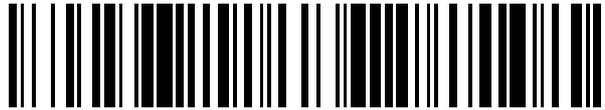


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 463 615**

21 Número de solicitud: 201201206

51 Int. Cl.:

**E01C 7/18** (2006.01)

**C08L 95/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**28.11.2012**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**28.05.2014**

71 Solicitantes:

**PAVASAL EMPRESA CONSTRUCTORA S.A.**

**(50.0%)**

**C/ Tres Forques 149 a.c.c.**

**46014 Valencia ES y**

**PEÑA RUIZ, José Luis (50.0%)**

72 Inventor/es:

**FELIPO SANJUAN, Jesús;**

**LÓPEZ MARCO, José Ramón;**

**BERBIS LATORRE, José;**

**ALBERT GARCÍA, José Ramón y**

**PEÑA RUIZ, José Luis**

74 Agente/Representante:

**FELIPO SANJUAN, Jesús**

54 Título: **Sistema de calentamiento y aplicación de mezclas asfálticas y másticos bituminosos mediante radiación por microondas**

57 Resumen:

Procedimiento para el calentamiento de composiciones a base de áridos y ligantes bituminosos o sintéticos (mezclas bituminosas, másticos, mezclas con ligante sintético) de forma rápida y eficiente mediante el uso de radiación microondas gracias a la adición de polvo mineral activo en las formulaciones de dichas composiciones. El procedimiento dirige de forma selectiva la energía de calentamiento al mástico de las composiciones, transfiriendo calor al ligante que rodea al polvo mineral activo y aportando la fluidez necesaria a las composiciones para que puedan ser aplicadas en las obras.

El procedimiento es de aplicación en la reparación, mantenimiento y fabricación de pavimentos.

ES 2 463 615 A1

## 1. DESCRIPCIÓN

Sistema de calentamiento y aplicación de mezclas asfálticas y másticos bituminosos mediante radiación microondas.

## 2. CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

5 La fabricación de mezclas bituminosas (a lo largo del documento se emplearán los términos bituminoso y asfáltico como sinónimos) es un proceso industrial altamente estandarizado que ha permitido un gran salto de calidad en las características de los pavimentos de las carreteras.

10 Una mezcla asfáltica típica se compone, de forma aproximada, de un 95% de áridos con granulometría seleccionada y un 5% de betún (también citado de forma genérica como ligante bituminoso). La función de este último es bastante compleja, ya que es el responsable de la mayor parte de las características mecánicas de las mezclas bituminosas. Así, aporta impermeabilidad a las mezclas, además de resistencia a los esfuerzos de tracción y cizalla.

15 Dependiendo del estado físico en el que se presente el betún (espuma, emulsión o sólido) la tecnología de fabricación de las mezclas bituminosas varía. La más extendida es la fabricación de mezclas bituminosas en caliente (MBC), en las que los áridos y el betún se calientan a temperaturas cercanas a 160°C.

20 El grado de calentamiento exigido a la mezcla asfáltica para conseguir la facilidad de manejo en las obras es una función directa de las características reológicas del betún empleado en la fabricación de las mezclas asfálticas. De forma somera se pueden distinguir dos familias de betunes: los convencionales (conocidos en la terminología inglesa como paving bitumen y cuyas propiedades se detallan en las normas UNE EN12595 y UNE EN 13924) y los betunes modificados con polímeros (UNE EN 25 14023). La propiedad más característica de los mismos que se correlaciona con la temperatura a la que se han de calentar es el denominado "punto de reblandecimiento A y B".

30 Existen materiales alternativos al betún basados en mezclas de polímeros y otros aditivos que proporcionan propiedades mecánicas similares a las del betún, que se denominan ligantes sintéticos. Su introducción en el mercado se debe a que carecen del característico color negro del betún, lo que hace que las mezclas asfálticas fabricados con ellos muestren diversas tonalidades de color que las hacen atractivas desde un punto de vista de diseño arquitectónico. Desde el punto de vista de esta

invención, todos los comentarios aplicables al betún lo son a los citados ligantes sintéticos.

Las razones por las que se calientan los áridos y el betún son varias:

- 5 • La más importante, el betún a temperatura ambiente es sólido por lo que no puede mezclarse adecuadamente con los áridos. Tan solo si se calienta y pasa a estado fluido tiene una viscosidad lo suficientemente baja como para recubrir los áridos superficialmente.
- 10 • Paralelamente, la mezcla de betún en estado fluido, causado por la temperatura, y los áridos tiene un comportamiento viscoso mientras que la temperatura del betún es lo bastante alta. Cuando el betún se enfría la mezcla se vuelve rígida, permitiendo soportar el paso de los vehículos sin deformarse.

En los procesos industriales de fabricación de mezclas bituminosas, tanto el betún como los áridos se calientan y se mezclan conjuntamente. La mezcla así obtenida (aproximadamente a 160°C) se transporta hasta el lugar de construcción del pavimento, donde por medio de una extendedora se aplica una capa uniforme de mezcla bituminosa que posteriormente es compactada.

Los procesos de extensión y compactación están claramente limitados por la temperatura de la mezcla bituminosa. Una vez que esta se enfría por debajo de 100-120°C, su extensión y compactación son deficientes.

20 Aunque no existe un tiempo fijo, debido a multitud de factores que influyen como la temperatura ambiente, el viento, tipo de mezcla etc., unos 90 minutos desde el momento de la fabricación suele ser un tiempo razonable para que la mezcla permanezca a una temperatura aceptable para su extensión. Al explicar detalles de la invención veremos más en detalle la importancia del tiempo de enfriamiento de la mezcla.

25 Una mezcla bituminosa recién extendida (es decir, tras el paso por la extendedora) tiene una densidad cercana al 90% de la que se alcanzará una vez haya sido compactada.

30 Las mezclas bituminosas deben contener un porcentaje de huecos controlado (típicamente un 4%). Cuanto más se consiga densificar la mezcla, conservando el porcentaje de huecos de diseño, mejores son sus propiedades mecánicas. De ahí la importancia de la temperatura de la mezcla como factor facilitador del proceso de compactación, es decir, densificación.

Otra consideración adicional, y de la máxima importancia, es entender cómo funciona una mezcla bituminosa desde un punto de vista reológico. Ya hemos dicho que el betún es un fluido a alta temperatura que se acerca a características de fluido newtoniano. Sin embargo, si lo consideramos en todo el rango de temperaturas se trata de un material viscoelástico, ya que a temperatura ambiente su comportamiento se acerca más al de un sólido elástico.

Aunque al citar la composición de una mezcla asfáltica, se ha simplificado agrupando el conjunto de los áridos bajo una misma etiqueta. En la mezcla asfáltica encontramos un conjunto de partículas de áridos de tamaños variados, desde unos 25 mm en las mezclas más gruesas, hasta llegar al polvo mineral que tiene tamaños de partícula entre 5 y 80  $\mu\text{m}$ .

Es sobre esta parte de los áridos sobre la que vamos a centrar la atención. El polvo mineral, durante el proceso de mezclado, forma junto con el betún un material de características especiales, el denominado mástico. Cabe decir que el término mástico tiene dos acepciones, que aunque relacionadas, se refieren a dos productos distintos. El mástico de una mezcla bituminosa es la mezcla física de betún y polvo mineral que tenga un tamaño reducido (típicamente inferior a 63 micras). El mástico de las mezclas bituminosas tiene existencia física pero no se puede separar del conjunto de áridos de mayor tamaño que componen la mezcla asfáltica. Por otro lado, también se denominan másticos bituminosos o masillas bituminosas a ciertos productos que están compuestos únicamente de betún y polvo mineral, sin áridos de superior tamaño, y que se emplean para rellenar grietas en los pavimentos.

Los áridos de tamaños superiores recubiertos de betún no alteran la reología de este último. Sin embargo el polvo mineral altera profundamente la reología del betún, rigidizándolo. Es el mástico el encargado de rellenar los huecos que dejan las partículas más gruesas de árido, pero es también el responsable de aportar propiedades de tracción a la mezcla manteniendo férreamente unidas las partículas gruesas de árido.

Para hacernos un idea del grado de modificación que aporta el polvo mineral (que en la literatura anglosajona se denomina filler) un betún 35/50 con una viscosidad de 0,3 Pa.s a una temperatura de 150°C pasa a tener una viscosidad de 1,35 Pa.s al mezclarlo con polvo mineral en una proporción ponderal filler/betún de 1,1 (una de las más habituales en la fabricación de mezclas bituminosas) (Loma et al.2009, "Influencia de las características del betún y los másticos en la determinación de las temperaturas de fabricación y trabajo de las mezclas bituminosas".)

Se ha citado anteriormente, que una de las razones por las que el betún y los áridos se calientan es para conseguir que el betún (y más propiamente dicho el mástico) tenga unas características de fluidez adecuadas como para que el conjunto de la mezcla bituminosa pueda ser extendida y compactada.

- 5 La razón por la que las mezclas bituminosas se calientan durante el proceso de fabricación hasta 160°C es simplemente para mantener la viscosidad del mástico lo bastante baja durante el tiempo que dura la fabricación de la mezcla, el proceso de transporte, extensión y compactación.

10 De hecho, han surgido nuevas tecnologías que permiten reducir la temperatura de fabricación, y por tanto de extensión, gracias a modificaciones en la reología del mástico. Sin embargo, incluso todos estos nuevos procesos calientan tanto los áridos como el betún.

15 Hasta el momento hemos partido del hecho que el conjunto de la mezcla debe tener una temperatura más o menos uniforme para conseguir que el mástico permanezca fluido y la mezcla sea, por lo tanto, compactable (criterio de trabajabilidad).

20 El proceso descrito en esta invención invierte el proceso de fabricación. ¿Por qué calentar el conjunto de la mezcla bituminosa si lo único que debe permanecer fluido es el mástico bituminoso? En este caso, una vez el mástico estuviese a una temperatura adecuada, la mezcla permanecerá compactable mientras la transferencia de calor desde el mástico hasta el resto de los áridos haga que la viscosidad del mástico sea tan alta que impida una buena manejabilidad o trabajabilidad de la mezcla.

25 Por lo tanto, si conseguimos que el tiempo transcurrido desde que el mástico de la mezcla se calienta hasta que se compacta, sea lo bastante reducido, la mezcla bituminosa se podría extender y compactar, alcanzando el máximo de sus propiedades mecánicas.

30 La forma de reducir este tiempo ha sido ampliamente estudiada en el pasado y la más clara y evidente es la de fabricación in situ. El problema principal está en que hasta ahora, estas técnicas se basan en alcanzar una temperatura para el conjunto de la mezcla y esto requiere mucho consumo energético en el lugar de la aplicación y por lo tanto, maquinaria excesivamente compleja. Pero en nuestro caso, lo que se plantea es una técnica que focaliza su calentamiento principalmente sobre el mástico, para seguidamente extender y compactar la mezcla, aprovechando el breve intervalo de viscosidad óptima.

La forma en la que conseguimos este calentamiento selectivo es el objeto de esta invención. Proceso que se consigue, mediante la modificación previa de la composición de las mezclas en su proceso de fabricación y posterior calentamiento por irradiación con microondas, o en el caso de la primera fabricación de la mezcla asfáltica, en la modificación del mástico para poder facilitar su incorporación junto al resto de componentes de la mezcla.

**3. ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Existen numerosas referencias bibliográficas que describen el uso de la radiación microondas en la fabricación de mezclas bituminosas. Incluso se han llegado a construir dos plantas industriales de fabricación de mezclas bituminosas en las que el sistema generador de calor eran hornos microondas (una estaba en Los Ángeles, EEUU y otra en Holanda).

Para que un material se pueda calentar de forma eficiente mediante radiación microondas debe tener una constante dieléctrica lo más alta posible. A modo de ejemplo, en la tabla 1 se muestran las constantes dieléctricas de diversos materiales a 20°C.

Material	$\epsilon$ (20°C)
Agua	77
Aire	1
SiO <sub>2</sub>	2,5-3,5
Piedra caliza	2,3
Betún	2,5-3,2
Óxido de hierro	33-81

**Tabla 1. Constante dieléctrica de diversos materiales**

Si nos referimos a los materiales que habitualmente constituyen una mezcla asfáltica: betún y árido calizo o silíceo, podemos ver que sus propiedades dieléctricas no son especialmente llamativas, por lo que el calentamiento que sufren al aplicarles radiación microondas no es especialmente destacable.

De esta forma, si alguno de los materiales que componen la mezcla bituminosa tuviese una constante dieléctrica especialmente alta, esto permitiría su calentamiento mediante la aplicación de radiación microondas de forma eficiente. Esta sería la base de estudios como el descrito por Hoptstock (2005 "Minnesota Taconite as a  
5 Microwave-Absorbing Road Aggregate Material for Deicing and Pothole Patching Applications"). En este caso, el uso de un mineral compuesto de magnetita potencia de forma singular la efectividad del calentamiento por radiación microondas.

Sin embargo, salvo en casos puntuales en los que se disponga de gran cantidad de estos materiales a distancias cercanas a las obras o centros de producción, es poco  
10 eficiente el transporte de materiales específicos para sustituir una gran parte de los áridos que componen la mezcla asfáltica por materiales "activos" a la radiación microondas.

Es aquí donde cobra importancia el concepto de mástico bituminoso ya explicado anteriormente. Si conseguimos calentar de forma eficiente el material que está en  
15 contacto más íntimo con el betún, podremos transferir energía térmica a este último, minimizando el consumo energético global. Además, puesto que la radiación microondas se centra de forma específica en sólo parte de los componentes de la mezcla asfáltica, podemos reducir la potencia eléctrica necesaria para calentar el mástico al mínimo imprescindible.

De esta forma, el objetivo de la invención se centra en optimizar el calentamiento del  
20 filler que compone el mástico de una mezcla para conseguir transmitir calor al betún o al ligante sintético y, por tanto, reducir su viscosidad.

El efecto de reducción de la viscosidad se puede aplicar de varias formas bien distintas:

- 25 • La primera es su uso independiente como mastico (compuesto por betún y filler activo), para aplicaciones en las que se utiliza este tipo de compuestos, juntas de puentes, impermeabilizaciones, relleno de fisuras etc.
- Un segundo caso es su utilización para una mezcla asfáltica ya fabricada y enfriada, a la que sería posible volver a aportarle fluidez suficiente como para poder volver a ser reutilizada. En este caso, tan sólo sería necesario calentar el  
30 mástico para conseguir la manejabilidad (fluidez) suficiente como para manejarla y compactarla.
- Y por último el calentamiento del mástico de una mezcla durante el proceso de fabricación a partir de sus componentes originales.

En todos los casos, es evidente que si la mayor parte del calentamiento se centra en el mástico, sin calentar el resto de los componentes de la mezcla asfáltica, el tiempo que la mezcla permanecerá fluida sería relativamente corto ya que se transfiere calor desde el mástico al resto de áridos, enfriando el betún y aumentando, por tanto, su viscosidad.

En las patentes US4849020, CN 101774786, CN 101786833 y CN 101235208 se describe el uso de materiales activos frente a la radiación microondas como un método para acelerar el calentamiento de la mezcla asfáltica. Sin embargo, en todos ellos se trata a la mezcla asfáltica como un conjunto de componentes que se comporta como un todo uniforme en el proceso de calentamiento.

También se han encontrado referencias relativas a sistemas de calentamiento de mezclas asfálticas mediante equipos industriales que incorporan radiación microondas en las patentes DE 102009043603, WO1993010952A1, CN 201176553 y CN 201268816. De nuevo al referirse a la mezcla asfáltica se la trata como un material homogéneo.

En todas estas referencias citadas, la inclusión en las formulaciones de materiales muy activos frente a la radiación microondas se hace en términos de disponibilidad de dichos materiales pero nunca buscando una funcionalidad específica íntimamente ligada al comportamiento reológico de la mezcla asfáltica.

Desde el punto de vista de fabricación o de aplicación (incluso en condiciones de servicio si las temperaturas son relativamente altas) el comportamiento de las mezclas asfálticas debe estudiarse desde un punto de vista reológico, ya que la mayoría de sus propiedades finales se obtienen (o se dejan de obtener) durante la fase en la que el mástico es fluido. En este sentido, ya se ha citado anteriormente que existe un gran desarrollo tecnológico para reducir la temperatura de fabricación y, especialmente, la de compactación. Es decir, consumir la menor cantidad de energía posible para mantener la mezcla asfáltica con fluidez.

Por contraposición, los sistemas de calentamiento convencionales se basan en procesos de convección y transmisión de la energía térmica, por lo que el tiempo requerido para su calentamiento es bastante elevado, ya que las mezclas bituminosas tampoco se pueden someter a temperaturas muy elevadas (superiores a 180-190°C) ya que el betún que forma parte de su formulación se oxida y pierde flexibilidad, lo que origina un deterioro prematuro de las mezclas asfálticas.

En estos procesos de calentamiento convencionales se usa un vector de transmisión del calor opuesto al descrito en esta invención: los áridos de mayor tamaño, que

suponen la mayor parte de la mezcla en términos ponderales, se calientan y transmiten al calor al filler y al betún (aunque este suele estar a temperaturas próximas a las de los áridos).

5 La conservación de las carreteras es una actividad industrial en la que se tiene una gran experiencia. Sin embargo, la reparación de defectos localizados en los pavimentos difícilmente consigue reponer la calidad inicial del pavimento al menos que las actuaciones sean de gran magnitud.

10 Así es muy frecuente el uso de camiones termostáticos que transportan mezclas asfálticas para la reparación de baches. A pesar de su buen nivel de aislamiento térmico, el tiempo disponible durante el que las mezclas asfálticas mantienen sus propiedades de manejabilidad es muy limitado.

15 Igualmente existen numerosos procedimientos de bacheo en los que se aplica una mezcla asfáltica en frío que por evaporación o reacción química endurece hasta adquirir sus propiedades finales. Todas estas tecnologías basadas en productos “en frío” tienen como gran hándicap que generan una irregularidad en la superficie del pavimento ya que su composición y fluidez no permite unos niveles de compactación similares al del pavimento en el que se incorporan.

20 En todos estos procedimientos, un defecto común es que la mezcla asfáltica aplicada en la reparación suele tener unas características muy distintas a las del pavimento a ser reparado, además de la irregularidad típica de los bacheos que causa oscilaciones bruscas en los vehículos al pasar por encima. En el caso de carreteras de segundo orden, aparte de los motivos estéticos y de comodidad de los usuarios de la carretera, el problema no es especialmente grave.

25 Sin embargo, en las carreteras de primer orden, en las que las velocidades de tránsito son altas, la existencia de irregularidades en el pavimento disminuye los niveles de seguridad.

30 Por lo tanto, existe la necesidad de disponer de un procedimiento que permita disponer de mezclas semejantes o idénticas, a las que componen los pavimentos para cada uno de los casos y que tras su aplicación consigan mantener la máxima regularidad posible.

Otro caso específico de conservación de pavimentos es el relativo a la creación de juntas en pavimentos en los que haya estructuras. Uno de los procedimientos más utilizados es la fabricación de una mezcla especial compuesta por árido de tamaño intermedio que se aglomera con un ligante bituminoso. La ejecución de estas juntas se

complica por la dificultad que supone calentar y mezclar un tipo de mezcla de muy baja trabajabilidad.

#### 4. DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION, MODO DE REALIZACIÓN PREFERENTE

5 El objeto de la invención consiste en un procedimiento de fabricación de másticos asfálticos o hechos con ligantes sintéticos, ya sea de forma independiente o incluida en las mezclas asfálticas, con una composición tal que permite su recalentamiento mediante radiación por microondas, con un tiempo de calentamiento muy reducido y una eficiencia energética muy alta respecto a procedimientos convencionales de  
10 calentamiento.

Este procedimiento de fabricación y aplicación de este mástico aditivado introducido en las mezclas asfálticas es especialmente adecuado para efectuar reparaciones localizadas de pavimentos deteriorados, recalentando mezclas asfálticas que de otra forma requerirían un tiempo de calentamiento excesivamente largo, lo que anularía su  
15 operatividad para hacer reparaciones localizadas en las carreteras, además de disminuir caso totalmente el efecto oxidativo sobre el betún que generan los procesos de calentamiento estándar (hornos, estufas, mecheros etc.)

El objetivo de la invención consiste en que las formulaciones del mástico, o de la mezcla asfáltica, consigan un nivel de fluidez suficiente como para ser compactadas  
20 adecuadamente aunque sea por un tiempo reducido, ya que al tratarse de aplicaciones en pequeñas reparaciones de pavimentos, se puede realizar el calentamiento de la mezcla en el mismo lugar en el que está prevista a reparación.

Para ello, la formulación del mástico o la mezcla asfáltica incluye en su formulación polvo mineral total o parcialmente compuesto por un material muy activo frente a la  
25 radiación microondas, de forma que al calentarse transmita mayoritariamente la energía térmica al betún que lo rodea y, por tanto, aportando a la mezcla asfáltica una fluidez suficiente como para ser compactada de forma similar a la de una mezcla asfáltica convencional.

Los materiales susceptibles de ser usados como filler han de cumplir dos requisitos:  
30 tener una granulometría adecuada y ser activos frente a la radiación microondas. Ejemplos de materiales que cumplen estas condiciones son:  $Fe_3O_4$  (en sus diversas variedades), alúmina, filler procedente de escorias metalúrgicas, ferrita, carbón activo, carburo de silicio, etc.

Los másticos o mezclas asfálticas se fabrican en una instalación convencional de  
35 mezclado y se preparan en lotes de tamaño adecuado como para ser calentados en

hornos microondas que se pueden desplazar al lugar físico en el que se va a realizar la operación de mantenimiento del pavimento

Las mezclas fabricadas se pueden hacer bajo cualquiera de las familias comercialmente existentes, (AC hormigón bituminoso, en sus diversos tamaños), BBTM, PA, SMA, materiales impermeabilizantes, rellenos de juntas, etc., de forma que se pueda aplicar una formulación lo más similar posible a la del pavimento en el que haya que realizar la reparación. Las características generales de las mezclas bituminosas se detallan en la serie de norma UNE 13108 (partes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

5

10 (Tabla 2):

<b>MATERIALES MÁS COMUNES</b>	<b>% (peso)</b>
Árido grueso 0/32 mm	0-96%
Filler 0/0,08 mm	0-15%
Activante (Magnetita, Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , Ferrita, Alumina, etc)	0,5-50%
Fibras y aditivos (acrílicas, celulosa, vidrio, caucho NFUs, tensoactivos, ceras parafínicas, SBS, Etc...)	0-25%
Ligante hidrocarbonado ( betunes , emulsiones, betunes sintéticos, resinas ,Etc...)	2 -50%

**Tabla 2: rangos de dosificación típica de mezclas y másticos susceptibles de aplicar la invención.**

La mezcla que contiene un filler o polvo mineral activo a la radiación microondas se puede volver a “fluidificar” de forma rápida al calentar el mástico en un horno microondas. La temperatura del conjunto de la mezcla puede ser muy inferior a la normalmente utilizada en la aplicación de mezclas asfálticas, sin que ello suponga una merma en la facilidad de manejo y compactación, siempre que el tiempo transcurrido entre el calentamiento del mástico de la mezcla y el momento de aplicación en el pavimento a reparar sea lo bastante corto (típicamente menor a 5 minutos).

15

20

En la tabla 3 se describen una serie de características de los hornos microondas que son adecuados para la aplicación de esta invención:

<b>CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS DISPOSITIVOS DE MICROONDAS</b>	<b>Rango</b>
DIMENSIONES Y FORMA supeditada a la aplicación, con volúmenes comprendidos entre:	5 a 10000 litros de capacidad interior
Potencia	0,5-100 Kw
Frecuencia	0,5 -3 GHz

**Tabla 3. Características típicas de los hornos microondas utilizados en la invención**

Respecto a los procesos industriales comúnmente aplicados, las ventajas aportadas son las siguientes:

- 5 • Facilitan la aplicación de mezclas asfálticas, másticos o juntas en las obras, ya que el proceso de mezclado de los áridos más finos (incluido el filler) se realiza en instalaciones centralizadas y con buenos elementos de control de las distintas variables que aportan las propiedades esenciales a estos materiales.
- 10 • El proceso de “recalentamiento” de las mezclas asfálticas, másticos o juntas en las obras se facilita mediante la reducción del tiempo de calentamiento necesario, ya que la energía calorífica se concentra en los componentes que realmente lo necesitan y no en otros componentes accesorios que aportan resistencia estructural por fricción interna (los áridos gruesos e intermedios).

15 Respecto a otros procesos de calentamiento mediante radiación microondas descritos en diversas patentes y literatura científica, el salto tecnológico radica en la identificación y actuación precisa del proceso de calentamiento sobre los componentes de una mezcla asfáltica, mástico o material para juntas que realmente requieren dicho calentamiento. Esta identificación del mecanismo que gobierna la reología de la mezcla y su aprovechamiento mediante el calentamiento por radiación microondas no  
20 había sido descrita anteriormente. Además, cabe destacar la novedad que supone la prefabricación y envasado previo, en porciones discretas, de las mezclas en caliente y másticos bituminosos, permitiendo su transporte a grandes distancias gracias a la facilidad que supone su aplicación posterior mediante calentamiento por microondas.

En el ejemplo puesto a continuación se muestra el comportamiento diferencial que aporta el método de calentamiento propuesto en la invención y que se manifiesta, especialmente, en los tiempos requeridos para recalentar una muestra.

Ejemplo:

- 5 Se fabrican dos mezclas bituminosas tipo AC16 con la composición porcentual de betún y filler indicadas en la tabla siguiente. En la mezcla considerada de referencia, el filler procede de árido calizo mientras que en la mezcla con objeto de la invención se sustituye parcialmente el filler calizo por un filler activo a la radiación microondas (magnetita micronizada). La razón por la que no se realiza una sustitución total es que
- 10 en el proceso de fabricación parte del filler original de la mezcla queda atrapado por los áridos gruesos (aproximadamente un 2%)

Tipo de mezcla (árido calizo)	AC16S
Contenido de betún (% peso s/m)	4,8%
Contenido total de filler	5.8%
Contenido de filler activo (alta cte. dieléctrica)	3.8%
Tiempo necesario para que la mezcla alcance la fluidez requerida (muestra de 1000 g)	
Horno microondas (700 w nominales)	6 min
Estufa de convección (2000 w nominales)	45 min

- De la mezclas AC16 fabricadas se separan fracciones de un peso aproximado de 1000 g y se dejan enfriar a temperatura ambiente durante 24 horas. A continuación, se calientan de nuevo: la mezcla de referencia mediante una estufa (2000 w nominales)
- 15 con convección forzada de aire y la mezcla objeto de la invención mediante un horno microondas (700 w nominales).

Los tiempos de calentamiento requeridos para dar fluidez a la mezcla son los indicados en la tabla.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para aportar fluidez a las mezclas asfálticas, másticos bituminosos o conglomerados con ligantes sintéticos mediante el calentamiento selectivo del polvo mineral y del ligante que lo recubre por medio de radiación microondas.
- 5 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque el polvo mineral (filler), constitutivos de una mezcla asfáltica, mástico, material para junta o mezcla a base de ligante sintético se sustituye total o parcialmente por un material en forma de polvo y que sea activo a la radiación microondas.
- 10 3. Procedimiento, según las reivindicaciones 1 y 2, en el que el material pulverulento que sustituye al polvo mineral o filler que componen la mezcla asfáltica, mástico, material para junta o mezcla a base de ligante sintético, es una material muy activo a la radiación microondas. Los materiales activos utilizados se seleccionan entre alguno de los siguientes:  $Fe_3O_4$  (en sus diversas variedades como mineral o de síntesis), ferrita, alúmina, carbono activo, carburo de silicio, compuestos minerales con agua de hidratación y/o cristalización etc, o combinaciones de los mismos.
- 15 4. Procedimiento según la reivindicaciones 1 y 2 en las que el ligante, en el que se encuentra ocluido el material pulverulento activo a la radiación microondas, se selecciona entre alguna de las siguientes familias de materiales: betunes de penetración, betunes modificados con polímeros, betunes modificados con polvo de neumáticos fuera de uso, oxiasfaltos, betunes soplados y en general, ligantes en los que la base principal de su composición sea betún o algún derivado de éste.
- 20 5. Procedimiento, según las reivindicaciones 1 y 2, en las que el ligante en el que se encuentra ocluido el material activo a la radiación microondas pertenece a la familia de los denominados "ligantes sintéticos", es decir combinaciones de diversas resinas que tienen un comportamiento reológico similar a los betunes o a los betunes modificados con polímeros pero cuyo color no es negro.
- 25 6. Uso del procedimiento, según las reivindicaciones 1 y 2, que permite recalentar mezclas asfálticas correspondientes a los tipos AC, BBTM, PA, SMA, que contengan polvo mineral activo a la radiación microondas para la reparación y mantenimiento de pavimentos.
- 30 7. Uso del procedimiento, según las reivindicaciones 1 y 2, que permite recalentar másticos bituminosos y masillas asfálticas para juntas que contengan polvo mineral activo a la radiación microondas para la reparación y mantenimiento de pavimentos.

8. Uso del procedimiento, según la reivindicación 6, que permite calentar las mezclas asfálticas en cantidades adecuadas para llevar a cabo reparaciones de pavimentos por medio de hornos microondas situados en el lugar de la reparación del pavimento.
- 5 9. Uso del procedimiento, según la reivindicación 7, que permite calentar másticos bituminosos y masillas asfálticas para juntas en cantidades adecuadas para llevar a cabo reparaciones de pavimentos por medio de hornos microondas situados en el lugar de la reparación del pavimento.



- ②① N.º solicitud: 201201206  
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 28.11.2012  
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **E01C7/18** (2006.01)  
**C08L95/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 2418186 A1 (CHINA COAL NO.3 CONSTRUCTION) 15.02.2012, párrafos [75-87].	1-9
A	CN 101736671 B (UNIV CHANGAN) 07.12.2009, (resumen) [en línea] Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE.	1-9
A	US 5092706 A (BOWEN et al.) 3.03.1992, columna 6, líneas 17-42; columna 3, línea 25 – columna 4, línea 22.	1-9
A	CN 101906745 A (CHINA COAL NO3 CONSTRUCTION) 08.12.2010, (resumen) [en línea] Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE.	1-9
A	CN 101724280 B (UNIV CHANGAN) 09.06.2010, (resumen) [en línea] Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE.	1-9
A	CN 101736671 A (UNIV CHANGAN) 16.06.2010, (resumen) [en línea] Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE.	1-9

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  
24.03.2014

Examinador  
A. Rúa Aguete

Página  
1/4

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

E01C, 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

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 24.03.2014

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-9	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-9	<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 2418186 A1 (CHINA COAL NO.3 CONSTRUCTION)	15.02.2012
D02	CN 101736671 B (UNIV CHANGAN)	07.12.2009
D03	US 5092706 A (BOWEN et al.)	03.03.1992

**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**

EL objeto de la invención es un procedimiento para aportar fluidez a las mezclas a las mezclas asfálticas, másticos bituminosos o conglomerados con ligantes sintéticos mediante el calentamiento selectivo del polvo mineral fino y del ligante que lo cubre por medio de radiación microondas; el polvo mineral es sustituido parcialmente por un material en forma de polvo y activo a la radiación microondas. También es objeto de la invención el uso de dicho procedimiento para la reparación y mantenimiento de pavimentos.

El documento D1 divulga un procedimiento para la reparación por medio de radiación microondas de pavimentos asfálticos divididos en tres capas diferenciadas en función del tamaño de grano, estando el grano más fino en la capa superior y sustituyendo en cada una las capas el árido por material activo a la radiación microondas en distinta proporción, así en la capa de mayor grosor de grano se sustituye en una proporción del 100%, en la capa intermedia en un 40% y en la capa superior de tamaño más fino únicamente en un 10%, garantizando un reparto uniforme de la energía microondas aplicada. (Ver párrafo 78)

El documento D2 divulga un procedimiento para la reparación de pavimentos mediante la utilización de una capa asfáltica modificada en la que se sustituye parte de los áridos finos ( hasta un 5%) y de los áridos más gruesos (entre un 20 y 90%) por un material activo a la radiación electromagnética. (Ver resumen).

El documento D3 divulga un procedimiento para la reparación de pavimentos mediante la mezcla del ligante con material activo a la radiación microondas, como la ferrita y su deposición sobre la grieta del pavimento a reparar previamente al relleno de la misma con el parche de material asfáltico que permanece transparente a la radiación microondas por lo que el ligante se calienta más rápidamente ya que absorbe la mayor parte de la energía aplicada gracias a la mezcla previa con la ferrita. (Ver fig.1)

Ninguno de los documentos D1 a D3 citados o cualquier combinación relevante de los mismos revela un procedimiento para aportar fluidez a las mezclas asfálticas, másticos bituminosos o conglomerados con ligantes sintéticos en el que se realice el calentamiento selectivo únicamente de la mezcla de polvo de tamaño más fino con el ligante bituminoso, sustituyendo únicamente el polvo más fino por material activo a la radiación microondas. De esta manera, el proceso de recalentamiento de las mezclas asfálticas, másticos o juntas en las obras se facilita mediante la reducción del tiempo necesario, ya que la energía calorífica se concentra en los componentes que realmente lo necesitan y no en otros componentes accesorios que aportan resistencia estructural por fricción interna (los áridos gruesos e intermedios).

Por lo tanto la invención tal y como se recoge en las reivindicaciones 1 a 9 de la solicitud es nueva e implica actividad inventiva. (Art. 6 y 8 LP).