

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 782**

21 Número de solicitud: 201331509

51 Int. Cl.:

C04B 28/00 (2006.01)

C04B 40/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

14.10.2013

43 Fecha de publicación de la solicitud:

14.05.2015

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2014/070775

71 Solicitantes:

ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A.
(100.0%)

Campus Palmas Altas C/ Energia Solar 1
41014 Sevilla ES

72 Inventor/es:

GONZALEZ ROUBAUD, Edouard;
PEREZ OSORIO, David;
PRIETO RIOS, Cristina;
RODRIGUEZ MONTERO, José y
BAILÓN PÉREZ, Lázaro José

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **HORMIGÓN AUTOCOMPACTABLE DE ALTA RESISTENCIA Y SU PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN**

57 Resumen:

Hormigón autocompactable de alta resistencia y su procedimiento de obtención.

La presente invención se refiere a la composición de un hormigón autocompactable de alta resistencia a la compresión. Este hormigón alcanza resistencias a la compresión superiores a 100 MPa a 28 días manteniendo su propiedad autocompactable. Además la presente invención se refiere al procedimiento de obtención del hormigón autocompactable de alta resistencia y al uso del mismo como hormigón estructural de estructuras tales como estructuras pretensadas y postensadas, puentes, túneles, cimentaciones, edificaciones, reactores nucleares, acumuladores, depósitos y tanques de almacenamiento.

ES 2 535 782 A1

HORMIGÓN AUTOCOMPACTABLE DE ALTA RESISTENCIA Y SU PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN

DESCRIPCIÓN

5

La presente invención se refiere a la composición de un hormigón autocompactable de alta resistencia a la compresión. Este hormigón alcanza resistencias a la compresión superiores a 100 MPa a 28 días manteniendo su propiedad autocompactable. Además la presente invención se refiere al procedimiento de obtención del hormigón autocompactable de alta resistencia y al uso del mismo como hormigón estructural de estructuras tales como estructuras pretensadas y postensadas, puentes, túneles, cimentaciones, edificaciones, reactores nucleares, acumuladores, depósitos y tanques de almacenamiento. Por tanto, la invención se podría encuadrar en el campo de la construcción, en obras de arquitectura e ingeniería.

15

ESTADO DE LA TÉCNICA

Actualmente existen, por un lado, hormigones de altas resistencias tales como los descritos en ES2360003 y ES2076129 que superan los 50 MPa y los 80 MPa a los 28 días respectivamente pero que no alcanzan los requerimientos de 50 MPa a los 28 días, ni presentan la característica de autocompactabilidad.

Los descritos en US20120037045 y US4588443 presentan resistencias a compresión de 100 MPa y de 128 MPa a 28 días respectivamente, y el descrito en WO02083590 que alcanza 200 MPa a los 28 días de edad, sin embargo, siguen sin contar con la característica de autocompactabilidad deseada

Por último, existe un hormigón de alta resistencia patentado (*patente GB 0109686.6*) y registrado bajo la marca *CARDIFRC*[®], que se encuadra en los hormigones de altas prestaciones reforzado con fibras de acero, pudiendo alcanzar resistencias a compresión de 200 MPa a 28 días, sin embargo no posee tampoco propiedades autocompactables.

Por otro lado, en la actualidad existen hormigones autocompactables, como el descrito en US2011/0219987, pero que no alcanzan resistencias superiores a 50 MPa a 28 días, requisito indispensable para denominarse hormigón de alta resistencia.

5 Muy pocas composiciones son las que combinan propiedades de alta resistencia a compresión y autocompactabilidad:

10 US20080153942 describe un hormigón polimérico que combina las propiedades de autocompactabilidad y de resistencia a compresión, y que se caracteriza por la eliminación total de cemento Portland como un agente aglutinante o de unión, y la eliminación total de agua como un catalizador o agente de endurecimiento. Esta composición representa una alternativa a hormigones más que considerarse un tipo de hormigón, ya que conforma un compuesto que no contiene los materiales componentes usuales de un hormigón.

15

Y EP0934915 describe un hormigón autocompactable de bauxita calcinada reforzado con fibras de acero que alcanza hasta 200 MPa a 28 días. El uso de un árido nada convencional (bauxita calcinada) y fibras de acero, eleva el coste de suministro y fabricación del hormigón. Además realiza el ensayo de escurrimiento en mesa vibrante, lo cual queda fuera de la normativa UNE-EN 12350-8 que rige dicho ensayo y, por consiguiente, fuera de las especificaciones de la Instrucción de Hormigones para hormigones autocompactables.

20 Por tanto, es necesario desarrollar nuevos hormigones que combinen las propiedades de autocompactabilidad y de resistencia a compresión y que sean económicamente viables.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

30 La presente invención se refiere a una composición de un hormigón autocompactable de alta resistencia a la compresión, superior a 100 MPa a 28 días, y al procedimiento de obtención de dicha composición. Está compuesto de materiales de coste económico por lo que supone un producto muy rentable. Respecto al procedimiento de obtención, una

de las ventajas a destacar es que este procedimiento se realiza a temperatura ambiente, concretamente a temperaturas de entre 10 y 35 °C.

5 Además la presente invención se refiere al uso de esta composición como hormigón estructural de estructuras tales como estructuras pretensadas y postensadas, puentes, túneles, cimentaciones, edificaciones, reactores nucleares, acumuladores, depósitos y tanques de almacenamiento.

10 Por tanto, en un primer aspecto, la presente invención se refiere a una composición de un hormigón de alta resistencia, superior a 100 MPa a 28 días, y autocompactable que comprende:

- un árido, que consiste en arena lavada y grava, en una proporción de entre 900 a 3000 kg/m³,
- 15 • al menos un cemento convencional en una proporción de entre 300 a 800 kg/m³,
- agua en una proporción de entre 90 a 200 kg/ m³,
- ceniza volante en una proporción de entre 40 a 150 kg/m³,
- al menos un filler calizo en una proporción de entre 15 a 80 kg/m³,
- humo de sílice en una proporción de entre 40 a 80 kg/m³,
- 20 • metacaolín en una proporción de entre 40 a 80 kg/m³,
- al menos un agente dispersante activo en una proporción de entre 10 a 20 kg/m³,
- fibras de polipropileno en una proporción de entre 0,1 a 2 kg/m³,

25 Para obtener un hormigón autocompactable de ultra alta resistencia, superior a 100 MPa a 28 días, resulta obligado que la composición de la invención contenga arena lavada, término conocido por cualquier experto en la materia, donde la arena tiene un contenido en finos muy bajo, de manera preferida menor del 15% aproximadamente.

30 En la presente invención se entiende como “árido fino” aquel con tamaño de grano inferior a 4 mm y como “árido grueso” aquel con tamaño de grano inferior a 11,2 mm.

La presencia de gran cantidad de finos en el árido es negativa para la fabricación del hormigón ya que nos obliga a añadir una cantidad de agua mayor para efectuar la mezcla, mayor cantidad de agua menor es la resistencia del hormigón.

Para que este lavado de la arena no penalice otras propiedades del hormigón de la invención se añaden a la composición otros finos de distinta naturaleza como son el filler calizo, metacaolín, cenizas volantes y humo de sílice, para sustituir esta fracción fina eliminada de los áridos.

En la presente invención, el árido es preferiblemente un árido de naturaleza caliza.

En una realización preferida, el árido es una combinación de arena lavada con una granulometría de 0 a 4 mm (arena 0/4) y de grava con una granulometría de 2 a 8 mm (grava 2/8). Más preferiblemente, es una combinación de entre 650 y 950 kg/m³ de arena lavada, preferiblemente arena 0/4 y de entre 850 y 1100 kg/m³ de grava, preferiblemente grava 2/8. Aún más preferiblemente, es una combinación de de 788 kg/m³ de arena lavada 0/4 y de 928 kg/m³ de grava 2/8.

Por “cemento convencional o común” se entiende en la presente invención como aquel cemento con un bajo contenido en álcalis que presenta una baja vulnerabilidad química y una alta resistencia a la compresión. Como ejemplo de cemento convencional mencionar el cemento CEM I 52,5R/SR, que es un cemento Portland tipo I de alta resistencia 52,5 MPa a 28 días con resistencia inicial elevada R y resistente a los sulfatos /SR.

En una realización preferida, el cemento convencional utilizado en la presente invención es un cemento Portland, aún más preferiblemente un cemento Portland de categoría CEM I 52,5R/SR. Más preferiblemente la composición de la invención contiene entre 400 y 600 kg/m³ de cemento Portland CEM I 52,5R/SR. Aún más preferiblemente, la composición de la invención contiene 500 kg/m³ de cemento Portland CEM I 52,5R/SR.

La ceniza volante procede de los residuos de la combustión de carbón pulverizado, por ejemplo, de centrales térmicas de producción de energía eléctrica. En una realización preferida, la composición de la invención contiene entre 75 y 125 kg/m³ de ceniza volante. Más preferiblemente, la composición de la invención contiene 100 kg/m³ de ceniza volante.

El filler calizo de la invención tiene una granulometría que cumple el artículo 28.4.1 de la instrucción EHE-08 y que se corresponde con un 90% de separación efectiva en un tamiz de 0,063. Preferiblemente, la composición de la invención contiene entre 20 y 50 kg/m³ de filler calizo. Más preferiblemente, la composición de la invención contiene 30 kg/m³ de filler calizo.

El humo de sílice está compuesto en la presente invención por partículas microscópicas de sílice reactiva, de aproximadamente 0,1 micras, son partículas esféricas originadas en la reducción del cuarzo con carbón en altos hornos. Preferiblemente, la composición de la invención contiene entre 45 y 75 kg/m³ de humo de sílice. Más preferiblemente, la composición de la invención contiene 55 kg/m³ de humo de sílice.

En la presente invención, se utiliza metacaolín, molido, preferiblemente es un aluminosilicato deshidroxilado. En una realización preferida, la composición de la invención contiene entre 45 y 75 kg/m³ de metacaolín. Más preferiblemente, la composición de la invención contiene 55 kg/m³ de metacaolín.

En la presente invención se entiende por “agente dispersante activo” como aquel aditivo capaz de reducir fuertemente el contenido en agua de una determinada composición sin modificar la consistencia. Preferiblemente, en la presente invención se utiliza un superplastificante de hormigón que es capaz de conferir al hormigón fresco un mejor comportamiento en cuanto a trabajabilidad y bombeabilidad. Este superplastificante puede ser del tipo lignosulfonatos, naftalen sulfonatos, melamina sulfonatos o policarboxilatos. La composición de la presente invención contiene preferiblemente entre 12 y 18 kg/m³ de superplastificante y más preferentemente entre 12 y 15 kg/m³.

En otra realización preferida las fibras de polipropileno de la composición de la invención son multifilamentos de longitudes menores de 20 mm, más preferiblemente de 12 mm.

En otra realización preferida, la composición de la invención contiene entre 0,2 y 1 kg/m³ de fibras de polipropileno. Más preferiblemente, la composición de la invención contiene 0,6 kg/m³ de fibras de polipropileno.

En otra realización preferida, la composición comprende además al menos un retardador de fraguado en una proporción menor o igual a 10 kg/m^3 .

5 En otra realización preferida, la composición de la invención contiene entre 2 y 8 kg/m^3 de retardador de fraguado, más preferiblemente contiene 5 kg/m^3 de retardador de fraguado.

10 En un segundo aspecto la presente invención se refiere a un procedimiento de obtención de la composición de la invención descrita anteriormente, a temperaturas de entre 10 e $35 \text{ }^\circ\text{C}$ que comprende las siguientes etapas:

- a) medir la humedad del árido y ajustar la cantidad de agua y árido con respecto a la composición final;
- b) adicionar, en el orden descrito, el árido y el filler calizo a un dispositivo de amasado,
- 15 c) adicionar $2/3$ de la cantidad de agua total de la composición y, opcionalmente, el retardador de fraguado sobre la mezcla obtenida en la etapa b),
- d) adicionar, en el orden descrito, fibras de polipropileno, cemento convencional, humo de sílice, ceniza volante y metacaolín sobre la mezcla obtenida en la etapa c),
- e) amasar la mezcla obtenida en d) durante al menos 2 minutos,
- 20 f) adicionar, en el orden descrito, el tercio restante de la cantidad de agua total de la composición y el agente dispersante activo sobre la mezcla obtenida en la etapa e),
- g) amasar durante al menos 10 minutos.

25 Antes de proceder con la preparación de la composición de la invención, para su uso como hormigón se ha de medir la humedad del árido previamente, es decir, la humedad de la arena lavada y la grava que lo forman, para poder, en caso de ser necesario, ajustar o corregir la dosificación de la composición final redosificando la arena, la grava y el agua en la mezcla. Si éstos tuvieran humedad, el exceso de la misma se ha de descontar de la cantidad de agua total necesaria para obtener la composición y, a su

30 vez, sustituirla por más arena lavada y grava en la misma cantidad, hasta obtener la cantidad de agua, arena lavada y grava mencionada correspondientes a la composición final.

La humedad del árido se corrige mediante la determinación del grado de humedad del mismo, por ejemplo mediante quema de áridos o balanzas higrométricas de una muestra previa. Posteriormente se ajusta o reajusta la dosificación de la cantidad de agua, de la arena y de la grava. Este ajuste o reajuste de la dosificación consiste en descontar del agua de la dosificación adicionada en los pasos (c) y (f), la cantidad medida en la determinación del grado de humedad en el árido. Esa misma cantidad, en peso, se le sumará al árido correspondiente que se añade en el paso (b).

El orden en que se llevan a cabo las etapas del procedimiento es esencial para que la composición de la invención presente las propiedades que le caracterizan.

Preferiblemente, el dispositivo de amasado de la etapa b) se selecciona de la lista que comprende una amasadora planetaria de eje vertical u hormigonera, camión hormigonera o planta de hormigón.

Un tercer aspecto de la invención se refiere al uso de la composición descrita anteriormente como hormigón estructural debido a sus propiedades de alta resistencia y autocompactable.

Preferiblemente, el hormigón de la invención se utiliza como hormigón estructural en estructuras pretensadas y postensadas, puentes, túneles, cimentaciones, edificaciones, reactores nucleares, acumuladores, depósitos y tanques de almacenamiento.

En otra realización preferida, la composición de la invención se usa como hormigón estructural de un tanque de almacenamiento de un fluido presurizado.

El último aspecto de la invención se refiere a un tanque de almacenamiento térmico de un fluido presurizado, ya sea líquido o gas, que comprende una capa externa de hormigón postensado y una capa interna de hormigón refractario con una resistencia característica superior a 10 MPa que actúa como barrera térmica entre el fluido y el hormigón postensado, caracterizado porque la capa externa de hormigón postensado está fabricada con la composición del hormigón de alta resistencia y autocompactable descrita anteriormente.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y figuras se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención.

BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

Figura 1: Sección vertical y vista lateral del tanque acumulador del ejemplo 2.

Figura 2: Corte transversal de 90° realizado al tanque acumulador del ejemplo 2.

EJEMPLOS

A continuación se ilustrará la invención mediante unos ensayos realizados por los inventores, que pone de manifiesto la autocompactabilidad y la resistencia a compresión superior a 100 MPa a una edad de 28 días del hormigón de la invención.

Ejemplo 1: Composición y método de obtención de un hormigón autocompactable y con una resistencia a compresión superior a 100 MPa a una edad de 28 días.

Se preparó un hormigón cuya composición es la que se indica en la Tabla 1 según el procedimiento de obtención que se detalla a continuación.

Tabla 1. Ejemplo de composición del hormigón de la invención.

Ingrediente	Cantidad
Cemento Portland CEM I 52,5R/SR de Holcim	500 kg/m ³
Agua según instrucción EHE-08	160 kg/m ³
Humo de sílice Sika Fume S-92-D	55 kg/m ³
Ceniza volante Subicosa	100 kg/m ³
Metacaolín Arciresa	55 kg/m ³
Filler calizotriturado (#0,063 >90%)	30 kg/m ³

Árido calizo 0/4	788 kg/m ³
Árido calizo 2/8	928 kg/m ³
Superplastificante Sika Viscocrete-20 HE	12-15 kg/m ³
Retardador Sika Retarder 50	2,5-5 kg/m ³
Fibras de polipropileno SikaFiber M-12	0,6 kg/m ³

Antes de llevar a cabo la preparación del hormigón se midió la humedad de los áridos calizos que lo forman, comprobándose que éstos estaban exentos de la misma.

- 5 En una amasadora planetaria de eje vertical y bajo un mezclado constante e ininterrumpido, se adicionaron las cantidades de los ingredientes mencionados en la Tabla 1 en el siguiente orden:

10 Primeramente se adicionaron una fracción de arena de tamaño de grano 0/4, gravilla de tamaño de grano 2/8 y filler calizo en la amasadora.

A continuación se adicionó 2/3 del agua total que forma hormigón y retardador de fraguado.

- 15 Seguidamente se adicionaron en orden las fibras de polipropileno multifilamento de 12 mm de longitud, cemento Portland, humo de sílice, cenizas volantes y metacaolín, dejándose que los ingredientes se mezclaran durante 2 minutos antes de adicionar el resto de agua, 1/3 del agua total que forma hormigón y el superplastificante.

- 20 Por último, se llevó a cabo el amasado del hormigón durante al menos 10 minutos.

A continuación se caracterizó el hormigón fresco según la instrucción de hormigón estructural EHE 08 realizando los siguientes ensayos (según UNE-EN 12390-2 y UNE-EN 12390-3):

25

- Ensayo de escurrimiento, según UNE-EN 12350-8
- Ensayo del embudo en V, según UNE-EN 12350-9
- Método de la caja en L, según UNE-EN 12350-10
- Ensayo con el anillo japonés, según UNE-EN 12350-12

- Ensayo de resistencia a la segregación, según ASTM C 1611

Estos ensayos permiten verificar y certificar si el hormigón es autocompactable además de permitir comprobar la homogeneidad del mismo a partir de la segregación.

5

Los resultados que se recopilan en la Tabla 2 corresponden a los ensayos de autocompactabilidad, evaluando a su vez el tiempo durante el cual se puede considerar autocompactable la mezcla.

- 10 Tabla 2: Muestra los resultados de los ensayos de escurrimiento, embudo en V, caja en L y anillo J y los resultados de resistencia a compresión a las edades de 7 y 28 días realizados para el hormigón ejemplo de la invención con distintas proporciones de aditivos superplastificante y retardador de fraguado.

Amasada	Componentes (kg/m ³)								Autocompactabilidad a distintos plazos (min entre experiencias)				Resistencia a compresión (MPa)			
	Cemento	Agua	Humo de sílice	Ceniza volante	Metacaolín	Filler calizo	Áridos	Aditivos	Fibras	T50 (s)	df (mm)	df (mm)	Tv (s)	CbL (%)	7 días	28 días
a	500	160	55	100	55	30	788	928		4,0 (0')	685 (0')	665 (15')	9,0 (20')	91 (9')	111,0	113,2
							12,5	2,5	0,6	4,0 (20')	670 (20')	630 (62')	10,0 (60')	97 (41')	111,9	111,8
										5,5 (0')	620 (3')		10,0 (60')		111,5	112,5
b	500	160	55	100	55	30	788	928		3,0 (21')	680 (21')	630 (40')	9,0 (21')	95 (31')	101,4	
							12,5	5,0	0,6	5,5 (47')	630 (47')		13,0 (60')		109,0	
										5,5 (60')	610 (60')				105,2	
c	500	160	55	100	55	30	788	928		3,5 (0')	695 (0')		7,0 (0')			
							13,5	5,0	0,6	3,5 (30')	700 (30')	685 (18')	12,0 (30')	93 (14')		
										7,5 (60')	615 (60')	640 (48')	26,5 (60')	86 (44')		

Se considera que existe autocompactabilidad cuando se asegura con el cumplimiento de los parámetros que se recogen en la Tabla 3:

5 Tabla 3: Rangos admisibles para considerar la autocompactabilidad de un hormigón según los ensayos de escurrimiento, embudo en V, caja en L y anillo J.

Ensayo	Parámetro Medido	Rango Admisible
Escurrecimiento	T_{50}	≤ 8 seg
	d_f	550 - 850 mm
Embudo en V	T_v	4 - 20 seg
Caja en L	C_{bL}	0,75 - 1
Anillo J	d_{Jf}	$\geq d_f - 50$ mm

10 En cuanto a la caracterización en estado endurecido se han determinado las resistencias a compresión, fundamentalmente a las edades de 7 y 28 días. Los resultados se muestran en la Tabla 4, siendo aceptables aquellas amasadas que cumplan los requisitos de la Tabla 3 así como resistencias a compresión mayores a 100 MPa. Las amasadas se enumeran del 1 al 19 porque se prepararon en distintos días; cada día se realizó un ajuste de humedad.

15 Tabla 4: Muestra los resultados de los ensayos de escurrimiento y anillo J y los resultados de resistencia a compresión a las edades de 7 y 28 días realizados para el hormigón ejemplo de la invención.

Amasadas	Escurrecimiento		Anillo J	7 d	28 d
	T_{50} (seg)	d_f (mm)	d_{Jf} (mm)		
Am. 1	3,70	685	705	94,95	109,10
Am. 2	2,70	740	725	93,00	111,65
Am. 3	3,87	665	660	98,00	116,25
Am. 4	3,50	680	645	93,85	111,15
Am. 5	3,28	660	650	90,30	108,95
Am. 6	4,90	645	700	79,95	101,70

Am. 7	4,50	655	605	95,00	112,75
Am. 8	3,97	665	650	93,25	112,60
Am. 9	3,62	650	620	89,45	106,45
Am. 10	2,34	625	670	87,40	108,45
Am. 11	3,70	670	660	84,90	107,25
Am. 12	3,47	650	630	88,30	108,00
Am. 13	4,03	630	625	84,90	103,30
Am. 14	2,38	655	670	84,10	103,55
Am. 15	2,85	625	665	91,00	105,65
Am. 16	4,16	680	675	88,55	105,90
Am. 17	3,72	650	605	91,20	104,70
Am. 18	3,94	635	615	99,95	119,80
Am. 19	4,16	625	605	97,15	107,45

Ejemplo 2: Uso de la composición de la invención como hormigón estructural de un tanque de almacenamiento térmico de un fluido presurizado.

5

La composición de la invención del ejemplo anterior se puede utilizar como hormigón estructural para la fabricación de un tanque de almacenamiento térmico, y como ejemplo de realización preferido para un tanque como el descrito en la solicitud de patente española con número de solicitud P201200796, con fecha de solicitud 6 Agosto de 2012, es un tanque cilíndrico acumulador de vapor que está formado por dos capas, una capa externa de hormigón postensado y una capa interior de hormigón refractario.

10

La Figura 1 muestra la sección vertical de un acumulador de vapor que comprende la composición de hormigón de la invención. En él se pueden apreciar la doble capa formada por el cuerpo cilíndrico de hormigón postensado compuesto por la composición de la invención (1) en su parte exterior y el cuerpo cilíndrico de un hormigón refractario (2) en su cara interna. Esta forma cilíndrica cuenta con dos semi-elipsoides en sus extremos, el cuerpo semielipsoidal de hormigón postensado compuesto por la composición de la invención, en particular la composición del ejemplo anterior, (3) y el cuerpo semielipsoidal de un hormigón refractario (4), de forma que permite una mejor repartición de las tensiones generadas por la presión y la temperatura del interior del

15

20

acumulador así como minimizar la pérdida de volumen útil con respecto al casquete esférico.

5 La Figura 2 muestra el corte transversal de 90° realizado al acumulador de hormigón donde se aprecia la base de hormigón postensado compuesto por la composición de la invención, en particular la composición del ejemplo anterior (5).

10 La utilización del hormigón de la invención postensado de alta resistencia a la compresión permite conseguir el estado de compresión en vacío necesario, es decir, sin presión ni temperatura teniendo en cuenta que las fuerzas que actúan en la pared interior producen expansiones y tracciones en la capa interna compuesta por un hormigón refractario.

REIVINDICACIONES

1.- Una composición que comprende

- un árido, que consiste en arena lavada y grava, en una proporción de entre 900 a 3000 kg/m³,
- al menos un cemento convencional en una proporción de entre 300 a 800 kg/m³,
- agua en una proporción de entre 90 a 200 kg/m³,
- ceniza volante en una proporción de entre 40 a 150 kg/m³,
- al menos un filler calizo en una proporción de entre 15 a 80 kg/m³,
- humo de sílice en una proporción de entre 40 a 80 kg/m³,
- metacaolín en una proporción de entre 40 a 80 kg/m³,
- al menos un agente dispersante activo reductor de agua en una proporción de entre 10 a 20 kg/m³,
- fibras de polipropileno en una proporción de entre 0,1 a 2 kg/m³,

2.- La composición, según la reivindicación 1, donde el árido es de naturaleza caliza.

3.- La composición, según la reivindicación 2, donde el árido de naturaleza caliza es una combinación de arena con una granulometría de 0 a 4 mm y grava con una granulometría de 2 a 8 mm.

4.- La composición, según la reivindicación 3, donde la proporción de arena 0/4 utilizada es de entre 650 y 950 kg/m³ y la proporción de grava 2/8 utilizada es de entre 850 y 1100 kg/m³.

5.- La composición, según la reivindicación 4, donde la proporción de arena 0/4 utilizada es de 788 kg/m³ y la proporción de grava 2/8 utilizada es de 928 kg/m³.

6.- La composición, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde el cemento convencional utilizada es un cemento Portland de categoría CEM I 52,5R/SR.

7.- La composición, según la reivindicación 6, donde la proporción del cemento Portland CEM I 52,5R/SR utilizado es de entre 400 a 600 kg/m³.

8.- La composición, según la reivindicación 7, donde la proporción de cemento Portland CEM I 52,5R/SR utilizado es de 500 kg/m³.

5 9.- La composición, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde la proporción de la ceniza volante utilizada es de entre 75 y 125 kg/m³.

10.- La composición, según la reivindicación 9, donde la proporción de la ceniza volante utilizada es 100 kg/m³.

10 11.- La composición, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, donde la proporción del filler calizo utilizado es de entre 20 y 50 kg/m³.

12.- La composición, según la reivindicación 9, donde la proporción del filler calizo utilizado es de 30 kg/m³.

15 13.- La composición, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, donde el humo de sílice está formado por partículas de 0,1 micras de dióxido de silicio reactivo.

20 14.- La composición, según la reivindicación 13, donde la proporción del humo de sílice utilizado es de entre 45 y 75 kg/m³.

15.- La composición, según la reivindicación 14, donde la proporción del humo de sílice utilizado es de 55 kg/m³.

25 16.- La composición, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, donde la proporción del metacaolín utilizado es de entre 45 y 75 kg/m³.

17.- La composición, según la reivindicación 16, donde la proporción del metacaolín utilizado es de 55 kg/m³.

30 18.- La composición, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, donde el agente dispersante activo reductor de agua es un superplastificante de hormigón.

19.- La composición, según la reivindicación 18, donde la proporción del superplastificante de hormigón utilizado es de entre 12 y 18 kg/m³.

5 20.- La composición, según la reivindicación 19, donde la proporción del superplastificante de hormigón utilizado es de entre 12 y 15 kg/m³.

21.- La composición, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, donde las fibras de polipropileno son multifilamentos de longitudes menores de 20 mm.

10 22.- La composición, según la reivindicación 21, donde las fibras de polipropileno son multifilamentos con una longitud de 12 mm.

23.- La composición, según cualquiera de las reivindicaciones 21 ó 22, donde la proporción de las fibras de polipropileno utilizadas es de entre 0,2 y 1 kg/m³.

15

24.- La composición, según la reivindicación 23, donde la proporción de las fibras de polipropileno es de entre 0,6 kg/m³.

20 25.- La composición, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 24, que comprende además al menos un retardador de fraguado en una proporción menor o igual a 10 kg/m³..

26.- La composición, según la reivindicación 25, donde la proporción del retardador de fraguado utilizado es de entre 2 y 8 kg/m³.

25

27.- La composición, según la reivindicación 26, donde la proporción del retardador de fraguado utilizado es de 5 kg/m³.

30 28.- Procedimiento de obtención de la composición, según las reivindicaciones 1 a 27, llevado a cabo a temperaturas de entre 10 y 35 °C, que comprende las siguientes etapas:

a) medir la humedad del árido y ajustar la cantidad de agua y árido con respecto a la composición final;

b) adicionar, en el orden descrito, el árido y el filler calizo a un dispositivo de amasado,

c) adicionar 2/3 de la cantidad de agua total de la composición y, opcionalmente, el retardador de fraguado sobre la mezcla obtenida en la etapa b),

5 d) adicionar, en el orden descrito, fibras de polipropileno, cemento convencional, humo de sílice, ceniza volante y metacaolín sobre la mezcla obtenida en la etapa c),

e) amasar la mezcla obtenida en d) durante al menos 2 minutos,

10 f) adicionar, en el orden descrito, el tercio restante de la cantidad de agua total de la composición y el agente dispersante activo sobre la mezcla obtenida en la etapa e),

g) amasar durante al menos 10 minutos.

15 29.- El procedimiento, según la reivindicación 28, donde el dispositivo de amasado de la etapa b) se selecciona de la lista que comprende una amasadora planetaria de eje vertical, camión hormigonera o planta de hormigón.

20 30.- Uso de la composición, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 27, como hormigón estructural.

31.- Uso de la composición, según la reivindicación 30, como hormigón estructural en estructuras pretensadas y postensadas, puentes, túneles, cimentaciones, edificaciones, reactores nucleares, acumuladores, depósitos y tanques de almacenamiento.

25 32.- Uso de la composición, según cualquiera de las reivindicaciones 30 ó 31, como hormigón estructural de un tanque de almacenamiento térmico de un fluido presurizado.

30 33. Tanque de almacenamiento térmico de un fluido presurizado, ya sea líquido o gas, que comprende una capa externa de hormigón postensado y una capa interna de hormigón refractario con una resistencia característica superior a 10 MPa que actúa como barrera térmica entre el fluido y el hormigón postensado, caracterizado porque la capa externa está compuesta por la composición descrita según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 27.

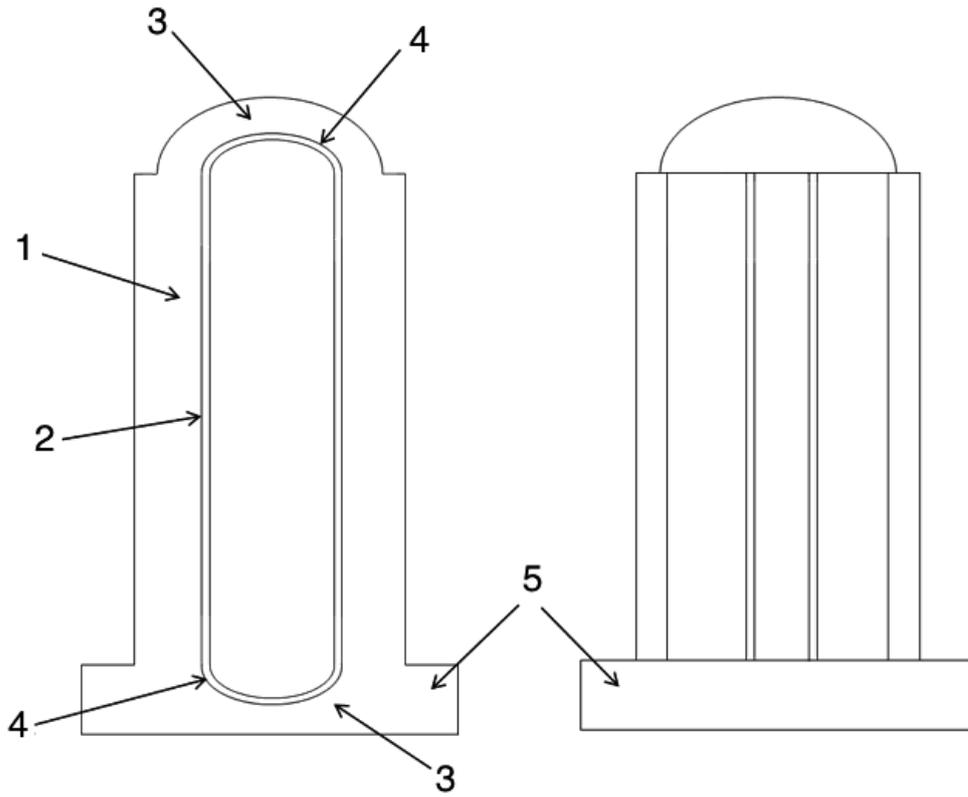


Fig. 1

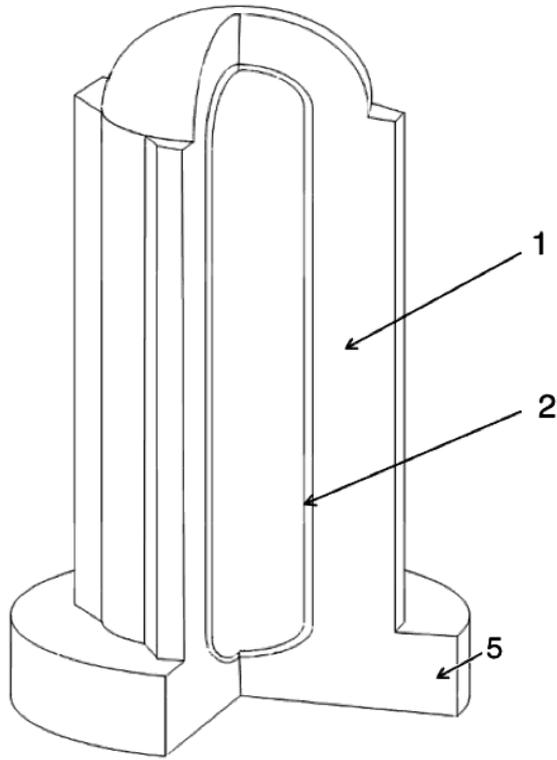


Fig. 2