 cm., ligante 60/70.

Tramo 2° (Tramo patrón).-Capa de rodadura D-20 de 6 cm. de espesor, capa intermedia S-20, de 6 cm. de espesor y ligante 60/70 en ambas.

Tramo 3°.- Capa de rodadura D-20 de 5 cm. de espesor con ligante 60/70 modificado en factoría, en proporción de 15%, capa intermedia S-20, de 5 cm. de espesor y ligante 60/70.

Áridos: Sílice y arena caliza.

Esta actuación fue sometida a un seguimiento de tres años y sus conclusiones no permitieron sacar nada en claro sobre el comportamiento de ambas mezclas. Causa posible: el tipo de tráfico, muy pequeño en pesados y por lo tanto escaso en deterioros producidos por él. No obstante la capa de rodadura tratada con NFU, tiene un 15% menos de espesor que la de ligante tradicional.

Desde el año 2.005 se ha actuado sobre diversas carreteras tanto de calzada única como de carreteras con sección de autovía y tráfico T2, T1 y T1/T0. Todas ellas están sometidas a un seguimiento sistemático de la evolución de los parámetros iniciales que se obtienen en los ensayos de capacidad portante, IRI y CRT, que se efectúan para su recepción.

Es esta operación cuando se observó que los valores de CRT eran sensiblemente más elevados en las mezclas con ligante modificado con NFU que en las mezclas de ligante convencional. Estos valores se habían obtenido tanto en las medidas tomadas antes de abrir al tráfico, en las carreteras de nueva ejecución, como en las tomadas en el primer mes de funcionamiento en aquellas que, al ser de refuerzo, era imposible esa maniobra.

Las carreteras objeto de esa actuación han sido:

Carretera M-119, convencional de longitud 17,300 kilómetros. Tráfico T2 Refuerzo diseñado con los espesores obtenidos tras el estudio de su capacidad portante. Mezclas con ligante modificado con NFU, a pie de planta, tanto en las capas intermedia y de rodadura. Sometida a seguimiento y dotada de un tramo de control, ejecutado con mezclas de ligante convencional, de 0.650 km.

Carretera M-419, convencional de longitud 8,500 kilómetros. Tráfico T2 de proyecto y T1 generado. Carretera de nueva ejecución. Rodadura con ligante modificado con NFU en factoría. Sometida a seguimiento.

Carretera M-423. Autovía de nueva ejecución. Longitud 5,300 kilómetros. Tráfico T1/T0. Rodadura con ligante modificado con NFU en factoría. Sometida a seguimiento.

Carretera M-503. Desdoblamiento con calzada de nueva ejecución y sección de autovía. Longitud 10,000 kilómetros. Tráfico T1. Rodadura con ligante modificado con NFU a pie de planta. En esta actuación hay que señalar que en la calzada antigua, la rodadura se ejecutó con la misma mezcla y con el mismo tipo de ligante, pero sin modificar. La calzada de nueva ejecución, tiene base de hormigón con juntas y se decidió este tipo de ligante para estudiar el comportamiento de la mezcla en la reflexión de las juntas y fisuras, si las hubiere, del hormigón. Sometida a seguimiento y en particular a la evolución del CRT en comparación entre ambas calzadas.

Como resumen de los datos hasta ahora obtenidos en su seguimiento, en este momento aun escasos, se puede manifestar que:

En cuanto a diferencias en el comportamiento de su capacidad portante, no se tienen suficientes datos para sacar conclusiones.

En cuanto al CRT, seguridad para el tráfico, es necesario hacer notar su mejor valor inicial que el de las mezclas convencionales. Su evolución aun está en estudio. En principio sus valores superan los pedidos en el Pliego y si los comparamos con los de las mezclas convencionales, los superan en una media de 10 puntos. Esto nos lleva a pensar que, con un adecuado contenido de polvo de neumático y una adecuada fabricación y puesta en obra, puede mejorarse el CRT en los primeros meses de puesta en uso de la carretera.

Parece observarse una mayor reducción del ruido de rodadura, a igualdad de mezclas, en las fabricadas con este tipo de ligante.

También hay que mencionar otro tipo de uso que hemos dado a los NFU. En la carretera M-111 y en los terraplenes de acceso a una obra de fábrica, se han empleado, en su núcleo, debidamente troceados y arropados. Estamos quizás, ante una nueva generación de terraplenes "elásticos".

Como comentario final y bajo mi punto de vista, cabe preguntarse si el empleo de este material, realmente es rentable para su uso en carreteras en España. Habrá que acumular datos y valores sobre experiencias y usos reales. Si es cierto que con un menor espesor de capas se obtiene el mismo valor de soporte o si con la misma estructura y ligante modificado se alarga su periodo vida y por lo tanto su importe económico es realmente mas bajo, aun teniendo en cuenta el valor del costo añadido de su utilización.

Por otra parte hay que considerar el beneficio que representa la retirada de los neumáticos de los lugares donde se generan, bajo esta premisa, el uso de éstos puede considerarse hasta barato. Pero también debe tenerse en cuenta, por las

condiciones del Acuerdo de Kyoto, la emisión de gases en las plantas de fabricación de las mezclas, y el gasto de energía en su molienda y en las plantas que lo utilizan, ya que hay que elevar su temperatura de fabricación.

Las tipos de mezclas empleadas en las carreteras anteriormente indicadas y ya no experimentales, su espesor de proyecto y el puesto en obra, si hubo variación, ligante y clase de procedimiento de modificación se describen en las fichas que se acompañan.

### **Carretera M-119**

#### Capa intermedia:

Mezcla tipo S-20.

Ligante modificado a pie de planta,  
con 15% de NFU. Contenido medio de ligante en mezcla: 5,34%

Espesor de proyecto: 6 cm. Puesto en obra: lo proyectado.

Áridos: Sílice del Jarama y caliza de Arganda.

#### Capa de rodadura:

Mezcla tipo M-10

Ligante modificado a pie de planta, con 16% de NFU. Contenido medio de ligante en mezcla: 8,52%.

Espesor de proyecto: 6 cm. de mezcla tipo D-20.

Puesto en obra: 3 cm. de M-10

Áridos: Milonita de Almonacid (Toledo) y polvo mineral calizo de aportación.

Este refuerzo fue proyectado con mezclas convencionales y su modificación fue proyectada por la Cátedra de Caminos de la U.P.M.

CRT medio medido con el tráfico abierto: superior a 60.

Se incluyó, intercalado, un tramo patrón de 0,650 kilómetros con las siguientes características:

Capa intermedia: Mezcla tipo S-20, ligante 60/70, contenido medio de ligante en mezcla: 4,80%, espesor, 6 cm.

Capa de rodadura: Mezcla tipo D-20, ligante 60/70, contenido medio de ligante en mezcla: 5,19%, espesor 6 cm.

Valor de los parámetros marcados en el PG-3: Cumplidos satisfactoriamente.

CRT medio medido con el tráfico abierto: superior a 50.

### **Carretera M-419**

#### Capa de rodadura

Mezcla tipo M-10

Ligante modificado en factoría con 5% de NFU.

Contenido medio de ligante en mezcla: 5,1%

Espesor de proyecto: 3 cm. Puesto en obra 3 cm.

Áridos: Esquistos de Aldeavieja y polvo mineral calizo

Valor de los parámetros marcados en el PG-3: Cumplidos satisfactoriamente.

CRT medio medido antes de su apertura al tráfico: superior a 60.

### **Carretera M-423**

### Capa de rodadura

Mezcla tipo M-10

Ligante modificado en factoría con 10% de NFU.

Contenido medio de ligante en mezcla: 6,75% con adición de fibra de celulosa en proporción de 0,3%.

Áridos: Milonita de Almonacid (Toledo) y polvo mineral de aportación calizo. Valor de los parámetros marcados en el PG-3: Cumplidos satisfactoriamente.

CRT medio medido antes de su apertura al tráfico: 76,9.

### **Carretera M-503**

#### Capa de rodadura

Mezcla tipo M-10

Ligante modificado a pie de planta con 20% de NFU.

Contenido medio de ligante en áridos 9,00%

Áridos: Esquisto de Aldeavieja (Avila) y cemento como polvo mineral de aportación.

CRT medio medido antes de su apertura al tráfico: 70,0.