

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 716 406**

51 Int. Cl.:

E01C 7/35 (2006.01)

E01C 11/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2016** **E 16305333 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018** **EP 3222780**

54 Título: **Estructura de pavimento de hormigón que comprende una capa de base de hormigón y una capa de desgaste de hormigón mejorado con elastómero**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.06.2019

73 Titular/es:

HOLCIM TECHNOLOGY LTD (100.0%)
Zürcherstrasse 156
8645 Jona, CH

72 Inventor/es:

DAO, DUC TUNG;
ECH, MOHSEN;
MIRAVALLS, NICOLAS y
STORA, ERIC

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 716 406 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Estructura de pavimento de hormigón que comprende una capa de base de hormigón y una capa de desgaste de hormigón mejorado con elastómero.

5

Campo de la invención

La invención está relacionada con una estructura de pavimento de hormigón.

10

Antecedentes de la invención

Los estratos de desgaste actuales de los pavimentos de asfalto ofrecen flexibilidad, reactividad y comodidad para los usuarios de las carreteras. La industria del asfalto ha estado progresando a lo largo de los últimos 20 años y ahora puede ofrecer una enorme gama de soluciones con respecto al ruido, la rugosidad, el drenaje, contenido de vacío y seguridad.

15

Los pavimentos de hormigón son generalmente menos cómodos que los pavimentos de asfalto. Aunque el desarrollo de nuevas tecnologías haya dado como resultado una calidad de superficie mejorada de los pavimentos de hormigón, es todavía muy difícil cambiar esta percepción negativa.

20

Además, en muchos casos, los costes de construcción iniciales de los pavimentos de hormigón son mayores que con los pavimentos de asfalto.

Algunos obstáculos históricos importantes de los desarrollos de pavimentos de hormigón son:

25

- alto precio inicial de la inversión,
- percepción de los usuarios finales en cuanto a la comodidad, seguridad debido al problema de las juntas y la calidad de la superficie,
- el tiempo de endurecimiento y la falta de flexibilidad aumentan la obsesión sobre la organización del tráfico de las autoridades viales, y
- concienciación de la industria.

35

Definitivamente, el pavimento de hormigón puede llegar a ser competitivo con el pavimento de asfalto. De hecho, el estrato de desgaste del pavimento de hormigón dura habitualmente más de 15 a 20 años, cuando el de los flexibles es de aproximadamente 7 a 15 años. Por tanto, el pavimento rígido es más duradero y requiere un coste inferior para el mantenimiento durante su vida útil que un pavimento flexible.

40

En este contexto, existe la necesidad del desarrollo de una estructura de pavimento de hormigón, que pueda ofrecer:

45

- una solución completa duradera con la capacidad estructural del hormigón,
- la calidad esperada (por ejemplo, la definida para las carreteras de asfalto) en cuanto a comodidad y seguridad, también para cargas pesadas y tráfico denso, e
- innovaciones técnicas como elección del color, fácil colocación.

50

El hormigón permeable (también denominado hormigón poroso, hormigón penetrable) es un tipo especial de hormigón con un alto contenido de vacío utilizado notablemente para aplicaciones de losas de hormigón que permite que el agua de lluvia y otras fuentes pase directamente a su través, reduciendo de ese modo la escorrentía de un sitio y permitiendo la recarga de las aguas subterráneas. El hormigón permeable presenta tan sólo el aglutinante hidráulico suficiente para que los granos individuales del agregado estén solo unidos entre sí en los sitios de contacto mediante una capa endurecida delgada y tras la compactación las cavidades entre los granos individuales no están rellenos todavía.

55

El hormigón permeable se fabrica utilizando agregados grandes con pocos o ningún agregado fino. La pasta de hormigón recubre luego los agregados y permite que el agua pase a través de la placa de hormigón. Debido al contenido de vacío muy alto, el hormigón permeable presenta una resistencia mecánica limitada. Por tanto, el hormigón permeable se utiliza tradicionalmente en zonas de aparcamiento, zonas con tráfico ligero, calles residenciales, pasarelas peatonales e invernaderos.

60

La longevidad de estos sistemas de pavimento está limitada debido a la formación de grietas y el escape de partículas. Con el fin de remediar estos defectos, el hormigón permeable se modifica con dispersiones de

65

polímero.

5 En capas de hormigón permeable, la utilización de polímeros conduce a una mejora en la resistencia a la congelación-descongelación, resistencia a las fisuras y menos escape de partículas, y por tanto aumenta la estabilidad de la capa de hormigón permeable y su vida útil. Lo que es decisivo en este caso es que la flexibilidad de la matriz de hormigón aumenta suficientemente y por tanto la formación de fisuras y el escape de granos se minimizan, lo que mejorará la durabilidad del pavimento de hormigón.

10 El documento EP 2 083 121 divulga una superficie de carretera de hormigón poroso fabricada a partir de cemento modificado con polímero. La estructura consiste en una capa inferior, un estrato de adherencia, una capa de hormigón poroso y una capa de tratamiento de superficie. La cara superior de la capa de hormigón poroso está recubierta por la capa de tratamiento de superficie. El polímero está presente en la capa de adherencia, en la capa de hormigón poroso y en la capa de tratamiento de superficie. La estructura adolece del inconveniente de que es necesaria una capa de tratamiento de superficie para mejorar el desgaste de la capa de hormigón permeable y la resistencia al deslizamiento. Esta capa de tratamiento de superficie se aplica en forma de un mortero modificado con polímero que puede sellar parcialmente los poros de la capa de hormigón permeable, lo que presenta un efecto adverso sobre las propiedades de absorción del ruido y el drenaje de la estructura de poros abiertos. En esta situación, además de los costes adicionales debidos al mayor contenido en polímero, su aplicación requiere una etapa de trabajo adicional, lo que afecta de manera adversa a la economía. Además, las carreteras divulgadas en el documento EP 2 083 121 no son aptas para carga pesada y tráfico denso, sino que están diseñadas para zonas de aparcamiento, zonas con tráfico ligero, pasarelas peatonales.

25 El documento US 2011/0230598 divulga una composición de hormigón permeable que contiene cemento, relleno y polímero, caracterizada por que está contenido como polímero un copolímero de acetato de vinilo-etileno con una temperatura de transición vítrea Tg de $\leq 20^{\circ}\text{C}$. Se utiliza una capa de adherencia para garantizar la adherencia de la capa de hormigón permeable sobre el estrato de base. La estructura del estrato de base no se divulga.

30 La resistencia a la tracción por flexión del hormigón está comprendida entre 4,99 MPa y 7,01 MPa dependiendo en los métodos de curado con un volumen de cavidad del de aproximadamente el 24%. Una resistencia superior y un volumen de cavidad inferior serían mejores para la utilización como estrato de desgaste bajo tráfico pesado.

Sumario de la invención

35 La invención se basa en el desarrollo de una nueva estructura de pavimento de hormigón tal como se define mediante la reivindicación 1. La estructura puede componerse ventajosamente de:

- 40 - una base de hormigón de pavimento sin pasadores, pavimento de hormigón simple con juntas, pavimento de hormigón reforzado con juntas, pavimento de hormigón reforzado de manera continua o ventajosamente una capa de base de bajo coste tal como hormigón compactado con rodillo u otro hormigón formado por encofrado deslizante de bajo coste, y
- una capa de hormigón permeable modificado con elastómero que presenta un espesor de entre 2 y 4 cm.

45 La capa de hormigón permeable modificado con elastómero es una capa de superficie delgada de muy alta calidad. Esta superficie estará entonces directamente en contacto con los neumáticos de los vehículos. Podría denominarse por tanto también capa de desgaste.

50 La capa de base de hormigón se depositará ventajosamente sobre la(s) subbase(s) de agregados, mediante procesos bien conocidos.

El fin de esta estructura de pavimento de hormigón es ofrecer una calidad de conducción excelente y una seguridad mejorada a los usuarios de la carretera. Funcionalidades y beneficios adicionales de esta estructura de pavimento son:

- 55 - Drenaje eficaz del agua superficial,
- soporte de cargas pesadas y tráfico denso,
- 60 - alta resistencia,
- durabilidad,
- facilidad de colocación,
- 65 - rentabilidad tanto en los costes de materiales como los costes relacionados con la construcción de la

carretera,

- reducción del ruido, y

5 - colores personalizables.

En particular, las prestaciones mecánicas de la estructura de pavimento son muy buenas, tanto en cuanto a las resistencias a la compresión, a la flexión como de adherencia, con una alta razón de resistencia a la flexión/compresión.

10 La carretera resultante es en particular adecuada para carga pesada y tráfico denso, tal como autopistas.

Descripción detallada de las figuras

15 La figura 1 es una representación de una carretera que comprende la estructura de pavimento de hormigón de la invención.

- 1: Estructura de pavimento de hormigón
- 2: Capa de hormigón permeable modificado con elastómero
- 20 3: Capa de base de hormigón
- 4: Subbase 2
- 5: Subbase 1
- 6: Subrasante

25 La figura 2 divulga la resistencia a la compresión (gris) y la fuerza de resistencia a la flexión (negro) para las mezclas del ejemplo

R = Referencia-ADVA0,29%	C1 = 0,145%ADVA-5%Etonis260
C2= 0,145%ADVA-10%Etonis260	C3 = 0,217%ADVA-5%Etonis850
C4 = 0,217%ADVA-10%Etonis850	C5 = 0,145%ADVA-5%Primal CM 160
C6 = 0,07%ADVA-10%Primal CM 160	C7 = 0,145%ADVA-10%ChrysoCim

30 La figura 3 divulga la resistencia a la tracción (MPa) para las 4 situaciones sometidas a pruebas (de izquierda a derecha: REF / LAT sin recubrimiento de pegajosidad, referencia / látex con un recubrimiento de pegajosidad de pasta de cemento, referencia / látex con un recubrimiento de pegajosidad de látex, referencia / látex con segregación)

35 REF: sin elastómero en la capa de hormigón permeable
LAT: con elastómero en la capa de hormigón permeable

La figura 4 divulga la pérdida de masa (%) para las mezclas: R, C2 y C7 en la prueba de desmoronamiento a los 28 días R=Referencia-ADVA0,29%; C2=0,145%ADVA-10%Etonis260; C7 =0,145%ADVA-10%ChrysoCim

40 La figura 5 divulga la variación de temperatura (°C) en función del tiempo (hora) para 1 ciclo de congelación-descongelación

La figura 6 divulga la pérdida de masa en función del número de ciclos de congelación-descongelación para Hydromedia®, R, C7 y C2

45 X Hydromedia® Δ R = Referencia-ADVA0,29%; \square C7 = 0,145%ADVA-10%ChrysoCim \diamond C2 = 0,145%ADVA-10%Etonis2

50 La figura 7 divulga el mW&S en función del número de ciclos para hormigón con asfalto muy delgado (BBTM en francés) y hormigón permeable modificado con elastómero.

\square referencia lfsttar_VTAC	Δ C2 = 0,145%ADVA-10%Etonis260
\bullet R = Referencia-ADVA0,29%	\diamond C7 =0,145%ADVA-10%ChrysoCim

Descripción detallada de la invención

55 Un objeto de la invención es una estructura de pavimento de hormigón 1 que comprende una capa de base 3 directamente recubierta por una capa de desgaste 2, en la que la capa de base 3 es una capa de base de hormigón y la capa de desgaste 2 es una capa de hormigón permeable modificado con elastómero, que presenta un espesor por debajo de 4 cm, un contenido de vacío endurecidos comprendido entre el 5% y el 20%, preferentemente entre el 5% y el 10%, en volumen y el diámetro máximo de los agregados presentes en dicha capa de hormigón permeable modificado con elastómero es de 10 mm.

60

La expresión “directamente recubierto” significa que la estructura de pavimento de hormigón no comprende una capa de adherencia o una capa de pegajosidad entre la capa de base de hormigón 3 y la capa de desgaste 2.

5 Los términos “estrato” y “capa” se utilizarán indistintamente.

Los términos “capa de desgaste” o “estrato de desgaste” se utilizan indistintamente para designar la capa de hormigón permeable modificado con elastómero de la invención.

10 Propiedades de la estructura de pavimento de hormigón 1:

La capa de base de hormigón 3 directamente recubierta por una capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2 presenta buenas prestaciones mecánicas.

15 La combinación de la invención permite fabricar carreteras de hormigón que pueden soportar carga pesada y tráfico denso.

20 En la invención, el estrato de desgaste 2 está bien unido a la subbase de hormigón 3. Por consiguiente, el estrato de desgaste 2 puede ser tan delgado como sea posible. Esto permite notablemente que la capa de desgaste 2 funcione ventajosamente en modo de compresión bajo la carga de vehículos porque la resistencia a la tracción del hormigón es mucho menor que la resistencia a la compresión. Se produce menos tensión en el estrato delgado. La durabilidad del estrato mejora y la longevidad de la estructura de pavimento de hormigón 1 puede por tanto mejorarse.

25 Además, debido a un motivo económico, el espesor de este estrato es preferentemente no más grueso de 4 cm. Como resultado, para respetar estos criterios, el Dmax del agregado es menor de 10 mm.

30 La estructura de pavimento de hormigón 1 presenta buena resistencia mecánica (como a la flexión, compresión, módulo...) dando como resultado una vida útil más prolongada. La estructura de pavimento de hormigón 1, en particular la capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2, es más duradera que la de hormigón con asfalto muy delgado (BBTM en francés) sin desmoronamiento, ahuellamiento, escamado durante su vida útil.

35 El estrato de desgaste 2 presenta una resistencia al deslizamiento comparable a BBTM, lo que puede confirmar la seguridad de la estructura de pavimento de hormigón 1. La propiedad drenable del estrato de desgaste 2 ayuda a reducir las salpicaduras de agua y los riesgos de pulverización en un clima lluvioso.

40 La capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2 presenta un coeficiente de fricción, medido mediante el método de Wehner & Schulze, μ_{WS} , preferentemente por encima de 0,32, a 180000 ciclos de pulido. En particular, las curvas de μ_{WS} se presentan en el ejemplo. Tal como puede observarse, la capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2 presenta un coeficiente de fricción similar al obtenido con hormigón con asfalto muy delgado (BBTM en francés).

45 Por consiguiente, la capa de desgaste 2 presenta buena resistencia al deslizamiento, similar a la obtenida con hormigón con asfalto muy delgado (referencia comercial).

50 En particular, la capa de base de hormigón 3 fraguado directamente recubierta por una capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2 presenta una resistencia a la compresión a los 28 días por encima de 20 MPa, ventajosamente por encima de 25 MPa, más ventajosamente por encima 30 MPa. La resistencia a la compresión a los 28 días es preferentemente de desde 20 MPa hasta 50 MPa, ventajosamente desde 25 MPa hasta 45 MPa, más ventajosamente desde 30 MPa hasta 40 MPa.

55 En particular, la capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2 presenta una resistencia a la compresión a los 28 días por encima de 20 MPa, ventajosamente por encima de 25 MPa, más ventajosamente por encima de 30 MPa. La resistencia a la compresión a los 28 días está preferentemente comprendida entre 20 MPa y 50 MPa, ventajosamente entre 25 MPa y 45 MPa, más ventajosamente entre 30 MPa y 40 MPa.

60 En particular, la capa de base de hormigón 3 fraguado directamente recubierta por una capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2 presenta una resistencia a la flexión a los 28 días por encima de 6 MPa, ventajosamente por encima de 7 MPa, más ventajosamente por encima de 8 MPa. La resistencia a la flexión a los 28 días está preferentemente comprendida entre 6 MPa y 15 MPa, ventajosamente entre 7 MPa y 10 MPa, más ventajosamente entre 8 MPa y 10 MPa.

65 En particular, la capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2 presenta una resistencia a la compresión a los 28 días por encima de 6 MPa, ventajosamente por encima de 7 MPa, más ventajosamente por encima de 8 MPa. La resistencia a la compresión, a los 28 días, está preferentemente comprendida entre 6 MPa y 15 MPa, ventajosamente entre 7 MPa y 10 MPa, más ventajosamente entre 8 MPa y 10 MPa.

ES 2 716 406 T3

5 En particular, la capa de base de hormigón 3 fraguado directamente recubierta por una capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2 presenta una razón de (fuerza de resistencia a la flexión a los 28 días) / (resistencia a la compresión a los 28 días) por encima de 0,2, ventajosamente 0,35 o más. La razón está preferentemente comprendida entre 0,2 y 0,5, ventajosamente entre 0,3 y 0,4.

10 En particular, la capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2 presenta una razón de (fuerza de resistencia a la flexión a los 28 días) / (resistencia a la compresión a los 28 días) por encima de 0,2, ventajosamente 0,35 o más. La razón está preferentemente comprendida entre 0,2 y 0,5, ventajosamente entre 0,3 y 0,4

15 La fuerza de adherencia entre las dos capas 2, 3 es buena. La invención no requiere la necesidad de una capa de adherencia o una capa de pegajosidad entre la capa de base de hormigón 3 y la capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2. Esto reduce el coste total de la carretera.

20 La fuerza de adherencia por tracción entre la capa de base de hormigón 3 y la capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2 está ventajosamente por encima de 2 MPa, más ventajosamente por encima de 3 MPa. La fuerza de adherencia por tracción entre la capa de base de hormigón 3 y la capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2 está ventajosamente comprendida entre 2 MPa y 4 MPa, más ventajosamente entre 3 MPa y 4 MPa.

25 Dichas fuerzas de adherencia por tracción buenas pueden obtenerse notablemente utilizando un proceso de húmedo sobre húmedo, es decir la capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2 se vierte y se coloca antes del tiempo de fraguado final de la capa de base de hormigón 3, o menos preferentemente un proceso de húmedo sobre seco, es decir la capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2 se vierte y se coloca después del tiempo de fraguado final de la capa de base de hormigón 3.

30 Por consiguiente, la estructura de pavimento de hormigón 1 no comprende una capa (capa de adherencia, capa de pegajosidad, etc.) entre la capa de base 3 y la capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2.

35 Para garantizar un drenaje eficaz del agua superficial, el contenido de vacío del hormigón permeable modificado con elastómero está comprendido ventajosamente entre el 5% y el 20%, preferentemente entre el 5% y el 10%, en volumen.

El pavimento de hormigón 1 de la invención proporciona las siguientes ventajas:

- buenas prestaciones mecánicas con una alta razón de resistencia a la flexión/ compresión,
- una mejor resistencia al escamado frente al hormigón permeable convencional,
- una mejor resistencia al desmoronamiento,
- 40 - una buena fuerza de adherencia al hormigón de subbase sin un recubrimiento de pegajosidad,
- una buena resistencia al deslizamiento,
- una buena capacidad de drenaje, y
- una gama grande de elección estética.

45 El pavimento de hormigón 1 se compone de:

- una capa de base de hormigón 3, preferentemente una capa de base de bajo coste tal como hormigón compactado con rodillo u otro hormigón formado por encofrado deslizante de bajo coste, y
- 50 - una capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2.

Estas capas se dan a conocer en más detalles a continuación.

55 Descripción detallada de la capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2

La capa de hormigón permeable modificado con elastómero es una capa de superficie delgada de muy alta calidad.

60 El espesor de la capa de hormigón permeable modificado con elastómero está comprendido ventajosamente entre 2 cm y 4 cm.

Un espesor de este tipo requiere que el diámetro máximo de los agregados presentes en esta capa esté por debajo de 10 mm.

65 Ventajosamente, el hormigón permeable modificado con elastómero comprende, por m³ de hormigón permeable fresco:

ES 2 716 406 T3

- entre 220 y 380 kg, ventajosamente entre 255 y 380 kg, más ventajosamente entre 350 y 380 kg, de un aglomerante hidráulico;
- 5 - entre 86 y 148 litros de agua, estando la razón en masa de peso de agua/peso de aglomerante hidráulico comprendida entre 0,3 y 0,5;
- entre 1210 y 1720 kg de agregados gruesos que presentan un diámetro comprendido entre 1,6 mm y 10 mm;
- 10 - entre 30 y 520 kg de agregado fino triturado o natural que presenta un diámetro comprendido entre 0 mm y 2 mm;
- en el que todos los agregados presentan un diámetro máximo, D_{max} , igual o por debajo de 10 mm;
- 15 - un elastómero.

La razón en masa de peso de agua/peso de aglomerante hidráulico está comprendida ventajosamente entre 0,35 y 0,45, más ventajosamente es de 0,4.

Los agregados incluyen materiales calcáreos, silíceos y silico-calcáreos. Incluyen materiales naturales, artificiales, de desecho y reciclados. Los agregados pueden comprender también, por ejemplo, madera.

Ventajosamente, los agregados gruesos que presentan un diámetro comprendido entre 1,6 mm y 10 mm y el agregado fino triturado o natural que presenta un diámetro comprendido entre 0 mm y 2 mm constituyen entre el 80% y el 100%, ventajosamente entre el 90% y el 100%, más ventajosamente el 100%, en masa de todos los agregados.

Ventajosamente, los agregados gruesos presentan un diámetro comprendido entre 1,6 mm y 6 mm, más ventajosamente entre 1,6 mm y 4 mm.

Ventajosamente, los agregados gruesos presentan una rigidez, caracterizada por el coeficiente de PSV mayor de 50.

Ventajosamente, el agregado fino triturado o natural presenta un diámetro comprendido entre 0 mm y 0,6 mm, más ventajosamente entre 0 mm y 0,4 mm.

Ventajosamente, el hormigón permeable modificado con elastómero comprende un superplastificante, ventajosamente en un contenido comprendido entre el 0% y el 5% en peso, más ventajosamente entre el 0,1% y el 2% en peso, basándose en el peso del aglomerante hidráulico.

El término superplastificante tal como se utiliza en esta memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas ha de entenderse que incluye tanto reductores de agua como superplastificantes tal como se describe en el Concrete Admixtures Handbook, Properties Science and Technology, V.S. Ramachandran, Noyes Publications, 1984.

Un reductor de agua se define como un aditivo que reduce la cantidad de agua de mezclado del hormigón para una trabajabilidad dada en normalmente el 10 - 15%. Los reductores de agua incluyen, por ejemplo lignosulfonatos, ácidos hidroxicarboxílicos, hidratos de carbono y otros compuestos orgánicos especializados, por ejemplo glicerol, poli(alcohol vinílico), aluminio-metilsiliconato de sodio, ácido sulfanílico y caseína.

Los superplastificantes pertenecen a una nueva clase de reductores de agua que son químicamente diferente a los reductores de agua más antiguos y pueden reducir el contenido en agua en aproximadamente el 30%. Los superplastificantes se han clasificado ampliamente en cuatro grupos: condensado de naftaleno-formaldehído sulfonado (SNF) (generalmente una sal de sodio); condensado de melamina-formaldehído sulfonado (SMF); lignosulfonatos modificados (MLS); y otros. Los superplastificantes más recientes incluyen compuestos policarboxílicos tales como policarboxilatos, por ejemplo poliacrilatos. El superplastificante es preferentemente un superplastificante de nueva generación, por ejemplo un copolímero que contiene polietilenglicol como cadena de injerto y funciones carboxílicas en la cadena principal tal como un éter policarboxílico. Pueden utilizarse también policarboxilato-polisulfonatos de sodio y poliacrilatos de sodio. Pueden utilizarse también derivados de ácido fosfónico. La cantidad de superplastificante requerida depende generalmente de la reactividad del cemento. Con el fin de reducir el contenido en álcali total el superplastificante puede utilizarse como sal de calcio en vez de sodio.

Pueden utilizarse también derivados de ácido fosfónico. Pueden utilizarse también policarboxilato-polisulfonatos de sodio y poliacrilatos de sodio. La cantidad de superplastificante requerida depende generalmente de la reactividad del cemento. Con el fin de reducir el contenido en álcali total el superplastificante puede utilizarse

como sal de calcio en vez de sodio.

Pueden incluirse otros aditivos en la composición según la invención, por ejemplo, un agente desespumante (por ejemplo polidimetilsiloxano). Estos también incluyen siliconas en forma de una disolución, un sólido o preferentemente en forma de una resina, un aceite o una emulsión, preferentemente en agua. Más particularmente son adecuadas siliconas que comprenden restos (RSiO_{0.5}) y (R₂SiO). En estas fórmulas, los radicales R, que pueden ser iguales o diferentes, son preferentemente hidrógeno o un grupo alquilo de 1 a 8 átomos de carbono, prefiriéndose el grupo metilo. El número de restos es preferentemente de desde 30 hasta 120.

Por motivos prácticos, el elastómero se añade ventajosamente en la forma de un látex, es decir una emulsión en agua que comprende el elastómero. El elastómero podría introducirse también en forma de polvo.

El elastómero es ventajosamente una emulsión de caucho de estireno-butadieno, emulsión de neopreno, emulsión de ácido acrílico, emulsión de acrilato, emulsión de estireno-acrilato, emulsión de acetato de vinilo-etileno, emulsión de acrilato-etileno-éster vinílico, o una mezcla o dos o más de estas emulsiones. El elastómero pueden ser también un polvo de acetato de vinilo-etileno.

Ventajosamente, el elastómero es un copolímero de acetato de vinilo - etileno - ésteres del ácido (met)acrílico, preferentemente en forma de látex.

El contenido en elastómero está comprendido preferentemente entre el 1% y el 20% en peso, preferentemente entre el 3% y el 15% en peso, en comparación con el peso total de aglomerante hidráulico. Cuando se utiliza un elastómero en forma de látex, el contenido del mismo se calcula basándose en el peso seco del elastómero.

El hormigón permeable modificado con elastómero comprende ventajosamente de 160 a 260 litros, más ventajosamente comprende de 190 a 260 litros, incluso más ventajosamente comprende de 230 a 260 litros, por ejemplo 230 litros, de mezcla de aglomerante hidráulico y agua, por m³ de hormigón permeable fresco.

Un aglomerante hidráulico es un material que fragua y se endurece mediante hidratación, por ejemplo un cemento, en particular cemento Portland, cemento de sulfoaluminato, cemento belítico, cemento sulfobelítico y sus mezclas.

El cemento Portland es un clínker tal como se define en la norma NF EN 197-1, febrero de 2001. El clínker de Portland se obtiene mediante clinkerización a alta temperatura de una mezcla que comprende caliza y, por ejemplo, arcilla.

El cemento Portland, u otros cementos, pueden mezclarse con adiciones de minerales.

En una forma de realización, el aglomerante hidráulico es cualquier cemento Portland habitual, CEM I, CEM II, CEM III, CEM IV o CEM V tal como se define en la norma de cemento EN 197-1, febrero de 2001.

Adiciones de minerales son, por ejemplo, escorias (por ejemplo tal como se define en la norma de "cemento" NF EN 197-1, norma de febrero de 2001, párrafo 5.2.2), puzolanas (por ejemplo tal como se define en la norma de "cemento" NF EN 197-1, norma de febrero de 2001, párrafo 5.2.3), ceniza volante (por ejemplo tal como define la norma de "cemento" NF EN 197-1 de febrero de 2001, párrafo 5.2.4), pizarras calcinadas (por ejemplo tal como define la norma de "cemento" NF EN 197-1 de febrero de 2001, párrafo 5.2.5), carbonato de calcio (por ejemplo caliza tal como define la norma de "cemento" NF EN 197-1 de febrero de 2001, párrafo 5.2.6), sílice pirogénica (por ejemplo tal como define la norma de "cemento" NF EN 197-1 de febrero de 2001, párrafo 5.2.7), metacaolín o mezclas de los mismos.

El hormigón permeable modificado con elastómero se compacta ventajosamente, por ejemplo con un martillo vibratorio.

El hormigón permeable modificado con elastómero puede comprender aditivos adicionales, en particular pigmentos cuando se desea un estrato coloreado.

Este estrato de desgaste presenta como objetivo ofrecer una interrelación fina entre la función estructural y la percepción del usuario. Permitirá a las autoridades de gestión vial beneficiarse de la economía del hormigón de un pavimento rígido:

- unos costes equivalentes a nivel de construcción,
- sin mantenimiento estructural a lo largo de la vida útil, (sólo mantenimiento de la superficie, que ha de evaluarse).

Descripción detallada de la capa de base de hormigón 3

La capa de base de hormigón puede ser cualquier clase de capa de hormigón, en particular pavimento sin pasadores, pavimento de hormigón simple con juntas, pavimento de hormigón reforzado con juntas, pavimento de hormigón reforzado de manera continua o ventajosamente una capa de base de bajo coste tal como hormigón compactado con rodillo u otro hormigón formado por encofrado deslizante de bajo coste.

Se prefieren una capa de base de bajo coste tal como hormigón compactado con rodillo u otro hormigón formado por encofrado deslizante de bajo coste, por motivos de coste evidentes.

En particular, no es necesario que la capa de base de hormigón sea porosa.

Como forma de realización ilustrativa, la capa de base de hormigón comprende, por m³ de hormigón permeable fresco

- Desde 250 hasta 380 kg, ventajosamente de 300 a 380 kg, más ventajosamente desde 330 hasta 380 kg, de un aglomerante hidráulico;
- desde 87 hasta 171 litros, ventajosamente desde 100 hasta 152 litros, más ventajosamente desde 87 hasta 133 litros, de agua, estando la razón en masa de peso de agua/peso de aglomerante hidráulico comprendida entre 0,35 y 0,45;
- desde 800 hasta 1400 kg, ventajosamente desde 800 hasta 1000 kg, de agregados gruesos que presentan un diámetro comprendido entre 10 mm y 32 mm;
- desde 200 kg hasta 600 kg, más ventajosamente desde 200 hasta 400 kg, de agregados gruesos que presentan un diámetro comprendido entre 6 mm y 10 mm,
- desde 600 hasta 1200 kg, ventajosamente desde 800 hasta 1000 kg, de agregados finos que presentan un diámetro comprendido entre 0 mm y 6 mm.

Procedimiento de fabricación:

Un objeto de la invención es también un procedimiento para fabricar una estructura de pavimento de hormigón 1 de la invención, en la que la capa de hormigón permeable modificado con elastómero se deposita directamente sobre la capa de base de hormigón antes del endurecimiento de dicha capa de base de hormigón.

Por consiguiente, el procedimiento no requiere incluir una capa adicional para mejorar la adherencia entre la capa de base de hormigón y la capa de hormigón permeable modificado con elastómero. El método de construcción preferido es el que se denomina "húmedo sobre húmedo": la capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2 se vierte y se coloca antes del tiempo de fraguado final de la capa de base de hormigón 3.

En una forma de realización preferida, se deposita una capa de base de hormigón siguiendo métodos tradicionales. La carretera puede haberse preparado con una o muchas capas de subbase (principalmente agregados). Las capas de subbase (5, 6) se preparan normalmente con una receta de mezclado de diferentes tamaños de roca triturada que forman juntos el agregado. Un agregado se prepara normalmente a partir de roca recién extraída, o algunas veces se permite que se prepare a partir de hormigón de asfalto reciclado y/o hormigón de cemento Portland.

Tras la deposición de la capa de base de hormigón 3, pero antes del fraguado final, la capa de hormigón permeable modificado con elastómero 2 se vierte y se coloca sobre la capa de base de hormigón 3. Este proceso se denomina proceso de húmedo-húmedo y permite una buena fuerza de adherencia.

El principio de este método es colocar una superficie de hormigón relativamente delgada, de alta calidad inmediatamente encima de una capa de hormigón inferior cuando está todavía plástica. Para una buena adherencia a la capa inferior, se recomienda colocar la capa superior en el plazo de 15 a 90 minutos (idealmente en el plazo de 60 minutos) de la capa de hormigón inferior.

Las capas de hormigón 2, 3 pueden curarse secadas; lo que significa que el curado de la lámina plástica, compuesta puede no requerirse. La reacción hidráulica del aglomerante no requiere calor, catalizador de tratamientos UV.

Las capas pueden colorearse fácilmente, mediante procedimientos bien conocidos.

La rugosidad negativa de la superficie superior, que permite la comodidad y seguridad de la carretera, se logra

utilizando procedimientos bien conocidos de colocación tales como una compactación realizada mediante un dispositivo deslizante (rodillo, tubo de metal cilíndrico...).

5 Además de las propiedades ya divulgadas, la estructura de pavimento de hormigón de la invención es respetuosa con el medio ambiente (la utilización de productos químicos adicionales se reduce globalmente) y proporciona una gran elección estética a las autoridades.

La reducción del ruido es comparable a la de hormigón con asfalto muy delgado (BBTM).

10 En cuanto a los costes, es competitivo con el hormigón de asfalto.

Un objeto de la invención es también una carretera que comprende la estructura de pavimento de hormigón 1 de la invención.

15 Esta carretera es en particular para el tráfico de vehículos, incluyendo carga pesada y tráfico denso. En particular, la carretera es una autopista.

20 Un objeto adicional de la invención es la utilización de un elastómero en una capa de hormigón permeable modificado con elastómero de la estructura de pavimento de la invención para mejorar la resistencia al deslizamiento de la capa de hormigón permeable.

El elastómero y la capa de hormigón permeable modificado con elastómero son tal como se dieron a conocer anteriormente.

25 En esta memoria se incluyen las reivindicaciones adjuntas:

30 - los valores de resistencia a la flexión se miden tras el curado en seco durante siete días a 20°C, al 50% de humedad relativa en muestras de prueba con forma de prisma que presentan una anchura de 4 cm y una altura de 7 cm y una longitud de 16 cm; soportadas en dos puntos, aplicándose la fuerza en el medio; la fuerza aplicada a la muestra se aumenta a una velocidad de 0,05 kN/s durante las pruebas,

- los porcentajes, a menos que se especifique lo contrario, son en peso,

35 - la fuerza de adherencia se mide mediante la norma NF EN 1542 publicada en 1999,

- el escamado se determina mediante el seguimiento continuo de la pérdida de masa de muestras de prueba cúbicas de 10*10*10 cm que se sumergen en agua con sal del 3% de NaCl durante los ciclos de congelación-descongelación según la figura 5,

40 - el desmoronamiento se determina mediante la norma ASTM C1747 / C1747M - 13 publicada en 2013, y

- la resistencia al deslizamiento se determina mediante la prueba de Wehner & Schulze descrita en la norma NF EN 12697-49 publicada en 2014.

45 Método para medir el contenido de vacío del elemento de hormigón permeable

Los vacíos contenidos en el hormigón permeable se calculan a partir del peso y el volumen aparente del hormigón compactado.

50 **Ejemplos**

En los ejemplos, los materiales están disponibles de los siguientes proveedores:

CEM I 52.5	LafargeHolcim, « Saint Pierre la Cour »
Agregados gruesos 1,6/3	LafargeHolcim, planta de Cassis (Francia)
Agregados finos 0/0,312	LafargeHolcim, planta de Fulchiron (Francia)
Superplastificante ADVA® Flow 450	Grace Construction Products
Látex Etonis® 260	Wacker Polymers
Polvo Etonis® 850	Wacker Polymers
Látex Primal® CM 160	Dow construction chemicals
Látex ChrysoCim®	Chryso

55 Las diferentes familias de látex utilizadas son:

Tabla 1

Nombre	Producto químico	Utilizado en las mezclas
Etonis® 260	Éster del ácido acrílico + etileno + ésteres vinílicos + agua	C1, C2
Etonis® 850	Copolímero de acetato de vinilo/etileno (polvo)	C3, C4
Primal® CM 160	Polímero en emulsión acrílico	C5, C6
ChrysoCim®	Emulsión de estireno-butadieno	C7

Las siguientes mezclas de hormigón se utilizan para las pruebas:

5

Estrato de desgaste:

Tabla 2

Mezcla	Agregados 1,6/3 (kg/m ³)	Arena triturada 0/0,312 (kg/m ³)	CEM I (kg/m ³)	Super-plastificante	Elastómero	w/c	Agua libre (L)	Contenido de vacío (en volumen)
R	1675	104	305	3,0	0,0	0,4	121,9	17%
C1	1650	103	302	1,5	27,2	0,4	120,4	21%
C2	1650	103	286	1,4	51,5	0,4	114,0	18%
C3	1650	103	284	2,1	14,2	0,4	113,3	21%
C4	1650	103	255	1,9	25,5	0,4	101,8	19%
C5	1650	103	301	1,5	30,1	0,4	120,1	16%
C6	1650	103	284	0,7	56,9	0,4	113,5	21%
C7	1650	103	283	0,0	61,5	0,4	112,8	20%

10

Para todas, el volumen de pasta es de 230 l/m³

El hormigón se compacta, en cualquier caso, mediante un martillo vibratorio.

15

El hormigón se cura, en cualquier caso, mediante curado secado al 50% de HR a 20°C.

Estrato de base:

CEM I 52.5	LafargeHolcim, « Saint Pierre la Cour »
Agregados gruesos 11/22	LafargeHolcim, planta de Cassis (Francia)
Agregados gruesos 6/10	LafargeHolcim, planta de Cassis (Francia)
Agregados finos 0/5	LafargeHolcim, planta de St Bonnet (Francia)

Mezcla	Agregados gruesos 11/22 (kg/m ³) ^o	Agregados gruesos 6/10 (kg/m ³)	Agregados finos 0/5 (kg/m ³)	CEM I (kg/m ³)	w/c	Agua libre (litros)
RCC	1124.6	265.7	714.8	250	0,4	100

20

Procedimiento de fabricación del pavimento de hormigón:

El hormigón se compacta, en cualquier caso, mediante un martillo vibratorio.

25

El hormigón se cura, en cualquier caso, mediante curado secado al 50% de HR a 20°C.

Resultados:

30

• *Resistencias mecánicas del estrato de desgaste*

Los resultados se proporcionan en la figura 2. El látex ayuda a mejorar la resistencia a la flexión (hasta el 40%). El estrato de desgaste de la invención satisface el requisito de SETRA (Service d'Etudes sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements, Institución francesa de las carreteras) que requiere 3,3 MPa de resistencia a la tracción por compresión diametral.

35

• *Fuerza de adherencia*

La fuerza de adherencia a la capa de base de hormigón con 4 situaciones de húmedo sobre húmedo se compara:

40

- sin recubrimiento de pegajosidad

- con un recubrimiento de pegajosidad de pasta de cemento
- con un recubrimiento de pegajosidad de látex
- con segregación

5 Los resultados se proporcionan en la figura 3

REF: sin elastómero en capa de hormigón permeable
LAT: con elastómero en capa de hormigón permeable.

10 Los mejores resultados se obtienen sin recubrimiento de pegajosidad.

La fuerza de adherencia por tracción es muy buena, y no hay necesidad de añadir un recubrimiento de pegajosidad (o una capa de adherencia) entre la capa de base de hormigón y la capa de hormigón permeable con elastómero.

15

• *Desmoronamiento a los 28 días*

Los resultados se proporcionan en la figura 4. La adición de látex mejoró significativamente la resistencia al desmoronamiento del hormigón permeable.

20

En comparación con Hydromedia® (Vpasta = 160 l, W/C = 0,34, divulgado en el documento WO2012/001292) el desmoronamiento mejora.

25

• *Escamado (condición de clima frío)*

El ciclo de congelación-descongelación se divulga en la figura 5. Los resultados se proporcionan en la figura 6

La adición de látex mejoró significativamente la resistencia al escamado del hormigón permeable.

30

En comparación con Hydromedia® (Vpasta = 160l, w/c = 0.34, divulgado en el documento WO 2012/001292) el desmoronamiento mejora.

35

• *Resistencia al deslizamiento*

Los resultados se proporcionan en la figura 7

La capa de desgaste de la invención se ha comparado con una capa de asfalto muy delgada, descrita en el artículo de Friel *et al.* ("Use of Wehner Schulze to predict skid resistance of Irish surfacing materials", Shaun FRIEL, Malal Kane, David WOODWARD). En la figura 7, esta referencia se denomina "lfsttar_VTAC".

40

Las resistencias al deslizamiento son comparables.

La adición de látex aumentó la resistencia al deslizamiento.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Estructura de pavimento de hormigón (1) que comprende una capa de base (3) recubierta directamente por una capa de desgaste (2), en la que la capa de base (3) es una capa de base de hormigón y la capa de desgaste (2) es una capa de hormigón permeable modificado con elastómero, que presenta un espesor por debajo de 4 cm, un contenido de vacío comprendido entre el 5% y el 20%, preferentemente entre el 5% y el 10% en volumen, y el diámetro máximo de los agregados presentes en dicha capa de hormigón permeable modificado con elastómero es de 10 mm.
- 10 2. Estructura de pavimento de hormigón (1) según la reivindicación 1, en la que la capa de hormigón permeable modificado con elastómero (2) presenta un coeficiente de fricción, medido mediante el método de Wehner & Schulze, μ_{WS} , por encima de 0,32, a 180000 ciclos de pulido.
- 15 3. Estructura de pavimento de hormigón (1) según la reivindicación 1 o 2, en la que la capa de base de hormigón (3) es un pavimento sin pasadores, un pavimento de hormigón simple con juntas, un pavimento de hormigón reforzado con juntas, un pavimento de hormigón reforzado de manera continua, o ventajosamente una capa de base de bajo coste tal como hormigón compactado con rodillo u otro hormigón formado por encofrado deslizante de bajo coste.
- 20 4. Estructura de pavimento de hormigón (1) según la reivindicación 1, 2 o 3, en la que la capa de base de hormigón (3) directamente recubierta por una capa de hormigón permeable modificado con elastómero (2) presenta una resistencia a la compresión, a los 28 días, por encima de 20 MPa, ventajosamente por encima de 25 MPa.
- 25 5. Estructura de pavimento de hormigón (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la capa de base de hormigón (3) fraguado directamente recubierta por una capa de hormigón permeable modificado con elastómero (2) presenta una fuerza de resistencia a la flexión, a los 28 días, por encima de 8 MPa, ventajosamente por encima de 9 MPa.
- 30 6. Estructura de pavimento de hormigón (1) según cualquiera de las de reivindicaciones anteriores, en la que la fuerza de adherencia por tracción entre la capa de base de hormigón (3) y la capa de hormigón permeable modificado con elastómero (2) está por encima de 2,5 MPa.
- 35 7. Estructura de pavimento de hormigón (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el contenido de vacío del hormigón permeable modificado con elastómero (2) está comprendido entre el 5% y el 20%, preferentemente entre el 5% y el 10%, en volumen.
- 40 8. Estructura de pavimento de hormigón (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el hormigón permeable modificado con elastómero comprende, por m³ de hormigón permeable fresco
- 45 - entre 220 y 380 kg, ventajosamente entre 255 y 380 kg, más ventajosamente entre 350 y 380 kg, de un aglomerante hidráulico;
- 50 - entre 86 y 148 litros de agua, estando la razón en masa de peso de agua/peso de aglomerante hidráulico comprendida entre 0,3 y 0,5;
- 55 - entre 1210 y 1720 kg de agregados gruesos que presentan un diámetro comprendido entre 1,6 mm y 10 mm;
- 60 - entre 30 y 520 kg de agregado fino triturado o natural que presenta un diámetro comprendido entre 0 mm y 2 mm;
- en la que todos los agregados presentan un diámetro máximo, D_{max}, igual a o por debajo de 10 mm;
- 65 - un elastómero.
9. Estructura de pavimento de hormigón (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que en el hormigón permeable modificado con elastómero, los agregados gruesos que presentan un diámetro comprendido entre 1 mm y 10 mm y la arena triturada que presenta un diámetro comprendido entre 0 mm y 1 mm constituyen entre el 80% y el 100%, ventajosamente entre el 90% y el 100%, en masa de todos los agregados.
10. Estructura de pavimento de hormigón (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el hormigón permeable modificado con elastómero comprende un superplastificante, ventajosamente en un contenido comprendido entre el 0% y el 5% en peso, basándose en el peso del aglomerante hidráulico.
11. Estructura de pavimento de hormigón (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el

ES 2 716 406 T3

elastómero es introducido en forma de un látex, en particular una emulsión de caucho de estireno-butadieno, una emulsión de neopreno, una emulsión de ácido acrílico, una emulsión de acrilato, una emulsión de estireno-acrilato, una emulsión de acetato de vinilo-etileno, una emulsión de acrilato-etileno-éster vinílico, o una mezcla o dos o más de estas emulsiones.

5

12. Estructura de pavimento de hormigón según la reivindicación 10, en la que el elastómero es un copolímero de acetato de vinilo - etileno - ésteres del ácido (met)acrílico.

10

13. Estructura de pavimento de hormigón (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que, en el hormigón permeable modificado con elastómero, el aglomerante hidráulico es cualquier cemento Portland habitual, CEM I, CEM II, CEM III, CEM IV o CEM V tal como se define en la norma de cemento EN 197-1.

15

14. Estructura de pavimento de hormigón (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la capa de base de hormigón es un hormigón compactado con rodillo.

20

15. Procedimiento para fabricar una estructura de pavimento de hormigón (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la capa de hormigón permeable modificado con elastómero (2) es directamente depositada sobre la capa de base de hormigón (3) antes del endurecimiento de dicha capa de base de hormigón (3).

25

16. Carretera, en particular autopista, que comprende la estructura de pavimento de hormigón (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.

17. Utilización de un elastómero en una capa de hormigón permeable modificado con elastómero de la estructura de pavimento según las reivindicaciones 1 a 14, para mejorar la resistencia al deslizamiento de la capa de hormigón permeable.

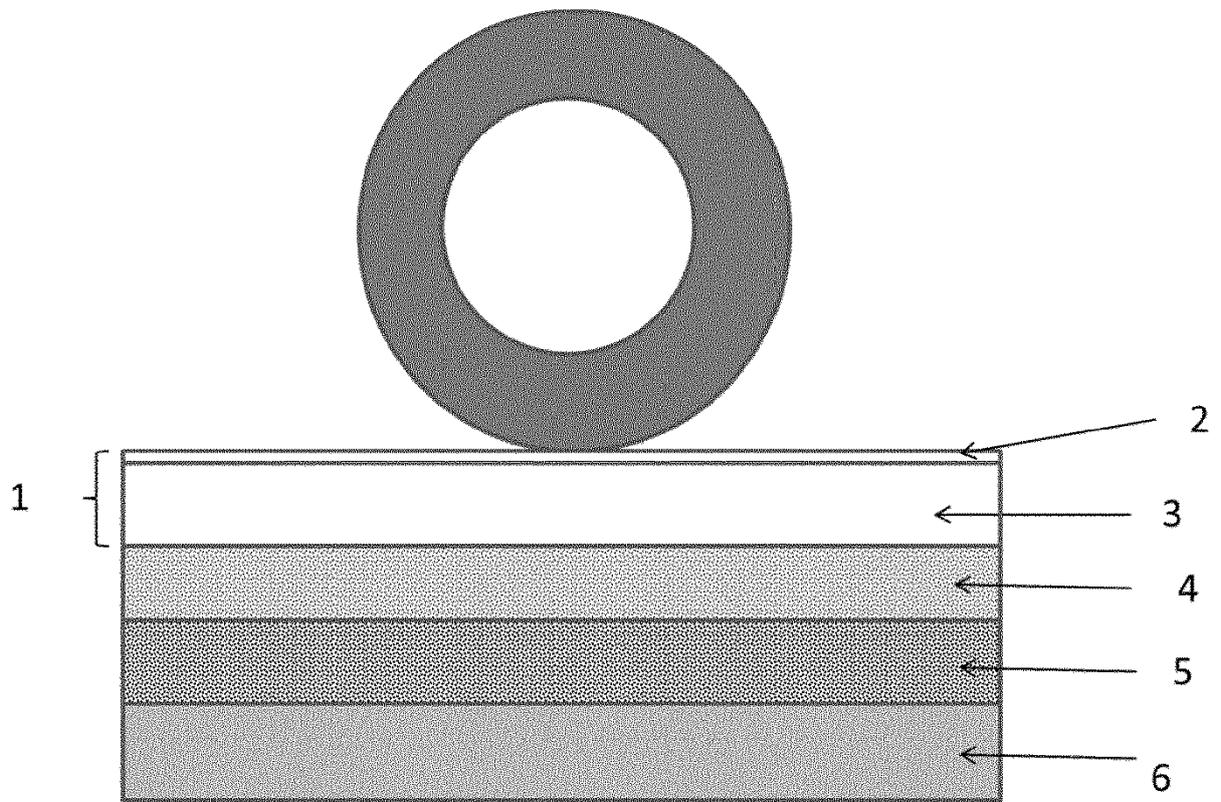


FIG. 1

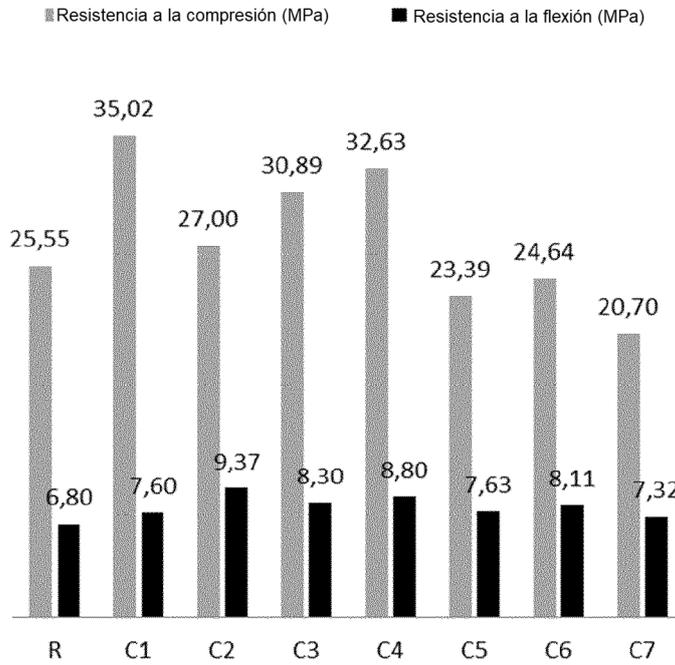


FIG 2

Fuerza de adherencia húmedo sobre húmedo

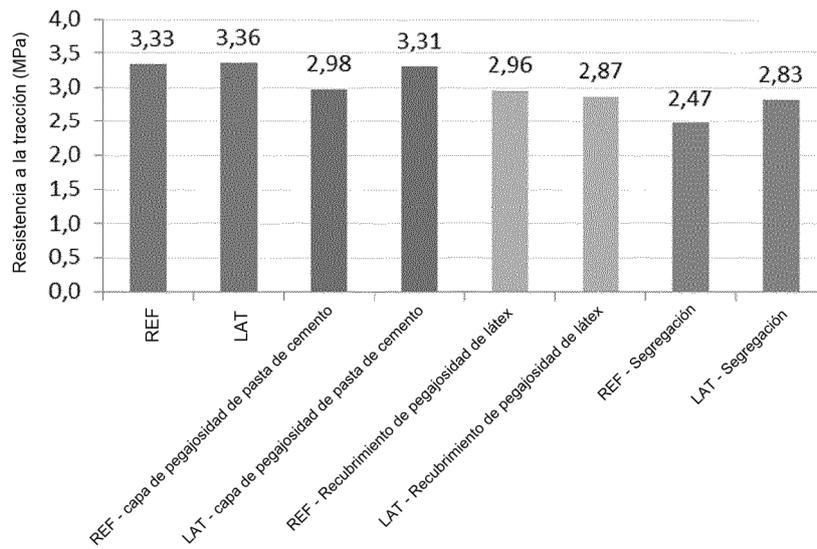


FIG 3

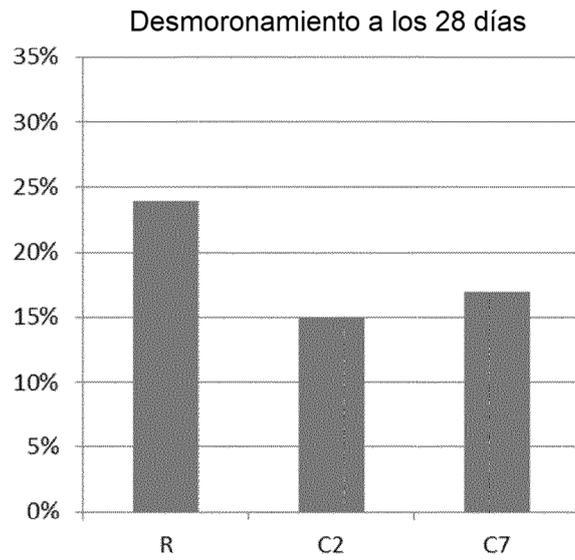


FIG 4

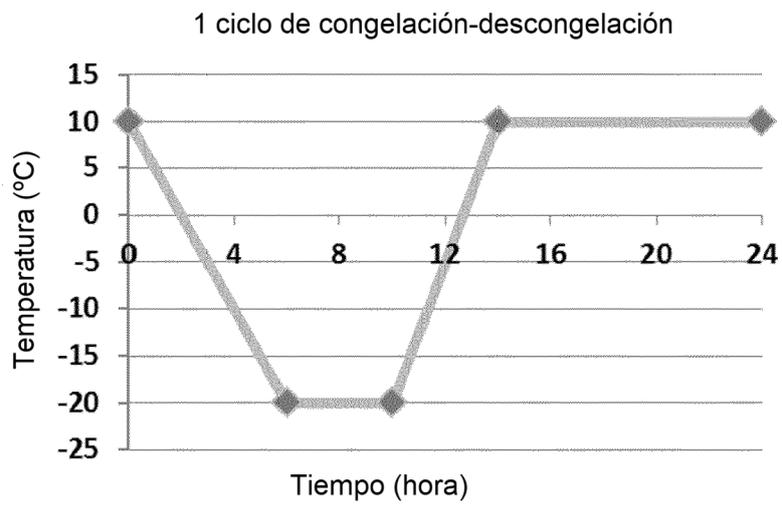


FIG 5

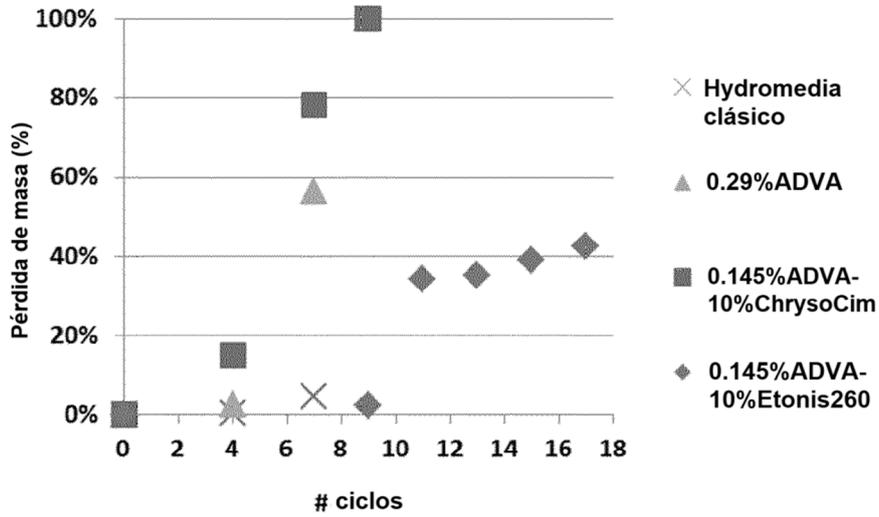


FIG 6

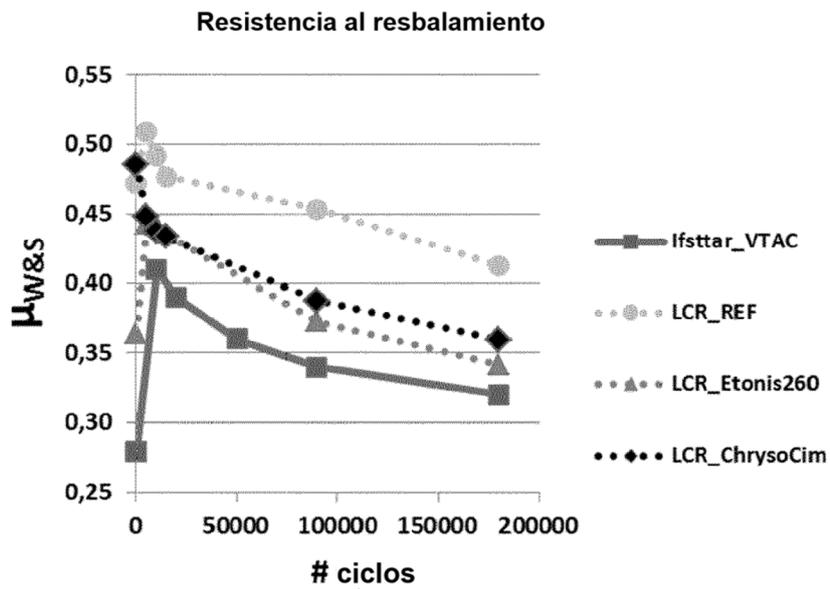


FIG 7