



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 360 327**

② Número de solicitud: 200902245

⑤ Int. Cl.:  
**C04B 16/02** (2006.01)  
**C04B 16/06** (2006.01)  
**C04B 14/48** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **23.11.2009**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **03.06.2011**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**03.06.2011**

⑦ Solicitante/s:  
**Universitat Politècnica de Catalunya  
c/ Jordi Girona, 31  
08034 Barcelona, ES**

⑦ Inventor/es: **Soares Klein, Nayara;  
Aguado de Cea, Antonio y  
Masó Gamell, Domènec**

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Hormigón autocompactante ligero con fibras estructurales para rehabilitación de forjados de edificios.**

⑤ Resumen:

Hormigón autocompactante ligero con fibras estructurales para rehabilitación de forjados de edificios.

Comprende un hormigón producido mediante una dosificación estándar, con utilización de materiales convencionales asociados a áridos ligeros de arcilla expandida, fibras y aditivos químicos, plastificante, superplastificante y cohesionante, éste último consistente en un polvo de metilcelulosa.

Se obtiene un material con características en estado fresco y endurecido bien definidas. El escurrimiento es del orden de 650 mm y reducción a 575 mm en la presencia del anillo japonés, siendo un material homogéneo y con buena capacidad de pasaje por obstáculos. En estado endurecido, presenta densidad en el entorno de 1600 kg/m<sup>3</sup>, con resistencia mecánica próxima a los 20 MPa de resistencia a compresión y 1,2 MPa de resistencia a tracción, a los 28 días. El método comprende aplicar el hormigón producido en la rehabilitación de forjados, en el que el elemento estructural sea la bóveda catalana.

ES 2 360 327 A1

## DESCRIPCIÓN

Hormigón autocompactante ligero con fibras estructurales para rehabilitación de forjados de edificios.

### 5 Sector de la técnica

La presente invención concierne a un hormigón ligero autocompactante con fibras, denominado aquí, HLACF, producido mediante una dosificación estándar, la cual contempla la utilización de materiales convencionales asociados a áridos ligeros de arcilla expandida, fibras estructurales y aditivos químicos (plastificante, superplastificante y cohesionante).

### Estado de la técnica anterior

La aplicación de los hormigones convencionales de densidad estándar en estructuras de edificios es práctica común en la industria de la construcción. El refuerzo convencional con barras de acero es utilizado en la mayoría de los casos de aplicación. Por otro lado la introducción de fibras en los hormigones es una técnica que tiene elevada aceptación, puesto que proporciona una respuesta adecuada a las necesidades estructurales presentes en muchas situaciones. Las fibras incorporadas en hormigones son responsables de mejorar la capacidad de absorción de energía del material, así como su ductilidad. Algunos estudios muestran que la energía de fractura de un hormigón convencional puede ser elevada en 40 a 50 veces en respuesta a la introducción de fibras de acero en la mezcla. Las fibras actúan como un puente entre las fisuras formadas, confiriendo resistencia residual a tracción al hormigón.

De la misma manera, los hormigones de baja densidad (hormigones ligeros) están siendo cada vez más aplicados estructuralmente. La posibilidad de reducción del peso propio del hormigón asociado al mantenimiento de la resistencia mecánica permite reducir las cargas aplicadas sobre las fundaciones, lo que resulta en viabilidad técnica y económica.

Ahora bien los hormigones convencionales y los hormigones ligeros requieren energía y mano de obra considerables para que sean realizadas las actividades de puesta en obra y acabado. Una alternativa a dichos problemas es el uso de los hormigones autocompactantes (HAC, o SCC por sus siglas en inglés), es decir hormigones muy fluidos, homogéneos y estables, capaces de deformarse por acción de su propio peso, llenando todos los sectores del encofrado sin necesidad de vibración interna ni externa y con capacidad para sortear obstáculos (por ejemplo armaduras de refuerzo), puesto que su utilización permite reducir la mano de obra en el lanzamiento y mejorar la cualidad del acabado de las piezas. Además, los HAC aportan reducción del ruido durante la puesta en obra, lo que permite el hormigonado en locales en que exista el control sonoro y resulta positivo a la salud de los trabajadores.

En general, un HAC debe presentar elevada fluidez, resistencia a la segregación y habilidad de pasaje por obstáculos (como las barras de armadura). Con todo, la incorporación de fibras en ese tipo de hormigón puede afectar la citada capacidad o habilidad de pasaje del material a través de los obstáculos, dependiendo del contenido añadido y de la longitud de las fibras. Complicaciones referentes a la homogeneidad del material pueden ocurrir también en el caso de las fibras de acero. La elevada densidad de esas fibras propicia la segregación, siendo necesario elevar la cohesión de la mezcla, lo que reduce la fluidez. Igualmente, la incorporación de áridos ligeros en los HAC demanda elevación de la cohesión, puesto que esos materiales tienden a flotar debido a su baja densidad.

En los documentos WO-A-2006/056205, WO-A-2007/009408, US-A-2007/0163470, CN-A-101139192 y FR-A-2919602 se describen diferentes aplicaciones utilizando HACs.

Aunque sean observadas complicaciones como las citadas anteriormente, la literatura técnica es abundante en referencias de HAC con adición de fibras o áridos ligeros. Sin embargo, la combinación de los tres materiales no es comúnmente encontrada y las informaciones respecto a las propiedades del material en estado fresco y endurecido son insuficientes.

A manera de ejemplo cabe señalar que en el reciente congreso internacional SCC2008 celebrado en Chicago (USA), de las numerosas comunicaciones presentadas (128) sólo una de ellas incidía en este tipo de solución, Tasdemir *et al.* (2008) "Comparison of workability and mechanical properties of normal and lightweight SCCs with and without steel fibers". En dicha comunicación se describe un HAC (SCC) utilizando fibras de acero y árido ligero de piedra-pómez.

La presente invención aporta una propuesta alternativa de un HAC con adición de fibras y áridos ligeros que consigue unas mejores prestaciones respecto al hormigón HAC descrito en la referida comunicación de Tasdemir *et al.*

### Explicación de la invención

Aparece necesario ofrecer una alternativa al estado de la técnica que permita obtener un HAC ligero con fibras es decir un HLACF, que posibilite aplicación estructural de un material de baja densidad y pueda ser lanzado en los más diversos sitios, incluso aquellos que no permiten la vibración del hormigón.

## ES 2 360 327 A1

Para ello, la presente invención aporta, en un primer aspecto un hormigón que reúne las prestaciones requeridas para la aplicación estructural, en particular para la rehabilitación de forjados de edificios, asociadas a una baja densidad. Igualmente, el comportamiento en estado fresco es de elevada fluidez y trabajabilidad, estando en el rango de los hormigones autocompactantes.

5 De acuerdo con la invención se propone un hormigón autocompactante ligero con fibras, del tipo que incluye áridos naturales, áridos ligeros y fibras, caracterizado porque dichos áridos ligeros son de arcilla expandida y han sido dosificados de modo que aporten una baja densidad (de 1.400 a 1.800 kg/m<sup>3</sup>) asociada a la posibilidad de bombeo de la mezcla, las fibras son fibras estructurales (de acero o de poliéster) y se utiliza al menos un aditivo químico plastificante,  
10 una carga calcárea y un aditivo cohesionante de metilcelulosa.

Con el fin de alcanzar las prestaciones requeridas, se ha utilizado una relación agua/cemento en el entorno de 0,45, consumo de cemento entre 425 y 475 kg/m<sup>3</sup> y un total de finos entre 550 y 650 kg/m<sup>3</sup>. Los áridos naturales utilizados son provenientes del machaqueo y consisten en una arena 0-4 mm y un árido 4-10 mm. Los áridos ligeros son de  
15 arcilla expandida y han sido utilizados en dos tamaños y densidades. El árido ligero 6-16 mm tiene densidad 325 ± 50 kg/m<sup>3</sup> y el árido ligero 3-10 mm tiene densidad 550 ± 50 kg/m<sup>3</sup>. El esqueleto granular ha sido dosificado de modo a aportar baja densidad asociada a posibilidad de bombeo de la mezcla. La adición de fíller o carga calcárea y aditivos químicos plastificante, superplastificante y cohesionante es absolutamente imprescindible a la obtención del hormigón propuesto. Como cohesionante se utiliza un polvo de metilcelulosa, el cual permite conseguir una sinergia entre los  
20 materiales componentes de la mezcla aunque ellos presenten diferentes densidades. Por último, se han utilizado fibras estructurales (de acero o de poliéster) de 30 mm de longitud y 0,5 mm de diámetro, en el entorno de 0,4%, en volumen.

El uso combinado de áridos naturales de densidad estándar y áridos ligeros responde a la necesidad de conseguir cierta trabajabilidad en base al esqueleto granular, que en este caso se obtiene mejor con los áridos naturales que no  
25 con las arenas artificiales procedente del machaqueo de áridos artificiales de mayor tamaño. Los áridos ligeros se dejan para la fracción mayor de los áridos. Asimismo, la razón de la incorporación del fíller es por un lado, mejorar aspectos de la trabajabilidad y, por otro lado, incidir en la resistencia mecánica del hormigón, actuando como material fino y mejorando la compacidad de la matriz de cemento.

El uso combinado de los aditivos, plastificante y superplastificante, tiene como objetivo la obtención de una elevada fluidez juntamente con el mantenimiento de dicha fluidez con el tiempo. El aditivo cohesionante es necesario, puesto que la obtención de cohesión por medio del aumento del material fino presente en la mezcla implica en aumento en la compacidad de la pasta y consecuente elevación del peso propio del hormigón. Así, el uso del aditivo cohesionante ha sido imprescindible y ha resultado en hormigones homogéneos, trabajables y de bajo peso. La tendencia a la  
30 flotabilidad del árido ligero ha sido controlada y las fibras han sido igualmente distribuidas por todo el hormigón.

El vertido de los componentes en la amasadora se ha hecho de forma manual y en orden inverso al tamaño del árido; empezando por los áridos gruesos, hasta el cemento y el fíller (o carga). La amasadora ha sido puesta en movimiento para homogeneización de los materiales secos. A continuación, las fibras han sido adicionadas con la  
40 amasadora en movimiento. El aditivo cohesionante, lo cual es un polvo, es añadido con la amasadora parada, seguido de movimiento para homogeneización. Cada vez que la amasadora es ascendida para homogeneizar los materiales el movimiento es aproximadamente de 30 segundos. El agua es adicionada con la amasadora en movimiento y la mezcla es aproximadamente 1 minuto. Dos litros de agua son separados para adición juntamente a los aditivos plastificante y superplastificante. Esos son añadidos al final, habiendo mezcla de 1 minuto después de la adición del plastificante y 4  
45 minutos después de la adición del superplastificante.

Los ensayos realizados en la campaña experimental para caracterización del hormigón en estado fresco son: escurrimiento (según UNE 83361: 2007), escurrimiento con el anillo japonés (según UNE 83362: 2007), aire ocluido (según UNE-EN 12350-2: 2006) y densidad (según UNE-EN 12350-6: 2006). Los ensayos en estado fresco responden  
50 a la necesidad de verificar si el hormigón producido realmente es autocompactante. Además, permiten comprobar la homogeneidad del material a través de la existencia de exudación y/o segregación de la mezcla.

En estado endurecido, los ensayos propuestos para la caracterización mecánica son: resistencia a compresión (según UNE 12390-3: 2003), resistencia a tracción - ensayo Barcelona (según PrUNE 83515: 2007) y densidad (según UNE-EN 12390-7: 2001). Los ensayos realizados en estado endurecido pretenden caracterizar las propiedades mecánicas del hormigón de modo a verificar si son compatibles con las especificaciones estructurales exigidas del material.

Los resultados obtenidos están en el entorno de 650 mm de escurrimiento. En la presencia del anillo japonés ese valor baja a 575 mm, de manera que la diferencia de las alturas del hormigón en el interior y exterior del anillo es de  
60 5 mm, lo que indica homogeneidad y capacidad de pasaje por las barras del anillo.

En lo que sigue se presentan diversas figuras que ilustran el comportamiento del hormigón. Las Figuras 1 y 2 muestran el aspecto del hormigón fresco en los ensayos de escurrimiento y escurrimiento con el anillo japonés. El ensayo de escurrimiento realizado con el cono de Abrams invertido ha mostrado que el hormigón se mantiene homogéneo al  
65 pasar por restricciones, como muestra la Figura 3.

Por su parte las Figuras 4 y 5 quieren reflejar, por un lado, la viabilidad del bombeo, tanto en dirección horizontal como vertical y, por otro lado, el aspecto de los hormigones bombeados al final del recorrido.

## ES 2 360 327 A1

### *Descripción de unos ejemplos de realización incluyendo bombeo y aplicación*

Con referencia a las figuras 1 y 2 se ha verificado que la densidad en fresco está en el entorno del 1380 kg/m<sup>3</sup> y el porcentaje de aire ocluido próxima a los 8,5%.

Por otro lado en estado endurecido, la densidad del material es aumentada, resultado de las reacciones de hidratación del cemento y consecuente aumento de la compacidad de la matriz. El valor encontrado para el material propuesto está entre 1.400 y 1.800 kg/m<sup>3</sup>. Las resistencias mecánicas observadas están en el entorno del 20 MPa de resistencia a compresión y 1,2 MPa de resistencia a tracción, a los 28 días.

Los experimentos realizados con ocasión de la verificación industrial del HLACF según la presente invención, se apoyan en la campaña experimental realizada con anterioridad, en la que se ha establecido la dosificación óptima mediante ensayos en laboratorio. El objetivo de la contrastación industrial fue la de validar los resultados obtenidos en laboratorio en escala real. Ello culminó en una prueba de bombeo del HLACF realizada en 28 Julio 2009, en la planta de hormigón preparado de PROMSA, en La Garriga.

La iniciativa de buscar realizar pruebas de bombeo para el HLACF es importante porque la puesta en obra es un condicionante respecto a la aplicación de dicho hormigón en la rehabilitación de estructuras reales. Los resultados obtenidos en laboratorio, aunque sean muy satisfactorios suelen presentar cambios, pequeños o más significativos, cuando se produce en gran escala, a nivel industrial. Ello puede ser resultado de diferentes factores, como las condiciones de almacenamiento de los materiales, la forma de vertido de esos en la amasadora o camión hormigonera, o el tipo/potencia del equipo utilizado para mezclar los materiales. El hecho de ser necesario bombear el hormigón es también un condicionante de gran influencia especialmente a los hormigones que llevan áridos ligeros, ya que estos áridos son muy porosos y deben resistir bien la presión impuesta por el equipo de bombeo y no absorber excesiva agua.

Los materiales utilizados en la prueba de bombeo realizada han sido los mismos que los utilizados en unos experimentos previos de HLACF en laboratorio. Sin embargo, la forma de almacenamiento y vertido de esos en el camión hormigonera es distinto. Como se trata de la producción de un volumen elevado de hormigón (3 m<sup>3</sup>) el vertido ha sido automatizado en la central.

La dosificación de partida del HLACF utilizado se presenta en la Tabla 1. Con todo, debido a las características del hormigón en estado fresco, ha sido necesario aumentar el consumo de agua en 15 kg/m<sup>3</sup>, resultando en un valor final de 215 kg/m<sup>3</sup>. El rango donde se pueden mover soluciones industriales se presenta asimismo en la citada tabla 1.

TABLA 1

*Dosificación de partida*

Materiales	Dosificación (kg/m <sup>3</sup> )	Dosificación (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	450	425-475
Filler calcáreo	100	75-125
Arena 0-4	500	450-550
Árido 4-10	80	70-90
Árido ligero 3-10	85	70-100
Árido ligero 6-16	85	70-100
Plastificante	2,7	2,5-3,0
Superplastificante	8,73	8,25-9,25
Pasta adhesiva	0,85	0,75-1,00
Fibras	6	5-7
Agua	200	190-225
Total	1518	--

## ES 2 360 327 A1

El orden y la forma de vertido de los materiales en el camión hormigonera se muestran en la Tabla 2. Como se observa, los áridos ligeros se han vertido manualmente, mediante una grúa ligera. En la explotación industrial los áridos estarán en silos y se incorporarán a una hormigonera mediante cinta transportadora.

5

TABLA 2

*Orden y forma de vertido de los materiales en el camión hormigonera*

10

Materiales	Forma de vertido
Árido ligero	Vertido manual, en seco
Áridos naturales, fibras, filler calcáreo y aditivo cohesionante	Desde la cinta transportadora
Cemento	Desde de los silos de la central dosificadora
Agua	Red urbana de agua y parte de agua de reciclaje (proceso realizado en la planta)
Aditivos plastificante y superplastificante	Desde de los silos de la central dosificadora

20

30

En esta contrastación se han realizados diversos ensayos de caracterización en estado fresco y endurecido. En estado fresco han sido escurrimiento (UNE 83361: 2007), escurrimiento con el anillo japonés (UNE 83362: 2007), aire ocluido (UNE-EN 12350-2: 2006) y densidad (UNE-EN 12350-6: 2006), mientras que en estado endurecido: resistencia a compresión de probetas (UNE 12390-3: 2003) y resistencia a tracción - ensayo brasileño (UNE 83306: 1985).

35

### *Resultados*

40

Tras el amasado del hormigón se ha realizado el ensayo de escurrimiento, el cual ha indicado la necesidad de ajustar la dosificación, por lo que se ha aumentado en 15 litros el consumo de agua, tal como se ha dicho previamente. Los resultados en estado fresco se presentan en la Tabla 3 y corresponden a las muestras tomadas antes y después del bombeo. En ella se observa que los resultados obtenidos muestran un hormigón autocompactante y la densidad está en el rango establecido (1.400 a 1.800 kg/m<sup>3</sup>).

45

El bombeo se ha realizado en las dos direcciones: horizontal y vertical. Es importante resaltar que antes del bombeo el hormigón presentaba un ligero exceso de agua e inicio de exudación, si bien este problema quedaba resuelto, gracias a que la presión impuesta por la bomba conduce a la penetración del agua (y también un poco de pasta) en los poros del árido ligero. Así, el hormigón pasa a tener buen aspecto, homogeneidad y resulta adecuado a la aplicación.

50

(Tabla pasa a página siguiente)

55

60

65

# ES 2 360 327 A1

TABLA 3

Resultados en estado fresco

Ensayos	Resultados		
	Antes del bombeo	Después del bombeo	
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1633	1585	
Aire ocluido (%)	10,0	11,8	
Escurrimiento (en mm)	df1	710	560
	df2	700	560
	df <sub>medio</sub>	705	560
Escurrimiento con el anillo japonés (barras con Ø 28 mm) (en mm)	df1	630	590
	df2	580	570
	df <sub>medio</sub>	605	580
	h1	70	70
	h2	80	80
	Δh	10	10

Las Figuras 4 y 5 muestran el bombeo en las direcciones horizontal y vertical, respectivamente. Se observa que el hormigón bombeado en las dos direcciones presenta un buen aspecto y homogeneidad. No se visualiza exudación y los áridos ligeros están igualmente dispersos en la mezcla, no habiendo segregación o flotabilidad de esos áridos. Además, el hormigón fluye y escurre por influencia única de su propio peso, de manera que se observa la autocompactación del material.

Los resultados en estado endurecido se presentan en la Tabla 4. En ella se observa que la resistencia a los 28 días es algo inferior a los 20 MPa inicialmente obtenidos en laboratorio. Ello puede deberse a que se ha aumentado el consumo de agua y, en consecuencia, la relación agua/cemento (de 0,45 hacia 0,48). Sin embargo, esa disminución en la resistencia no limita la aplicación del HLACF en rehabilitaciones de forjados unidireccionales, donde el aspecto estructural a compresión no es tan relevante. Es importante resaltar que el clima (sol y mucho calor) puede influir en la dosificación, circunstancia que se presentó el día de la contrastación, por lo que puede ser necesario aumentar el consumo de agua.

# ES 2 360 327 A1

TABLA 4

*Resultados en estado endurecido*

Ensayos de resistencia (MPa)		Resultados	
		Antes del bombeo	Después del bombeo
Resistencia a compresión	3 días	16,3	14,7
	7 días	14,9	14,8
	28 días	17,8	17,1
Resistencia a tracción	7 días	1,80	1,49

De los resultados observados, se concluye que la implementación industrial del HLACF se ha realizado con éxito. El hormigón bombeado presenta características en estado fresco y endurecido que permiten su aplicación en la rehabilitación de forjados. La alta trabajabilidad se verifica manteniéndose el hormigón homogéneo después del bombeo, incluso, como es el caso, utilizándose áridos ligeros en la condición seca. El calor que hacía en el día de la producción puede haber sido responsable por aumento del consumo de agua, de manera que la resistencia a compresión del hormigón ha disminuido. Con todo, eso no es limitante a la aplicación del hormigón en la rehabilitación de forjados.

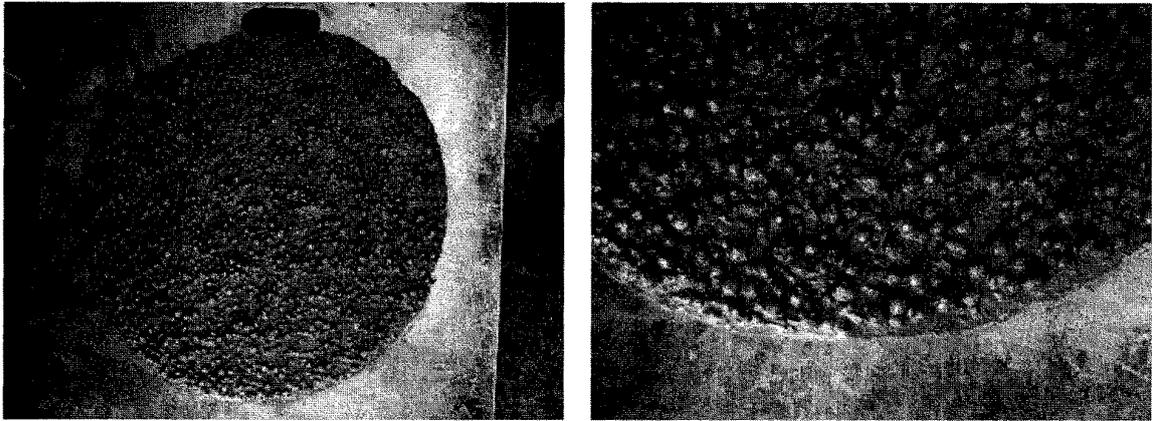
El hormigón de esta invención puede encontrar una aplicación en la rehabilitación de forjados en donde el elemento estructural es la bóveda catalana. El hormigón se aplicará en dicho caso sobre las bóvedas, siendo el material de relleno entre la bóveda cerámica y el piso superior. Ello es aplicado de esa manera puesto que el hormigón es diseñado para resistir a los esfuerzos mecánicos a los cuales será expuesto.

Un experto en la materia podría introducir cambios y modificaciones en los ejemplos de realización descritos sin salirse del alcance de la invención según está definido en las reivindicaciones adjuntas.

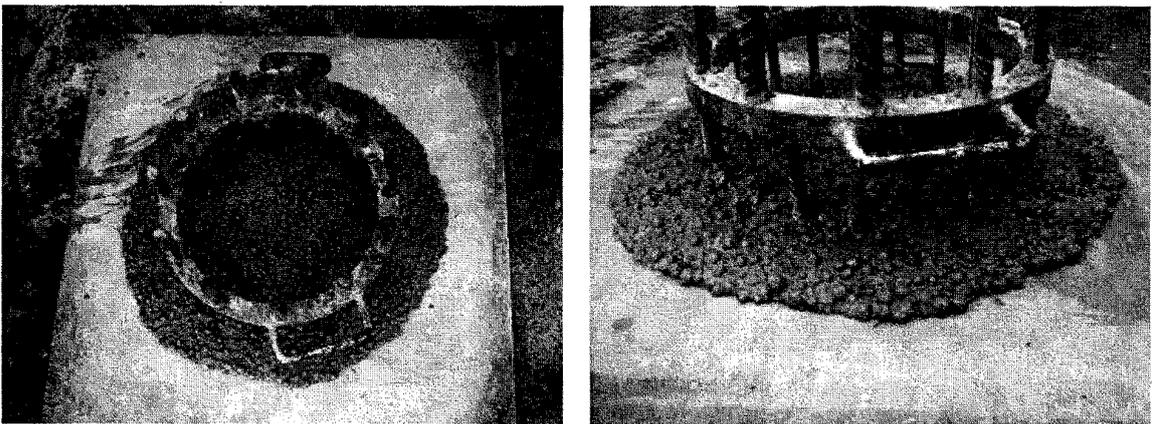
# ES 2 360 327 A1

## REIVINDICACIONES

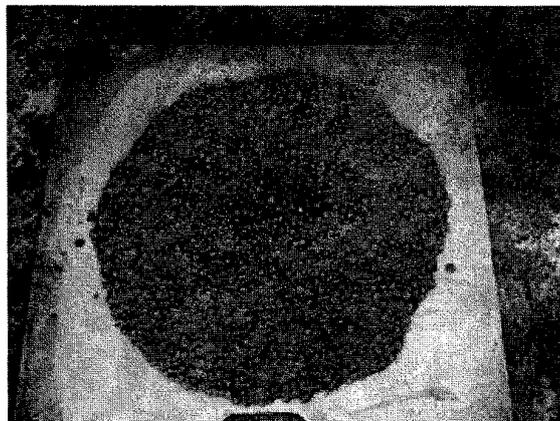
- 5 1. Hormigón autocompactante ligero con fibras, del tipo que incluye áridos naturales y áridos ligeros y fibras, **caracterizado** porque dichos áridos ligeros son de arcilla expandida y han sido dosificados de modo que aporten una baja densidad (entre 1.400 a 1.800 kg/m<sup>3</sup>) asociada a la posibilidad de bombeo de la mezcla, las fibras son fibras estructurales (de acero o de poliéster) y se utiliza al menos un aditivo químico plastificante, una carga calcárea y un aditivo cohesionante de metilcelulosa.
- 10 2. Hormigón según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho aditivo cohesionante de metilcelulosa se aporta en polvo.
3. Hormigón según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se utiliza además un aditivo superplastificante.
- 15 4. Hormigón según la reivindicación 3, en donde dicho aditivo químico superplastificante se escoge de un grupo que comprende los reductores de agua a base de policarboxilatos (con consumo entre 1,8 y 2,1% sobre el peso de cemento).
- 20 5. Hormigón según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho aditivo químico plastificante se escoge de un grupo que comprende los reductores de agua polifuncionales (con consumo entre 0,5 y 0,7% sobre el peso de cemento).
6. Hormigón según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha carga calcárea está entre 75 y 125 kg/m<sup>3</sup>.
- 25 7. Hormigón según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dichas fibras estructurales (de acero o de poliéster) son de aproximadamente 30 mm de longitud y aproximadamente 0,5 mm de diámetro utilizándose en el entorno del 0,4%, en volumen del total del hormigón.
8. Hormigón según la reivindicación 1, **caracterizado** porque presenta:
- 30 una relación agua/cemento en el entorno de 0,45;
- un consumo de cemento entre 425 y 475 kg/m<sup>3</sup>, y
- 35 un total de finos entre 550 y 750 kg/m<sup>3</sup>,
- en donde los áridos naturales utilizados son provenientes del machaqueo y consisten en una arena 0-4 mm y un árido 4-10 mm.
- 40 9. Hormigón según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los áridos ligeros son de arcilla expandida y han sido utilizados en al menos dos tamaños y densidades distintos.
10. Hormigón según la reivindicación 9, **caracterizado** porque dichos áridos ligeros comprenden:
- 45 un árido ligero 6-16 mm de densidad  $325 \pm 50$  kg/m<sup>3</sup>, y
- un árido ligero 3-10 mm de densidad  $550 \pm 50$  kg/m<sup>3</sup>,
- 50 habiéndose dosificado el esqueleto granular de manera que se aporte la citada baja densidad asociada a posibilidad de bombeo de la mezcla.
11. Hormigón según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado** porque presenta autocompactabilidad en estado fresco, con diámetro de apertura en el ensayo de escurrimiento del orden de 650 mm y reducción a 575 mm en la presencia del anillo japonés, con buena capacidad de pasaje por obstáculos.
- 55 12. Hormigón según la reivindicación 1, **caracterizado** porque tiene una densidad en estado endurecido en el entorno de 1600 kg/m<sup>3</sup>, con una resistencia mecánica en el entorno de 20 MPa de resistencia a compresión y 1,2 MPa de resistencia a tracción, a los 28 días.
- 60
- 65



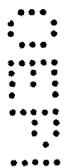
**Fig. 1**

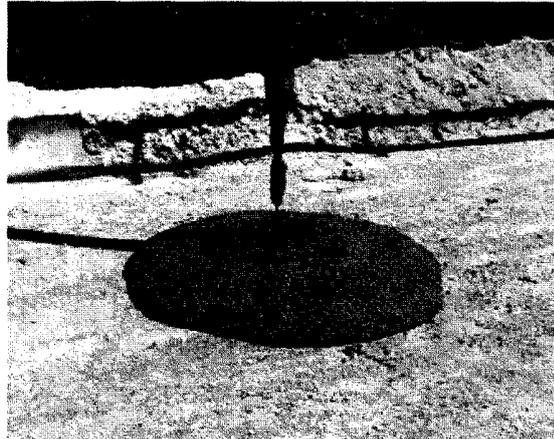
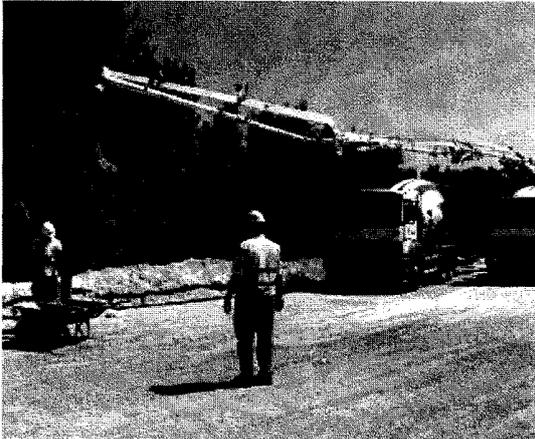


**Fig. 2**

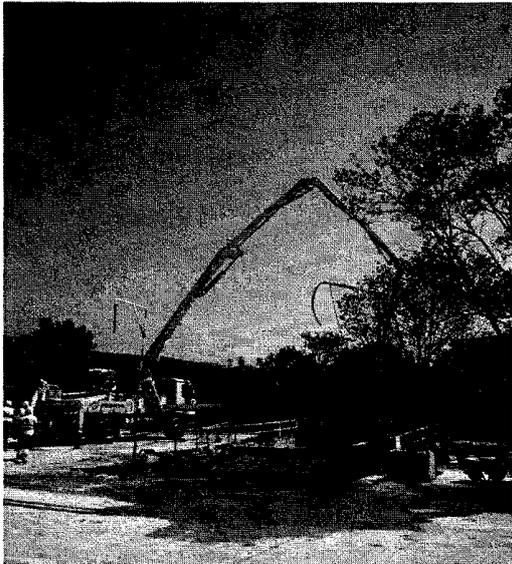


**Fig. 3**





**Fig. 4**



**Fig. 5**



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud:200902245

②② Fecha de presentación de la solicitud: 23.11.2009

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2004094863 A1 (BÜRGE et al.) 20.05.2004, reivindicaciones 1,4,18.	1-12
A	US 2003159391 A1 (NAJI et al.) 28.08.2003, reivindicaciones 1,8,18.	1-12

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  
21.12.2010

Examinador  
J. García Cernuda Gallardo

Página  
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**C04B16/02** (01.01.2006)

**C04B16/06** (01.01.2006)

**C04B14/48** (01.01.2006)

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

C04B

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

INVENES, WPI, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 21.12.2010

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-12	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-12	<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	US 2004094863 A1 (BÜRGE et al.)	20.05.2004
D02	US 2003159391 A1 (NAJI et al.)	28.08.2003

**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 un hormigón autocompactante ligero con fibras, que incluye áridos naturales y ligeros que son de arcilla expandida para aportar una baja densidad asociada a la posibilidad de bombeo de la mezcla y en el que se utiliza al menos un aditivo plastificante, una carga calcárea y un aditivo cohesionante de metilcelulosa (reiv. 1).

El documento D01 se refiere a un material compuesto y un artículo conformado con conductividad térmica y densidad específica a demanda. Según la reiv. 1 comprende áridos, partículas ultrafinas, aglutinante, cementoso y material polímero. En la reiv. 4 se menciona la arcilla expandida como posible componente, y en la reiv. 18 hidroxipropil-celulosa. Este material coincide parcialmente con el de la solicitud en algunos de los componentes, pero no se menciona en ningún momento una composición que anticipe la reivindicada en la solicitud.

El documento D02 se refiere a un hormigón ligero con un aglutinante cementoso, áridos gruesos, un aditivo de cementos (reiv. 1) y en la reiv. 8 se mencionan derivados celulósicos, aunque no la metilcelulosa de la solicitud, y en la reiv. 18 materiales arcillosos. No queda anticipada una descripción de los componentes de la solicitud en su totalidad.

Los documentos D01 y D02 reflejan el estado de la técnica. No anticipan en contenido de las reivindicaciones de la solicitud, la cual cuenta con novedad y actividad inventiva en todas sus reivindicaciones, según los art. 6.1 y 8.1 de la L.P.