

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 563 630**

21 Número de solicitud: 201431327

51 Int. Cl.:

**C08L 95/00** (2006.01)

**C09D 195/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**15.09.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**15.03.2016**

71 Solicitantes:

**RECUPERACIONES ASFÁLTICAS, S.L. (100.0%)**  
**C/ Marqués de Mendigorría, nº 3**  
**45003 Toledo ES**

72 Inventor/es:

**MARGULIS, Yuri;**  
**JIMÉNEZ OCHOA, Mario y**  
**GARCÍA CARRASCOSO, Miguel Ángel**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

54 Título: **Formulación aditiva para asfaltos, método de obtención y uso en la regeneración de firmes de carretera**

57 Resumen:

Formulación aditiva para asfaltos, método de obtención y uso en la regeneración de firmes de carretera.

La presente invención se refiere a un primer componente, que es un betún o una mezcla de betunes, en un porcentaje comprendido entre el 40%-80% en peso del total de composición y un segundo componente, que es una mezcla que contiene: un betún, en un porcentaje comprendido entre 5%-20% del peso total de la mezcla del segundo componente, que consiste en hidrocarburos que poseen un número de átomos de carbono igual o superior a 13, y que presenta un punto de ebullición igual o superior a los 490°C; glicerina, en un porcentaje comprendido entre 5%-10%; goma antioxidante, en un porcentaje igual o inferior a 1,50%; una mezcla de ácidos grasos, en un porcentaje comprendido entre 1%-30%; un éster metílico, en un porcentaje comprendido entre 1%-30%; y resina de parafina, en un porcentaje comprendido entre 1%-30%, del peso total de la mezcla del segundo componente.

ES 2 563 630 A1

## DESCRIPCIÓN

### FORMULACIÓN ADITIVA PARA ASFALTOS, MÉTODO DE OBTENCIÓN Y USO EN LA REGENERACIÓN DE FIRMES DE CARRETERA

5

#### CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a composiciones aditivas y métodos para la regeneración de asfaltos, y se engloba en el sector de la construcción y la obra civil, concretamente en el área de pavimentación y construcción de firmes de carreteras.

10

#### ESTADO DE LA TÉCNICA

La construcción sostenible de carreteras es en la actualidad no sólo una necesidad, sino también un deber inexcusable, y más cuando dicha construcción ofrece numerosas oportunidades para la reutilización de materiales, tanto generados por la propia obra como aportados desde el exterior.

15

Frente a la técnica de refuerzo de firmes, el reciclado y reutilización de los mismos se muestra como una alternativa muy ventajosa para reducir el impacto al medio de esta actividad. En este sentido, el reciclado de materiales o pavimentos asfálticos reciclables, conocidos en el campo de la técnica como RAP (del inglés *reclaimed asphalt pavements*), para la ejecución de nuevas capas no es una técnica novedosa, ya que se conoce desde hace casi 40 años, pero la aparición de maquinaria específica y la evolución de los sistemas constructivos, junto a una mayor preocupación por todos los temas relacionados con la sostenibilidad medioambiental, han contribuido a un gran crecimiento y desarrollo del reciclado de firmes. No obstante, esta práctica debe estimularse ya que en el año 2008 se producían anualmente 50 millones de toneladas de residuo RAP (EAPA, 2008: *Arguments to stimulate the government to promote asphalt resuse and recycling*).

20

25

Actualmente, el reciclado se puede aplicar a todos los materiales que constituyen las secciones del firme, empleando métodos muy diversos que llevarse a cabo in situ (tratando e incorporando el RAP directamente en el propio lugar del que se ha extraído previamente) o en planta (extrayendo el material a regenerar y llevándolo a una planta industrial localizada en otro punto para posteriormente reutilizar el RAP en el mismo lugar del que se extrajo o en otro proyecto); en frío, en templado o en caliente; y con

35

aportación o sin aportación de nuevo material granular. Los métodos de reutilización de RAP en templado y en caliente se emplean para producir nuevo asfalto, mientras que los métodos de reciclado en frío se llevan a cabo adicionando emulsiones, betunes o conglomerante hidráulico (cemento). Para la aplicación de todas estas técnicas, existe en el mercado gran variedad de maquinaria y plantas asfálticas provistas de los elementos necesarios para procesar debidamente el material a reciclar. Además de estos equipos específicos, en el reciclado de materiales también son de utilidad las máquinas fresadoras y los equipos móviles de machaqueo y clasificación.

10

En cuanto al reciclado de firmes mediante composiciones bituminosas en caliente (es decir, con calentamiento de los materiales hasta obtener una mezcla entorno a los 150-180 °C que permita la puesta en obra), cabe señalar que su aplicación está condicionada por el clima y la temperatura del medio, de tal forma que no es aconsejable ni ventajoso su empleo en invierno. Además, es un proceso costoso en la medida en que requiere el empleo de áridos vírgenes, y no se consigue reciclar más de un 15% del firme a regenerar (denominado comúnmente como RAP). También existen mezclas bituminosas semicalientes, cuya temperatura de fabricación se encuentra reducida con respecto a las calientes hasta una temperatura comprendida entre 125°C-130°C.

20

Por su parte, las mezclas bituminosas templadas (puesta en obra a una temperatura que ronda los 100°C, aunque puede ser menor, como 80°C) para la regeneración de firmes tratan de mejorar la técnica disminuyendo la temperatura de reutilización y reciclado del RAP (Miranda Pérez, L. (2012): Mezclas Asfálticas Templadas y Semicalientes (ponencia). Jornada Técnica Firmes de Carreteras. Sostenibilidad). Se emplean generalmente emulsiones (con agua) y tampoco son aconsejables en invierno, siendo su principal contratiempo que sólo permiten regenerar una parte del firme en cuestión sobre el que se aplica, requiriendo además la adaptación técnica y tecnológica de las plantas industriales donde se fabrica o utiliza (Vázquez Epifanio, J.M. (2012): Mezclas templadas: una apuesta de futuro hecha realidad (ponencia). I Jornada Técnica Nacional de Emulsiones Bituminosas. Emulsiones bituminosas: la técnica al servicio de la carretera. Organizado por CIESM-INTEVIA; Consejería de Obras Públicas y Vivienda y de la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (2012): Recomendaciones para la redacción de pliegos de especificaciones técnicas

25

30

35

para el uso de mezclas bituminosas a bajas temperaturas. Memoria técnica, 117 páginas).

El reciclado de asfaltos en frío (a temperatura ambiente) es, a día de hoy, el objeto de  
5 interés principal en el campo de la técnica por sus ventajas medioambientales, existiendo ya diversas alternativas y mejoras en cuanto a las mezclas bituminosas a emplear (García Santiago, J.L. (2012): Reciclado de firmes bituminosos con emulsión bituminosa (ponencia). I Jornada Técnica Nacional de Emulsiones Bituminosas. Emulsiones bituminosas: la técnica al servicio de la carretera. Organizado por CIESM-  
10 INTEVIA; Consejería de Obras Públicas y Vivienda y de la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (2012): Recomendaciones para la redacción de pliegos de especificaciones técnicas para el uso de mezclas bituminosas a bajas temperaturas. Memoria técnica, 117 páginas). Las composiciones o mezclas en frío que se conocen son emulsiones que siempre presentan un contenido en agua, de tal forma que en  
15 condiciones desfavorables puede llegar a descomponerse tras haber sido aplicado en el lugar de regeneración del firme con el que se mezcla, de tal forma que su aplicación está condicionada por las condiciones meteorológicas y estacionales. Además, requiere que pase un cierto tiempo de curado hasta que se cohesiona la mezcla y se produce la pérdida total del agua antes de que pueda permitirse el paso de tráfico  
20 rodado; el asfalto regenerado mediante estas mezclas en frío deben ser protegidas tras ser aplicadas mediante una banda de rodadura, ya que por sus características no se pueden emplear aún como tales. Un aspecto a tener en cuenta de la regeneración de RAP en frío es que este método exige una mayor cantidad de materiales (fresado y aditivos) que cuando se construye una vía con nuevo aglomerado en caliente para  
25 obtener una capa con la misma capacidad portante.

Desde esta perspectiva, se hace necesario investigar y conseguir un ligante o mezcla bituminosa lo suficientemente manejable durante la fase de mezclado, extensión y compactación en la reutilización y reciclado de RAP como para permitir una adecuada  
30 manipulación del aglomerado y rebajar la temperatura de trabajo (Potti, J.J. (2007): I+D+i en carreteras. IV Congreso Andaluz de Carreteras. Carreteras para el Siglo XXI: compromiso de calidad y servicio: 1359-1365).La presente invención, que es una composición bituminosa con las especificaciones que se describen a continuación y que se adiciona al asfalto para su regeneración, se muestra como una alternativa  
35 ventajosa en el reciclado de firmes de carretera, como también lo es su método de

fabricación y su modo de aplicación en frío.

### **DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INVENCION**

El primer objeto de la presente invención lo constituye una composición bituminosa que está diseñada para adicionarse a viejos asfaltos para su regeneración, y que  
5 funciona como un aditivo de regeneración de pavimentos asfálticos reciclables. Dicha composición comprende:

- un primer componente que es un betún o una mezcla de betunes en un porcentaje comprendido entre el 40% y el 80% en peso del total de composición; y
- 10 - un segundo componente que es una mezcla que contiene:
  - o un betún, en un porcentaje comprendido entre 5% y 20% del peso total de la mezcla del segundo componente, que consiste en hidrocarburos con un número de átomos de carbono igual o superior a 13, y que presenta un punto de ebullición igual o superior a los 490°C;
  - 15 o glicerina, en un porcentaje comprendido entre 5% y 10% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - o goma antioxidante, en un porcentaje igual o inferior a 1,50% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - o una mezcla de ácidos grasos, en un porcentaje comprendido entre 1% y  
20 30% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - o un éster metílico, en un porcentaje comprendido entre 1% y 30% del peso total de la mezcla del segundo componente; y
  - o resina de parafina, en un porcentaje comprendido entre 1% y 30% del peso total de la mezcla del segundo componente.

25

La composición bituminosa descrita está constituida por la fusión de ambos componentes, es decir, en la composición se encuentran los dos componentes fundidos entre sí, y es estable y líquida a temperatura ambiente. En general, un betún a temperatura ambiente suele aparecer en forma de bloque sólido, por lo que la  
30 presente composición bituminosa presenta grandes ventajas y oportunidades en el campo, por cuanto permite almacenarse en estado líquido previo a su utilización sin necesidad de presencia de calor para mantenerla en estado líquido, como ocurre con los betunes que se emplean de materia prima en este proceso. Así, la composición tal cual se ha descrito está ya lista para ser mezclada con el fresado del aglomerado  
35 constituyente de los distintos tipos de firme, como aditivo, en un proceso con rangos

de temperatura bajos (ver más adelante). Debe señalarse que, al ser una composición con un alto contenido en betún, presenta una viscosidad variable dependiendo de la temperatura. Así, se ha comprobado que la temperatura ambiente incide notablemente en la viscosidad del mismo, de tal forma que oscila entre 800 y 200 cps a temperaturas comprendidas entre 17°C y 30°C.

Esta composición no contiene agua, de ningún modo; es importante hacer mención a este hecho porque al no existir agua en su composición permite utilizarlo para la regeneración de firmes de carretera sin necesidad de esperar al curado del producto constituido por el antiguo firme reciclado y la composición bituminosa, como sucede con las mezclas en frío conocidas hasta ahora, que al ser emulsiones siempre contienen agua que condiciona sus propiedades y sus usos; de este modo, la apertura al tráfico del firme reciclado con la composición que aquí se describe es inmediata. Además, un aspecto o ventaja que debe destacarse como esencial en la composición descrita es que permite que el firme (RAP o fresado) resultante con el que se mezcla para su regeneración sirve directamente como banda de rodadura, mostrando capacidad portante suficiente para este fin por sí sola sin tener que ser recubierta por una capa adicional para ser protegida, como incluso exige la ley en varios países (entre ellos España) para la regeneración de carreteras con mezclas en frío. Generalmente, el RAP reciclado en frío que se emplea en regeneración de carreteras debe cubrirse con otra capa superior de protección como suele ser un aglomerado en caliente de 4 cm de espesor, o alternativamente *slurries*, pero siempre debe ser cubierto porque sus propiedades no son del todo adecuadas para actuar como banda de rodadura, contrariamente al RAP que se puede reciclar y regenerar con la composición bituminosa descrita.

El primer componente de la composición bituminosa puede ser sólo un betún, o alternativamente una mezcla de dos o más betunes. Los betunes que se emplean en la composición son comerciales, y la proporción con la que aparecen en la composición depende del tipo de betún utilizado y del tipo de fresado con el que va a mezclarse la composición, a fin de regenerarlo y volver a emplearlo. Los betunes comerciales que han mostrado resultados más interesantes y que por tanto son preferidos en la presente composición son los conocidos comercialmente como 15/25 y 50/70. La proporción del primer componente (uno o más betunes) oscila preferentemente entre 60% y 80% del peso total de la mezcla final, siendo

preferentemente del 70%.

Por su parte, el segundo componente puede estar comprendido en la composición bituminosa en un porcentaje comprendido entre el 20% y el 60% del peso total de la composición, sin necesidad de que ésta comprenda un tercer elemento. En el caso  
5 más preferido, el segundo componente está comprendido en un porcentaje del 30%, de tal forma que la composición bituminosa presenta una formulación preferida que consiste en 70% del primer componente y 30% del segundo. Este caso preferido en el que la composición bituminosa presenta una proporción entre el primer componente y el segundo de 70:30, es especialmente preferible para la regeneración de firmes y  
10 carreteras y para el empleo del RAP como banda de rodadura.

La mezcla que constituye el segundo componente de la composición bituminosa es de apariencia oscura (color negro), estable bajo condiciones normales y de consistencia líquida-oleosa, y tiene un punto de inflamabilidad inferior a 150°C. Esta mezcla es  
15 insoluble en agua.

El betún de este segundo componente o mezcla procede de la refinería del petróleo, y es concretamente un residuo complejo que procede de la destilación del petróleo a una temperatura igual o superior a los 490°C (su punto de ebullición). Más  
20 concretamente, es un residuo obtenible de la destilación (por ejemplo, en vacío) de otro residuo que a su vez procede de la destilación (por ejemplo, a presión atmosférica) del petróleo a temperaturas superiores a 490°C (914°F). Preferentemente, los hidrocarburos que constituyen el betún poseen un número de átomos de carbono igual o superior a 23, pudiendo ser más preferentemente aún igual  
25 o superior a 34, y dicho betún presenta preferentemente un punto de ebullición de al menos 495°C (923°F). El betún posee en este caso un número CAS (*Chemical Abstracts Service Registry Numbers*) como identificador único para sustancias químicas que es 64741-56-6. El betún no es una sustancia clasificada como peligrosa en el Anexo I de la Directiva 67/548/EEC, ni tampoco aparece en la lista del Anexo I de  
30 Regulación (EC) No. 689/2008 de Exportación e Importación de Productos Químicos Peligrosos. En un modo preferido, el betún de esta mezcla está contenido en un 15% del peso total del segundo componente.

Por su parte, la glicerina puede estar contenida preferiblemente en un 10% del peso  
35 total del segundo componente. También preferentemente, la goma antioxidante del

segundo componente es una p-fenilendiamina, y más preferiblemente aún N-1,3-dimetilbutil-N'-fenil-p-fenilendiamida, que puede estar contenida en un porcentaje de 1,25%. La mezcla de ácidos grasos, que posee un número CAS 61789-45-5, puede estar presente preferiblemente en un 20% del peso total de la mezcla del segundo  
 5 componente, mientras que el éster metílico puede estar contenido en un 10% y la resina parafínica en un 5%.

De esta forma, una realización preferida de la composición bituminosa comprende:

- el primer componente, que es un betún o una mezcla de betunes, en un  
 10 porcentaje comprendido entre el 40% y el 80% en peso del total de composición; y
- el segundo componente, que es una mezcla que contiene:
  - o el betún que consiste en hidrocarburos con un número de átomos de carbono igual o superior a 13, más preferentemente igual o superior a  
 15 23, y que presenta un punto de ebullición igual o superior a los 490°C, más preferentemente de al menos 495°C, en un porcentaje del 15% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - o la glicerina, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - o la goma antioxidante, que es N-1,3-dimetilbutil-N'-fenil-p-fenilendiamida, en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo  
 20 componente;
  - o la mezcla de ácidos grasos, en un porcentaje del 20% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - o el éster metílico, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla  
 25 del segundo componente; y
  - o la resina de parafina, en un porcentaje del 5% del peso total de la mezcla del segundo componente.

30 El segundo componente puede comprender adicionalmente (incluso hasta completar su formulación del 100%) uno o más aditivos adicionales comúnmente conocidos en el campo, u otros posibles que sean de interés. Entre estos aditivos no se encuentra el agua. De manera preferida, entre los aditivos que puede incorporar la composición bituminosa se encuentran los contenidos en las siguientes categorías: aditivos para  
 35 evitar la formación de surcos, aditivos para reducir y retrasar la aparición de la fatiga;



- aditivos para incrementar la resistencia a la rotura térmica; aditivos para la mejora de la resistencia a la formación de surcos a altas temperaturas; aditivos para la mejora de los valores de rigidez; aditivos ligantes o aglutinantes; aditivo para el relleno de huecos, para mejorar la estabilidad y que mejoran la unión entre elementos como
- 5 ligantes; aditivos que mejoran la resistencia a la tracción; aditivos oxidantes que incrementan la rigidez del asfalto una vez mezclado con él y extendido; aditivos antioxidantes que incrementan la vida media del producto; aditivos que mejoran la resistencia al agua, y cualquier combinación de los tipos de aditivos presentados.
- 10 Concretamente, de manera preferida, el o los aditivos que pueden incorporarse a la mezcla del segundo componente son seleccionados dentro del grupo que consiste en:
- un polímero elastómero del tipo estirénico que es *SBS* (estireno-butadieno-estireno, del inglés *styrene butadiene styrene*), para evitar la formación de surcos, retrasar y reducir la aparición de la fatiga e incrementar la resistencia a la
  - 15 rotura térmica;
  - caucho estireno-butadieno (*SBR*, del inglés *styrene butadiene rubber*), para evitar la formación de surcos, retrasar y reducir la aparición de la fatiga e incrementar la resistencia a la rotura térmica;
  - polietileno de baja densidad (*low density polyethylene* o *LDPE*), para la mejora
  - 20 de la resistencia a la formación de surcos a altas temperaturas;
  - un polímero termoplástico que es etilvinilacetato, en inglés *ethylene vinyl acetate* o *EVA*, para la mejora de la resistencia a la formación de surcos a alta temperatura;
  - un polímero termoplástico que es etileno-propileno, del inglés *EPMD* o *ethylene*
  - 25 *propylene*, para la mejora de la resistencia a la rotura térmica;
  - caucho de miga, conocida como *crumb rubber*, para evitar la formación de surcos, retrasar y reducir la aparición de la fatiga e incrementar la resistencia a la rotura térmica;
  - ácido polifosfórico (*PPVA*), para la mejora de la resistencia a las altas
  - 30 temperaturas;
  - azufre y/o lignina, como ligante o aglutinante;
  - cal, para rellenar huecos, incrementar la estabilidad y mejorar la unión entre componentes;
  - un compuesto seleccionado del grupo que consiste en lana mineral, fibra de
  - 35 vidrio y celulosa, que mejoran la resistencia a la tracción;

- sales de manganeso, que son aditivos oxidantes que incrementan la rigidez del asfalto una vez mezclado con él y extendido;
- plomo y/o calcio, como compuestos antioxidantes que mejoran la vida media del producto; y
- 5 · aminas, que mejoran la resistencia al agua.

La invención contempla que el segundo componente incorpore uno de estos aditivos, o cualquier combinación de ellos. Preferiblemente, cada uno de estos aditivos, cuando forman parte de la mezcla del segundo componente, puede estar contenido en la misma entre 0% y 15%, es decir hasta un máximo del 15% del peso total de la mezcla del segundo componente, y está más preferentemente contenido entre 1% y 15% del peso total de la mezcla del segundo componente.

En una realización preferida de la invención, de entre los aditivos adicionales antes expuestos la mezcla del segundo componente comprende: polímeros del tipo estireno-butadieno-estireno (SBS) y estireno-butadieno (SBR), aminas, ácido polifosfórico (PPVA), polietileno de baja densidad, sales de manganeso y etilvinilacetato.

En el caso más preferido de todos, la composición bituminosa objeto de protección presenta la siguiente formulación:

- el primer componente, que es un betún o una mezcla de betunes que son betunes comerciales seleccionados entre 15/25 y 50/70 (en el caso más preferido, es un betún y es betún comercial 50/70), en un 70% en peso del total de composición; y
- 25 - el segundo componente, en un porcentaje del 30% del peso total de la composición, que es una mezcla que contiene:
  - el betún que consiste en hidrocarburos con un número de átomos de carbono igual o superior a 13, más preferentemente igual o superior a 23, y que presenta un punto de ebullición igual o superior a los 490°C, siendo más preferentemente de al menos 495°C, en un porcentaje del 15% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - la glicerina, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - la goma antioxidante, que es N-1,3-dimetilbutil-N'-fenil-p-fenilendiamida, en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo

- componente;
- la mezcla de ácidos grasos, en un porcentaje del 20% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- el éster metílico, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla del segundo componente; y
- la resina de parafina, en un porcentaje del 5% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- el polímero estireno-butadieno-estireno (SBS) en un porcentaje del 5% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- el caucho estireno butadieno (SBR) en un porcentaje del 5% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- las aminas, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- el ácido polifosfórico (PPVA), en un porcentaje del 15% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- el polietileno de baja densidad (LDPE), en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- las sales de manganeso, en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente; y
- el etilvinilacetato, en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente.

Esta composición bituminosa, en cualquiera de las variantes presentadas, muestra condiciones favorables e idóneas para la regeneración de firmes de carreteras, vías, calles, etc., de tal forma que está diseñado para incorporarse al fresado o material asfáltico reciclable (conocido como RAP) extraído de una vía, mediante mezcla como un aditivo, y posteriormente volver a reutilizar dicho RAP en la vía, con propiedades mejoradas (ver Ejemplo 4). Dicho RAP reciclado y regenerado puede incluso ser utilizado gracias a la composición bituminosa que aquí se describe como banda de rodadura, sin necesidad de ser recubierto por capas adicionales. Además, gracias a esta composición bituminosa es posible regenerar una vía o carretera mediante RAP o fresado obteniendo una capa o envuelta con una capacidad portante similar a la de una capa fabricada con aglomerado en caliente de nueva generación.

De este modo, otro objeto de protección de esta invención está constituido por un material asfáltico reciclable (o RAP –*reclaimed asphalt pavement*-, también denominado fresado en esta memoria) que comprende como aditivo la composición bituminosa anteriormente descrita, y que es útil para la regeneración de vías y firmes de carretera. Preferentemente, la cantidad de composición bituminosa que contiene está comprendida entre 1% y 5% del peso total de RAP, más preferentemente entre 1% y 3% del peso total de RAP, y siendo más preferentemente aún de 1,4% del peso de RAP.

Se ha comprobado que si este RAP o material asfáltico reciclable extraído de una vía y mezclado con la composición bituminosa para volver a reintroducirlo en la misma vía presenta propiedades aún todavía más potenciadas en cuanto a su capacidad de regeneración y reutilización, por ejemplo en cuanto a la dureza adquirida inicial o la resistencia conservada, si dicho RAP que contiene la composición bituminosa comprende además un componente que es un aditivo de relleno para mejora de la resistencia conservada del producto. Preferentemente, este aditivo de relleno para mejora de la resistencia conservada es un aditivo mineral seleccionado entre cal y cemento, aunque son casos no limitativos de la invención (puede ser por ejemplo ceniza volante). Este aditivo actúa no sólo como cohesionador de la mezcla, sino que además absorbe la humedad, rellena los huecos y aporta rigidez al producto, y de manera global mejora la resistencia conservada de la mezcla. Así, si a la mezcla composición bituminosa-RAP se le añade dicho aditivo en una cantidad comprendida entre 1% y 5% del peso total de la mezcla, preferentemente 1%, las propiedades parecen ser idóneas y óptimas para regenerar la vía mediante dicha mezcla. Estos resultados aquí obtenidos están en la línea del estudio realizado por Reyes, O.J. y Rincón, J.F. (2009): Influencia de las características del relleno mineral en la resistencia de una mezcla asfáltica; Revista EIA, Número 11, p. 93-103.

Un tercer objeto de la presente invención consiste en un método de fabricación de la composición bituminosa antes descrita, en cualquiera de sus variantes, que comprende la etapa de:

- mezclar el primer componente con el segundo componente a una temperatura comprendida entre 110°C y 150°C incluidos ambos límites.

La temperatura de mezcla va a depender del betún o betunes del primer componente a utilizar, aunque la temperatura descrita es la más adecuada por cuanto se garantiza que el betún o betunes del primer componente se encuentren en estado líquido cuando se desea mezclar con el segundo componente, facilitando su manejo sin incrementos ni gastos energéticos innecesarios. En el caso más preferido, la temperatura de mezcla de los dos componentes es de 120°C, por debajo de la cual el betún tiende a solidificarse. La mezcla puede realizarse mediante agitador manual o industrial, sin ser este aspecto determinante para las propiedades del producto final bituminoso obtenido. Lo mismo ocurre con las revoluciones a las que se mezclan los componentes.

En una realización particular, el primer componente que es uno o más betunes se encuentra ya en forma líquida (en caliente, contenido en una cisterna que mantiene la temperatura adecuada); en caso de que este betún o mezcla de betunes tenga una temperatura para licuarse mayor que la necesaria en el proceso, entonces es necesario dejar que el primer componente líquido pierda temperatura, por ejemplo dejándolo enfriar, hasta que alcance la temperatura requerida para la mezcla con el segundo componente. En otra realización alternativa, el primer componente puede estar en estado sólido (un bloque en frío) antes de la mezcla con el segundo componente; en este caso, es necesario incluir una etapa de calentamiento del betún o mezcla de betunes hasta fundirlo, antes de proceder al mezclado con el segundo componente.

El segundo componente puede estar ya mezclado y listo de acuerdo con las formulaciones anteriormente descritas en esta memoria, de tal forma que se mezcla con el primer componente. En otra alternativa, es posible fabricar este segundo componente previamente a su mezcla con el primero, de tal forma que el método puede incluir una etapa previa para preparar el segundo componente, mediante mezcla de sus elementos constituyentes, in situ, es decir donde se va a mezclar con el primero para fabricar la composición bituminosa.

Una vez realizada la mezcla, la composición bituminosa es estable a temperatura ambiente. De este modo, tras el proceso de fabricación puede almacenarse en bidones, depósitos... previo a su utilización o comercialización, sin necesidad de

presencia de calor para mantenerla en estado líquido, como ocurre con los betunes que se emplean de materia prima en este proceso.

Otro objeto de la presente invención está constituido por el uso de la composición bituminosa para la regeneración de asfaltos y firmes, o lo que es lo mismo, un método para regenerar asfaltos y firmes que comprende mezclar la composición bituminosa con un material asfáltico reciclable (RAP), también denominado como fresado en el campo técnico, en frío, antes de extender la mezcla en el espacio donde se desea regenerar el firme, ya sea la misma vía de donde se extrajo el RAP u otra diferente.

10

Por “mezcla en frío” debe entenderse a una temperatura comprendida entre 0°C y 60°C; se denomina en frío por la significativa diferencia de temperatura de este proceso con las mezclas en templado y en caliente. En un caso más preferido, la mezcla de la composición bituminosa y el RAP se lleva a cabo a temperatura ambiente, entendiéndose como temperatura ambiente aquella que oscila entre 25°C y 30°C, incluidos ambos límites. Éste es uno de los aspectos más destacables de este método de regeneración de firmes mediante la composición bituminosa objeto de protección de esta patente, ya que por un lado, en contraposición con otros materiales y métodos de reciclado de RAP, no es necesario precalentar el aditivo de regeneración porque a temperatura ambiente se mantiene estable y licuado de tal forma que es manejable recalentar el RAP porque está líquido, y por otro se lleva a cabo sin necesidad de recalentar el RAP. De este modo, se puede afirmar que su uso garantiza una sostenibilidad medioambiental nunca alcanzada en el sector gracias a que puede emplearse en frío, sin requerir el calentamiento previo del RAP antes de la mezcla y vertido o sin calentamiento de la propia composición bituminosa para que sea manejable, pasos obligatorios en los procesos de mezcla en templado y en caliente debido al uso de betunes. Además, este método permite reutilizar el 100 % del fresado del firme antiguo (que es además considerado residuo, según las zonas/países), resultado que no puede alcanzarse con otros métodos conocidos, como las mezclas a temperatura templada.

25

30

La mezcla composición-RAP que se va a emplear en la regeneración de firmes se obtiene mediante mezcla del RAP con una cantidad de composición bituminosa comprendida preferentemente entre 1% y 5% del peso total de RAP, más

preferentemente con una cantidad comprendida entre 1% y 3% del peso total de RAP, y más preferentemente aún una cantidad del 1,4% del peso total de RAP.

Se ha comprobado que en un caso particular la envuelta obtenida a partir de la mezcla  
5 RAP-composición bituminosa se optimiza cuando el RAP o fresado presenta una humedad previa comprendida entre el 1% y el 10%, estando comprendida más preferentemente entre el 2% y el 3%.

Además, el proceso puede comprender en el caso más preferido una etapa de adición  
10 de un aditivo de relleno para la mejora de la resistencia conservada del material, tal como se ha definido anteriormente. Este aditivo de relleno es preferentemente seleccionado entre cal y cemento, aunque puede ser otro válido para este caso como ceniza volante. Este elemento debe añadirse en un porcentaje comprendido entre 1% y 5% del peso total, aunque es preferentemente 1%. De este modo, el producto  
15 obtenido y que se va a emplear en la regeneración de la vía o firme presenta propiedades todavía aún más potenciadas para el interés buscado (ver Ejemplo 3). Si se añade este aditivo, el método de regeneración de firmes comprende primero mezclar el RAP con este aditivo de mejora de la resistencia conservada, y seguidamente añadir a la mezcla en segundo lugar la composición bituminosa objeto  
20 de interés.

Al tratarse de una tecnología en frío (es decir, a temperaturas como las descritas anteriormente y muy por debajo de las mezclas templadas y calientes) y gracias a las  
25 propiedades de la composición bituminosa (que no lleva agua), su utilización y la regeneración de firmes no se limita a los meses estivales, como viene siendo el proceder habitual en lo referente a la construcción y reciclado de carreteras en la actualidad, por las limitaciones propias de las tecnologías existentes, sino que puede ser aplicado en cualquier época del año. De hecho, el rango de temperatura de utilización de la composición cuando se va a mezclar con el fresado, en cualquiera de  
30 los casos expuestos, es amplio, no mostrando cambios apreciables entre -50°C y 80°C.

Además, tanto la fabricación de la composición bituminosa como su aplicación en el  
35 proceso de regeneración de asfaltos se puede llevar a cabo haciendo uso de la maquinaria existente, es decir sin ninguna maquinaria específica, lo que no hace

necesaria una gran inversión en infraestructuras y maquinaria. Así, el proceso de fabricación se puede realizar in situ o ex situ, concretamente: en plantas continuas de fabricación de aglomerado en caliente, sin precisar el encendido de los calentadores; plantas discontinuas de fabricación de aglomerado en caliente; plantas de fabricación de aglomerado en frío; plantas de fabricación de hormigón; plantas móviles continuas o discontinuas para realizar el mezclado in situ, maquinaria recicladora para realizar reciclados in situ y, en general, cualquier maquinaria fabricada para este fin. De este modo, el uso de la composición bituminosa para reutilizar y reciclar RAP, y el método de regeneración de firmes y vías permite regenerar la misma vía de la que se extrae el RAP, o utilizar la mezcla preparada para una vía diferente.

La composición bituminosa objeto de la presente invención está diseñada para utilizarse como producto aditivo en la regeneración de asfaltos y firmes de carretera, que ofrece la posibilidad de conseguir recuperar el antiguo aglomerado, fresado (RAP) constituyente de las carreteras y calles, devolviéndole sus propiedades mecánicas mediante un método ambientalmente sostenible que permite la reutilización de sus componentes. Incluso este método comprende regenerar el firme de tal forma que la mezcla de RAP-composición bituminosa en cualquiera de sus variantes se utilice como banda de rodadura. En este caso, el método de regeneración de firmes comprende una etapa final en la que una vez extendida la mezcla de composición bituminosa-RAP, dicha mezcla se somete a riego superficial para evitar la pérdida de árido fino, como es habitual en el campo del reciclado en frío de carreteras. Para ello, puede emplearse cualquier composición conocida en este área de trabajo, como puede ser preferentemente la composición bituminosa de tratamiento superficial TL2000, según se describe en la patente US 7,041,717 B2, aunque también puede ser la emulsión tipo ECL1 o similar.

En definitiva, la invención cubre así no sólo la composición bituminosa descrita y su método de obtención, junto a un RAP que comprende dicha composición como aditivo y que va a ser empleado en la regeneración de asfaltos, sino además un método de uso (aplicación) de la composición bituminosa descrita para regenerar firmes de carretera y asfaltos. Dicho método comprende mezclar dicha composición con el fresado proveniente de la carretera, calle o acopio (RAP), que es levantado y extraído del lugar de origen. La cantidad a utilizar depende de las características del fresado a regenerar (betún residual, granulometría de los áridos constituyentes del mismo...), y



oscila como se ha dicho en una proporción variable entre el 1% y el 5% en peso de composición bituminosa con respecto a dicho fresado. En particular, para regeneración de firmes de carretera, la cantidad de composición bituminosa está comprendida preferentemente entre 1% y 3% en peso del total de fresado, siendo más preferible del 1,4% en peso del total de fresado (RAP).

Este proceso de regeneración puede llevarse a cabo in situ, es decir en el propio lugar del que se levanta y extrae el fresado (normalmente en el caso de regeneración de firmes de carretera), o al menos en el propio lugar en el que va a aplicarse el fresado regenerado, o ex situ, es decir en cualquier planta diseñada para tal fin a la cual se transporta el firme levantado para su mezcla con la composición objeto de interés (en estos casos, la mezcla composición bituminosa-RAP puede ser almacenada hasta su uso, por ejemplo en bidones). Este último caso puede ser más recomendable cuando se desea preparar una mezcla de composición y RAP que se va a almacenar para usar a demanda en el bacheo de vías.

### **DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

**FIGURA 1.** Imagen de comparación de una vía o firme de carretera regenerada mediante reciclado en frío sin banda de rodadura (1a) y una vía regenerada y recuperada con la composición bituminosa del Ejemplo 2 según se usa en el Ejemplo 4 (1b).

### **EJEMPLOS**

**Ejemplo 1.** Preparación de una composición bituminosa para la regeneración de firmes de carretera de acuerdo con la presente invención.

En este caso, se preparó una composición bituminosa de formulación 70:30, que presenta el 70% del primer componente y el 30% del segundo. El betún empleado como primer componente es un betún comercial 50/70, que se encontraba en estado líquido y el cual se mezcló con el segundo componente de siguiente formulación a una temperatura de 120°C:

- betún que consiste en hidrocarburos con un número de átomos de carbono superior a 23 y que presenta un punto de ebullición superior a los 495°C, en un porcentaje del 15% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- glicerina, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla del

- segundo componente;
- goma antioxidante, que es N-1,3-dimetilbutil-N'-fenil-p-fenilendiamida, en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- 5
- mezcla de ácidos grasos, en un porcentaje del 20% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - éster metílico, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla del segundo componente; y
  - resina de parafina, en un porcentaje del 5% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- 10
- polímero estireno-butadieno-estireno (SBS) en un porcentaje del 5% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - caucho estireno butadieno (SBR) en un porcentaje del 5% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- 15
- aminas, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - ácido polifosfórico (PPVA), en un porcentaje del 15% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - polietileno de baja densidad (LDPE), en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- 20
- sales de manganeso, en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente; y
  - etilvinilacetato, en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente.

25

Una vez obtenida la composición bituminosa, se procedió a su mezcla con RAP o fresado extraído de una vía, en una cantidad de composición de 1,4% del peso total de RAP. La mezcla con el RAP se realizó a una temperatura de 30°C en una planta de aglomerado en caliente, sin necesidad de encender los quemadores porque no es necesario calentar ni el RAP ni la composición bituminosa, en tongadas de  $\pm 3$  Tm. Para optimizar la envuelta, el fresado o RAP se modificó previamente a la mezcla para que presentara un grado de humedad comprendido entre 2% y 3%.

30

**Ejemplo 2. Preparación de una composición bituminosa regeneradora de firmes de carretera de acuerdo con la presente invención, para bacheo de vías.**

35

En este caso, se preparó una composición bituminosa de formulación 50:50, que presenta el 50% de cada uno de los dos componentes descritos en esta memoria. El betún empleado es también en este caso un betún 50/70, que se encontraba en estado líquido y el cual se mezcló con el segundo componente de siguiente formulación a una temperatura de 120°C:

- 5                   ○ betún que consiste en hidrocarburos con un número de átomos de carbono superior a 23 y que presenta un punto de ebullición superior a los 495°C, en un porcentaje del 15% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- 10                  ○ glicerina, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- goma antioxidante, que es N-1,3-dimetilbutil-N'-fenil-p-fenilendiamida, en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- 15                  ○ mezcla de ácidos grasos, en un porcentaje del 20% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- éster metílico, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla del segundo componente; y
- resina de parafina, en un porcentaje del 5% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- 20                  ○ polímero estireno-butadieno-estireno (SBS) en un porcentaje del 5% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- caucho estireno butadieno (SBR) en un porcentaje del 5% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- 25                  ○ aminas, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- ácido polifosfórico (PPVA), en un porcentaje del 15% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- polietileno de baja densidad (LDPE), en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- 30                  ○ sales de manganeso, en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente; y
- etilvinilacetato, en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente.

35

Una vez obtenida la composición bituminosa, se procedió a su mezcla con RAP o fresado extraído de una vía, en una cantidad del 3% del peso total del RAP. La mezcla se realizó a una temperatura de 30°C en planta, aunque también podría haberse llevado a cabo en hormigonera. Tras la mezcla, se envasó en bidones para emplearlos a demanda, ya que las propiedades de la mezcla así lo permiten.

**Ejemplo 3. Análisis de laboratorio de las composiciones bituminosas objeto de protección para regeneración de material fresado o RAP.**

Un objeto de interés fue analizar en laboratorio el efecto en las propiedades de la mezcla de la composición bituminosa con el fresado o RAP, así como el efecto al añadir componentes aditivos de mejora de conservación de la resistencia. Así, en primer lugar, se analizaron las propiedades de la mezcla composición-RAP obtenida de acuerdo con el Ejemplo 1 de la presente invención, para posteriormente analizar diferentes alternativas: una mezcla compuesta por composición bituminosa, RAP y además 1% de cal, por un lado, y una mezcla composición bituminosa y RAP y añadiendo 1% de cemento a la misma. El curado de las probetas empleadas para el estudio de laboratorio se realizó a la intemperie y a temperatura ambiente.

Tabla 1. Propiedades de la mezcla de reciclado de RAP con la composición bituminosa descrita en el Ejemplo 1

EDAD	MEZCLA DE RECICLADO (1,4% DE COMPOSICIÓN BITUMINOSA)			
	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	ENSAYO DE INMERSIÓN COMPRESIÓN		
		RCS (MPa) (SECAS)	RCS (MPa) (HUM.)	IRC (%)
7 DÍAS	2,25	1,9	1,1	60,0
15 DÍAS	2,25	2,1	1,4	64,5
30 DÍAS	2,26	2,3	1,5	65,2

Tabla 2. Estudio comparativo entre la mezcla de reciclado de RAP con la composición bituminosa descrita en el Ejemplo 1, y la misma mezcla con 1% de cemento

EDAD	MEZCLA DE RECICLADO (1,4% DE COMPOSICIÓN BITUMINOSA) Y 1% DE CEMENTO	
	DENSIDAD	ENSAYO DE INMERSIÓN COMPRESIÓN

	(g/cm <sup>3</sup> )	RCS (MPa) (SECAS)	RCS (MPa) (HUM.)	IRC (%)
7 DÍAS	2,21	2,1	2,1	100
15 DÍAS	2,20	2,3	1,9	82,6
30 DÍAS	2,21	2,4	2,3	95,8
60 DÍAS	2,21	2,5	2,3	92,0

Tabla 3. Estudio comparativo entre la mezcla de reciclado de RAP con la composición bituminosa descrita en el Ejemplo 1, y la misma mezcla con 1% de cal

EDAD	MEZCLA DE RECICLADO (1,4% DE COMPOSICIÓN BITUMINOSA) Y 1% DE CAL			
	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	ENSAYO DE INMERSIÓN COMPRESIÓN		
		RCS (MPa) (SECAS)	RCS (MPa) (HUM.)	IRC (%)
7 DÍAS	-	-	-	-
15 DÍAS	2,19	2,5	2,5	100
30 DÍAS	2,19	2,7	3,0	111
60 DÍAS	-	-	-	-

- 5 Estos resultados confirmaron la posibilidad de incorporar elementos minerales como cal y cemento, que incrementan la dureza de la mezcla formada por el fresado extraído de una vía y la composición bituminosa que se añade para su regeneración e incorporación a la vía, principalmente mejoran la resistencia conservada del producto.
- 10 **Ejemplo 4.** Uso de la composición bituminosa definida en el Ejemplo 1 para la regeneración de un firme de carretera: carretera TO1927.

La carretera TO1927 es una carretera perteneciente a la Diputación de Toledo, donde se ha realizado un estudio piloto para la regeneración del firme deteriorado. Se realizaron varios trabajos de fresado/reposición del firme con la composición bituminosa tal cual se describe en el Ejemplo 1 en uno de los sentidos de la vía, y con aglomerado en caliente en el otro sentido, siendo el tramo de 1 km. Se fresaron 6 cm de firme, se trasladó el mismo a una planta y se mezcló del 100% con la composición bituminosa con una proporción del 1,4% en peso de la composición, desechando únicamente lo que pasaba por la criba de 25. Se volvió a llevar la mezcla a obra,

extendiendo el fresado mezclado con la composición a temperatura ambiente (unos 30°C) y compactándolo con un rulo y con compactador neumático como cualquier mezcla bituminosa caliente convencional.

- 5 Para evitar la pérdida de árido fino, se realizó un riego con un producto de tratamiento superficial conocido como TL2000, en una cantidad de 400 gramos por metro cuadrado de pista. Este último se mostró claramente más eficaz al funcionar como capa de rodadura sin ningún tipo de recubrimiento de protección que sería obligada en caso de utilizar los productos tradicionales de reciclado en frío de firmes, y  
10 presentando un aspecto favorable tras 12 meses de su puesta en servicio.

Se analizaron las características físicas y mecánicas del firme regenerado un año después de su aplicación. Se realizó una inspección visual de las características superficiales de la capa de rodadura ejecutada con la composición, así como una  
15 extracción en probetas testigo para los ensayos de laboratorio.

Un año después, se extrajeron 10 probetas testigo de 100 mm de diámetro, 3 para analizar parámetros Marshall, 6 para sensibilidad al agua y 1 en deformación en pista de laboratorio. Los ensayos para determinar las características físicas y mecánicas  
20 que presentaba la capa bituminosa fueron:

- NLT 159/200. Determinación de los parámetros Marshall.
- UNE-EN 12697-12:2009 Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 12: Determinación de la sensibilidad al agua de las probetas de mezcla bituminosa.
- 25 - UNE-EN 12697-22:2008+A1:2008. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 22: Ensayo de rodadura.
- UNE-EN 12697-26:2012 ANEXO C. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 26: Rigidez.

30 Inspección visual

Superficialmente la capa de rodadura ejecutada con la mezcla no presentó patologías como pérdida de áridos, pérdida de mástic, fisuras, roderas o baches. El aspecto de la capa es muy similar a la de cualquier mezcla bituminosa en caliente tipo hormigón asfáltico.

35 Ensayos de laboratorio

- Parámetros Marshall
  - Densidad aparente (g/cm<sup>3</sup>): 2.337
  - Estabilidad Marshall (KN): 7.9
  - Deformación Marshall: 3.2
- 5 · Sensibilidad al agua:
  - Resistencia a tracción indirecta (ITS) (Kpa):
    - Probetas húmedas: 1684.5
    - Probetas secas: 1904.0
  - Relación de resistencia a la tracción indirecta (%): 88.5
- 10 · Ensayo de rodadura
  - WTS aire (mm/103): 0.088
  - PRD aire (%): 5.070
  - RD (mm): 3.043
- Módulos de rigidez
- 15
  - Módulo de rigidez (Mpa): 4021.25
  - Módulo de rigidez 0.60 (Mpa): 4004.02

La densidad Marshall obtenida es muy similar a la de las mezclas en caliente con este árido, pero sin necesidad de emplear temperaturas tan altas ni con un consumo excesivo de energía calorífica. En cuanto a la estabilidad Marshall, el valor obtenido es inferior a los habituales de las mezclas bituminosas en caliente (MBC); no obstante a ello, no hay que olvidar los dos criterios a tener en cuenta para todos los ensayos realizados:

- Son ensayos sobre probetas testigo. Los ensayos habituales sobre las MBC se realizan con probetas preparadas en el laboratorio y por tanto con mejores condiciones de fabricación que los testigos.
- Son ensayos a una determinada edad, por lo que este parámetro puede seguir subiendo en el tiempo.

La deformación Marshall obtenida es muy similar a la de las mezclas en caliente. Las resistencias a tracción indirecta obtenidas son muy similares a las de las mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso AC S, por lo tanto aunque la estabilidad Marshall sea algo inferior, la capacidad soporte de la mezcla estimada con el ensayo de tracción indirecta nos indica que es similar a las MBC, aunque comparativamente en caliente son más costosas, a nivel energético y de materia prima

(se emplean áridos vírgenes), y es un valor no conseguido hasta ahora con reciclado de firme en frío o en templado.

El PG-3 solicita, en el apartado 542.5.1.4 de Sensibilidad al agua: *En cualquier circunstancia se comprobará la adhesividad árido-ligante mediante la caracterización de la acción del agua. Para ello, la resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión, realizado a quince grados Celsius (15 °C), según la UNE-EN 12697-12, tendrá un valor mínimo del ochenta por ciento (80%) para capas de base e intermedia, y del ochenta y cinco por ciento (85%) para capas de rodadura.* El resultado obtenido de 88.5 % supera los valores mínimos solicitados por el PG-3 para el empleo de las mezclas tipo hormigón bituminoso (Artículo 542) para capas de rodadura.

Según el ensayo de rodadura, el firme regenerado con la composición bituminosa puede emplearse como capa de rodadura para:

- Hasta tráfico T3 para todas las zonas.
- Hasta tráfico T2 para las zonas media y templada.
- Para todos los tráficos en zona templada.

Respecto a la rigidez, los resultados obtenidos acorde a la norma UNE-EN-12697-26, Anexo C en las diferentes probetas testigo ensayadas a 20°C están recogidos en la siguiente Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de rigidez de acuerdo con la norma UNE-EN-12697-26, anexo C.

	DENSIDAD SSD (Mg/m <sup>3</sup> )	MÓDULO DE RIGIDEZ (MPa)	MÓDULO DE RIGIDEZ 0,60 (MPa)
Testigo 1	2,339	3,741.929	3,748.761
Testigo 2	2,339	4,109.927	4,110.255
Testigo 3	2,300	4,151.891	4,153.051
Media	2,326.00	4,001.25	4,004.02
Desviación	22.51	225.55	222.10
CV	0.0097	0.0564	0.0555

25



**REIVINDICACIONES**

1. Una composición bituminosa regeneradora de firmes de carretera, caracterizada por que comprende:

- 5       - un primer componente que es un betún o una mezcla de betunes en un porcentaje comprendido entre el 40% y el 80% en peso del total de composición; y
- un segundo componente que es una mezcla que contiene:
  - 10       ○ un betún, en un porcentaje comprendido entre 5% y 20% del peso total de la mezcla del segundo componente, que consiste en hidrocarburos con un número de átomos de carbono igual o superior a 13 y que presenta un punto de ebullición igual o superior a 490°C;
  - glicerina, en un porcentaje comprendido entre 5% y 10% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - 15       ○ goma antioxidante, en un porcentaje igual o inferior a 1,50% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - una mezcla de ácidos grasos, en un porcentaje comprendido entre 1% y 30% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - un éster metílico, en un porcentaje comprendido entre 1% y 30% del peso total de la mezcla del segundo componente; y
  - 20       ○ resina de parafina, en un porcentaje comprendido entre 1% y 30% del peso total de la mezcla del segundo componente.

2. La composición bituminosa de la reivindicación anterior, el segundo componente está contenido en un porcentaje comprendido entre 20% y 60% en peso del total de la composición.

3. La composición bituminosa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, donde el primer componente está contenido en un 70% del peso total de la composición y el segundo componente en un 30% del peso total de la composición.

4. La composición bituminosa según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde donde el betún o betunes del primer componente son comerciales del tipo 15/25 ó del tipo 50/70.

35

5. La composición bituminosa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde el betún de la mezcla del segundo componente es un residuo obtenible de la destilación en vacío de un residuo que a su vez procede de la destilación a presión atmosférica del petróleo a temperaturas superiores a 490°C.

5

6. La composición bituminosa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde los hidrocarburos del betún del segundo componente poseen un número de átomos de carbono igual o superior a 23, y dicho betún presenta un punto de ebullición de al menos 490°C.

10

7. La composición bituminosa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende:

- el primer componente, que es un betún o una mezcla de betunes, en un porcentaje comprendido entre el 40% y el 80% en peso del total de composición; y
- el segundo componente, que es una mezcla que contiene:
  - o el betún que consiste en hidrocarburos con un número de átomos de carbono igual o superior a 23 y que presenta un punto de ebullición igual o superior a los 490°C, en un porcentaje del 15% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - o la glicerina, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - o la goma antioxidante, que es N-1,3-dimetilbutil-N'-fenil-p-fenilendiamida, en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - o la mezcla de ácidos grasos, en un porcentaje del 20% del peso total de la mezcla del segundo componente;
  - o el éster metílico, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla del segundo componente; y
  - o la resina de parafina, en un porcentaje del 5% del peso total de la mezcla del segundo componente.

15

20

25

30

35

8. La composición bituminosa según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde la mezcla del segundo componente comprende uno o más aditivos adicionales seleccionados del grupo que consiste en:

- un polímero elastómero del tipo estirénico que es *SBS*, para evitar la formación de surcos, retrasar y reducir la aparición de la fatiga e incrementar la resistencia a la rotura térmica;
  - caucho estireno-butadieno, para evitar la formación de surcos, retrasar y reducir la aparición de la fatiga e incrementar la resistencia a la rotura térmica;
  - polietileno de baja densidad, para la mejora de la resistencia a la formación de surcos a altas temperaturas;
  - un polímero termoplástico que es etilvinilacetato, para la mejora de la resistencia a la formación de surcos a alta temperatura;
  - un polímero termoplástico que es etileno-propileno, para la mejora de la resistencia a la rotura térmica;
  - caucho de miga, para evitar la formación de surcos, retrasar y reducir la aparición de la fatiga e incrementar la resistencia a la rotura térmica;
  - ácido polifosfórico, para la mejora de la resistencia a las altas temperaturas;
  - azufre y/o lignina, como ligante o aglutinante;
  - cal, para rellenar huecos, incrementar la estabilidad y mejorar la unión entre componentes;
  - un compuesto seleccionado del grupo que consiste en lana mineral, fibra de vidrio y celulosa, que mejoran la resistencia a la tracción;
  - sales de manganeso, que son aditivos oxidantes que incrementan la rigidez del asfalto una vez mezclado con él y extendido;
  - plomo y/o calcio, como compuestos antioxidantes que mejoran la vida media del producto; y
  - aminas, que mejoran la resistencia al agua,
- 25 y cualquier combinación de los mismos.

9. La composición bituminosa según la reivindicación anterior, que presenta la siguiente formulación:

- el primer componente, que es un betún 50/70, en un 70% en peso del total de composición; y
- el segundo componente, en un porcentaje del 30% del peso total de la composición, que es una mezcla que contiene:
  - o el betún que consiste en hidrocarburos con un número de átomos de carbono igual o superior a 23 y que presenta un punto de ebullición igual o superior a los 490°C, en un porcentaje del 15% del peso total de

- la mezcla del segundo componente;
- la glicerina, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- la goma antioxidante, que es N-1,3-dimetilbutil-N'-fenil-p-fenilendiamida, en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- la mezcla de ácidos grasos, en un porcentaje del 20% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- el éster metílico, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla del segundo componente; y
- la resina de parafina, en un porcentaje del 5% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- el polímero estireno-butadieno-estireno en un porcentaje del 5% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- el caucho estireno butadieno en un porcentaje del 5% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- las aminas, en un porcentaje del 10% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- el ácido polifosfórico, en un porcentaje del 15% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- el polietileno de baja densidad, en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente;
- las sales de manganeso, en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente; y
- el etilvinilacetato, en un porcentaje del 1,25% del peso total de la mezcla del segundo componente.

10. Un método de fabricación de la composición definida en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que comprende la etapa de:

- mezclar el primer componente con el segundo componente a una temperatura comprendida entre 110°C y 150°C incluidos ambos límites.

11. Un material asfáltico reciclable (RAP) que comprende como aditivo la composición bituminosa descrita en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 en una cantidad comprendida entre 1% y 5% del peso total de material asfáltico reciclable.

12. El material asfáltico reciclable según la reivindicación anterior, que comprende además un aditivo de relleno para mejora de la resistencia conservada del material, seleccionado entre cal y cemento, en una cantidad comprendida entre 1% y 5% del peso total.
- 5
13. Uso de la composición bituminosa descrita en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 como aditivo regenerador de asfaltos y firmes de carretera.
- 10
14. El uso según la reivindicación anterior, que comprende mezclar la composición bituminosa con un material asfáltico reciclable que es un fresado previamente extraído y levantado de una vía, en una cantidad de composición bituminosa comprendida entre 1% y 5% del peso total de mezcla y a una temperatura comprendida entre 0°C y 60°C, para posteriormente extender la mezcla en la misma vía o en una vía diferente.
- 15
15. El uso según una cualquiera de las reivindicaciones 13 ó 14, que comprende mezclar el fresado previamente extraído y levantado de una vía con un aditivo de relleno para mejora de la resistencia conservada, seleccionado entre cal y cemento, en una cantidad comprendida entre 1% y 5% del peso total, previamente a la mezcla del material fresado con el aditivo que es la composición bituminosa.
- 20
16. El uso según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, donde la mezcla de material asfáltico y composición bituminosa se emplea como capa de rodadura en una vía a regenerar.



1a



1b

**FIG. 1**



- ②① N.º solicitud: 201431327  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 15.09.2014  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **C08L95/00** (2006.01)  
**C09D195/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 2192158 A1 (COLAS SA) 02.06.2010, reivindicaciones 1-6; párrafos 1,19,32,41.	1-16
A	US 2013295394 A1 (HONG KEITH C et al.) 07.11.2013, reivindicaciones 39,40,44,46,84,94; párrafos 3,17,70.	1-16
A	US 2014130712 A1 (DAVIS MICHAEL JOHN et al.) 15.05.2014, reivindicaciones 1-7; párrafos 34,39,40,104,105.	1-16
A	US 6013681 A (ASAMORI KATSUHIKO et al.) 11.01.2000, reivindicaciones 1-6.	1-16

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
06.05.2015

Examinador  
N. Martín Laso

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C09D, C08L

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, BD-TXT, CAS.



Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 06.05.2015

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-16	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-16	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	EP 2192158 A1 (COLAS SA)	02.06.2010
D02	US 2013295394 A1 (HONG KEITH C et al.)	07.11.2013
D03	US 2014130712 A1 (DAVIS MICHAEL JOHN et al.)	15.05.2014
D04	US 6013681 A (ASAMORI KATSUHIKO et al.)	11.01.2000

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

La solicitud se refiere a una composición bituminosa que comprende betún, glicerina, una goma antioxidante, una mezcla de ácidos grasos, un éster metílico y una resina parafínica; a un método de preparación de dicha composición; a materiales asfálticos que contiene dicha composición bituminosa y a su uso en la regeneración de asfaltos y firmes de carreteras.

El documento D01 divulga un ligante bituminoso reparador de firmes de carreteras formado por un betún al que se le añade una mezcla de aditivos formada por glicerol, un éster alquílico de ácidos grasos y brea de taloil. Las composiciones pueden incorporar también polímeros de distintos tipos como pueden ser polímeros de estireno (párrafos 1, 19, 32 y 41; reivindicaciones 1-6).

El documento D02 divulga una composición bituminosa formada por un betún, un aceite vegetal o animal y un poliol como puede ser glicerol. Las composiciones pueden incorporar además distintos aditivos modificadores como pueden ser ácidos grasos o distintos polímeros como poliácrilatos o copolímeros de estireno. La composición puede ser utilizada para el mantenimiento de tejados o firmes de carreteras (reivindicaciones 39, 40, 44, 46, 84 y 94; párrafos 3, 17 y 70).

El documento D03 divulga composiciones asfálticas aptas para la reparación de firmes de carreteras que incorporan composiciones bituminosas reciclables formadas por betún y glicerol. Las composiciones pueden incorporar también polímeros de un grado determinado para mejorar la plasticidad. El glicerol se encuentra en las composiciones en un 1 a 4 % del total de peso de los aglutinantes (reivindicaciones 1-7; párrafos 34, 39, 40, 104 y 105).

Ninguno de dichos documentos, considerados los más cercanos en el estado de la técnica, divulgan ni dirigen al experto en la materia hacia una composición bituminosa que incorpore como aditivos una mezcla de glicerina, una goma antioxidante, ácidos grasos, un éster metílico y una resina parafínica y en la que dichos componentes se encuentren en la composición en los porcentajes definidos en la reivindicación 1 de la solicitud, lo que conduce a una composición bituminosa de una determinada plasticidad y que puede ser manipulada a temperatura ambiente sin necesidad de calentamiento para ser utilizada en procesos de regeneración de firmes de carretera.

Por lo tanto, la invención definida en las reivindicaciones 1-16 de la solicitud es nueva y posee actividad inventiva (Art. 6.1 y 8.1 LP 11/1986).