

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 215**

51 Int. Cl.:

**C04B 7/52** (2006.01)

**C04B 28/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2015 PCT/EP2015/063728**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2015 WO15193444**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2015 E 15733655 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 3157883**

54 Título: **Hormigón de ultra altas prestaciones no autocompactante**

30 Prioridad:

**20.06.2014 FR 1455732**

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

**26.11.2018**

73 Titular/es:

**HOLCIM TECHNOLOGY LTD (100.0%)**

**Zürcherstrasse 156**

**8645 Jona , CH**

72 Inventor/es:

**PEREZ, FABIEN;  
TOUSSAINT, FABRICE y  
FERREIRA, LAURENT**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

ES 2 691 215 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**

Hormigón de ultra altas prestaciones no autocompactante.

5 La invención se refiere a los aglutinantes hidráulicos que permiten obtener un hormigón de ultra altas prestaciones y de bajo contenido en cemento, a unas mezclas que comprenden este aglutinante, así como a unas composiciones hidráulicas que comprenden esta mezcla.

10 El documento WO 2010109095 A1 describe un hormigón de ultra altas prestaciones, autocompactante, que comprende del 8 al 63% en masa de un cemento Portland que presenta un D90 inferior a 30  $\mu\text{m}$ , del 0,2 al 63% en masa de un material de clase granulométrica ultrafina (D90 inferior a 1  $\mu\text{m}$ ) y del 25 al 85% en masa de un material de clase granulométrica fina (D10 y D90 están comprendidos entre 1  $\mu\text{m}$  y 120  $\mu\text{m}$ ).

15 La utilización de estos hormigones de ultra altas prestaciones resulta delicada cuando se trata de realizar de una sola vez unas piezas de hormigón que comprenden unos elementos horizontales y unos elementos verticales o inclinados. Por ejemplo, cuando se trata de fabricar en fábrica una pieza de hormigón cuya sección final está en forma de U o de L, es necesario verter separada y horizontalmente los elementos de la pieza a realizar, y después ensamblarlos por encolado, anclaje o atornillado para obtener la sección en U o en L. Esto adolece del inconveniente de multiplicar las operaciones de fabricación de estas piezas, la fabricación de la pieza en sí se vuelve compleja, aumentando las posibilidades de errores, y disminuyendo la robustez de las piezas.

20 Por ello, existe una necesidad en lo que se refiere a las formulaciones de hormigones de ultra altas prestaciones que permita realizar unas piezas de hormigón en una sola etapa, sean cuales sean sus formas o sus secciones, sin recurrir a una etapa de ensamblaje.

25 Por ello, el problema que se propone resolver la invención es proporcionar nuevas formulaciones de hormigones de ultra altas prestaciones no autocompactante (o también no autonivelantes), que puedan permanecer en su sitio cuando se aplican en un plano inclinado o vertical.

30 Por no autocompactante, se entiende un material que posee un valor de tensión superior a 20 Pascales, preferentemente comprendido entre 20 y 400 Pascales, medido según el método descrito en la presente solicitud de patente. Este material se califica también como material de umbral y no puede ser conveniente como hormigón autocompactante.

35 Las composiciones hidráulicas según la invención presentan las ventajas siguientes:

- se pueden aplicar por proyección, en particular con una pistola de proyección o por pulverización con lanza de proyección;
- 40 - se pueden utilizar en los procedimientos de fabricación de piezas de hormigón mediante calandrado;
- se pueden utilizar en reparación o rehabilitación de obra de hormigón existente sobre superficies inclinadas o verticales, por ejemplo una pila o losa de puente, o una plataforma de descarga de un puerto;
- 45 - presentan resistencias mecánicas de compresión a los 28 días comprendidas generalmente de 90 a 150 MPa, incluso más;
- pueden contener fibras que les confieren propiedades adicionales interesantes, como la ductilidad;
- 50 - presentan un umbral de tensión superior a 20 Pa medido con un gradiente de cizallamiento de  $0,1 \text{ s}^{-1}$ , preferentemente superior a 80 Pa.

Con este objetivo, la presente invención propone un aglutinante hidráulico que comprende, en porcentaje en masa:

- 55 - del 20 al 82% de un cemento Portland cuyas partículas presentan un D50 comprendido entre 2  $\mu\text{m}$  y 11  $\mu\text{m}$ ;
- del 15 al 56% de una adición mineral A1 no puzolánica, cuyas partículas presentan un D50 comprendido entre 1 y 150  $\mu\text{m}$ , y seleccionada de entre las adiciones calcáreas tales como el carbonato de calcio, las adiciones silíceas tales como el cuarzo, las adiciones minerales silico-calcáreas, esquistos calcinados, zeolitas, cenizas procedentes de la combustión de vegetales, y sus mezclas;
- 60 - del 4 al 30% de adición mineral A2 puzolánica, cuyas partículas presentan un D50 comprendido entre 1 y 150  $\mu\text{m}$ ;
- 65

estando la suma de estos porcentajes comprendida entre el 90 y el 100%.

5 La presente invención tiene también por objeto una mezcla que comprende, en porcentaje en volumen, por lo menos un 43% del aglutinante hidráulico según la invención y por lo menos un 30% de arena, estando la suma de estos porcentajes comprendida entre el 95 y el 100%.

La presente invención tiene asimismo por objeto una composición hidráulica que comprende en un volumen de 1 m<sup>3</sup> excluyendo el aire ocluido

- 10
- de 140 a 246 kg de agua; y
  - por lo menos 654 litros de mezcla según la invención;

estando la suma de los volúmenes de estos 2 componentes comprendida entre 900 y 1000 litros.

15 La invención propone también un objeto conformado para el campo de la construcción que comprende el aglutinante hidráulico según la invención o la mezcla según la invención.

La invención busca ofrecer por lo menos una de las ventajas determinantes descritas a continuación.

20 La invención permite responder a la necesidad de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>. En efecto, la cantidad de cemento (y en particular de clínker) utilizada en el marco de la presente invención es inferior a la que es necesaria tradicionalmente para los hormigones de ultra altas prestaciones, hasta 200 kg/m<sup>3</sup> de cemento por m<sup>3</sup> de hormigón.

25 Otras ventajas y características de la invención aparecerán claramente a partir de la lectura de la descripción y de los ejemplos dados a título puramente ilustrativo y no limitativo siguientes.

La invención tiene por objeto un aglutinante hidráulico que comprende en porcentaje en masa:

- 30
- del 20 al 82% de cemento Portland, cuyas partículas presentan un D50 comprendido entre 2 µm y 11 µm;
  - del 15 al 56% de una adición mineral A1 no puzolánica, cuyas partículas presentan un D50 comprendido entre 1 y 150 µm, y seleccionada de entre las adiciones calcáreas tales como el carbonato de calcio, las adiciones silíceas tales como el cuarzo, las adiciones minerales silico-calcáreas, esquistos calcinados,

35

  - del 4 al 30% de adición mineral A2 puzolánica, cuyas partículas presentan un D50 comprendido entre 1 y 150 µm;

40 estando la suma de estos porcentajes comprendido entre el 90 y el 100%

Un aglutinante hidráulico es un material que fragua y endurece por hidratación.

45 El fraguado es generalmente el paso al estado sólido de un aglutinante hidráulico por reacción de hidratación. El fraguado está generalmente seguido por un periodo de endurecimiento.

El endurecimiento es generalmente la adquisición de las resistencias mecánicas de un aglutinante hidráulico. El endurecimiento tiene lugar generalmente después del final del fraguado.

50 El aglutinante hidráulico según la invención comprende un cemento Portland. El cemento Portland en el sentido de la invención incorpora un clínker Portland. Se puede considerar también la utilización de un clínker Portland triturado como cemento Portland, con la condición de añadir además sulfato de calcio.

55 Los cementos Portland preferidos son aquellos tales como se definen en la norma europea NF EN 197-1 de abril de 2012 y los descritos en la norma ASTM C150-12, más preferentemente son los cementos CEM I.

Preferentemente, el aglutinante hidráulico según la invención comprende del 25 al 55% de cemento Portland, más preferentemente del 30 al 45%, expresado en porcentaje en masa con respecto al aglutinante.

60 Los cementos que son convenientes para ser utilizados según la presente invención son generalmente los cementos Portland cuya superficie BET está comprendida entre 1,20 y 3,3 m<sup>2</sup>/g.

La superficie específica BET es una medida de la superficie real total de las partículas, que tiene en cuenta la presencia de relieves, de irregularidades, de cavidades superficiales o internas, de porosidad.

65 Los cementos convenientes para ser utilizados según la presente invención son preferentemente los cementos

## ES 2 691 215 T3

cuyas partículas presentan un D10 comprendido entre 1  $\mu\text{m}$  y 4  $\mu\text{m}$ , más preferentemente de 1  $\mu\text{m}$  a 3  $\mu\text{m}$ , aún más preferentemente de 1  $\mu\text{m}$  a 2,5  $\mu\text{m}$ .

5 Los cementos convenientes para ser utilizados según la presente invención son preferentemente los cementos cuyas partículas presentan un D50 comprendido entre 3  $\mu\text{m}$  y 11  $\mu\text{m}$ , más preferentemente de 6  $\mu\text{m}$  a 9  $\mu\text{m}$ .

Los cementos convenientes para ser utilizados según la presente invención son preferentemente los cementos cuyas partículas presentan un D90 comprendido entre 8  $\mu\text{m}$  y 40  $\mu\text{m}$ , más preferentemente de 15  $\mu\text{m}$  a 37  $\mu\text{m}$ .

10 El D90, también designado  $D_{v90}$ , corresponde al percentil 90° de la distribución en volumen de tamaño de las partículas, es decir que el 90% del volumen está constituido por partículas cuyo tamaño es inferior a D90 y el 10% de tamaño superior a D90.

15 Asimismo, el D50, también designado  $D_{v50}$ , corresponde al percentil 50° de la distribución en volumen de tamaño de las partículas, es decir que el 50% del volumen está constituido por partículas cuyo tamaño es inferior a D50 y el 50% de tamaño superior a D50.

20 Asimismo, el D10, también designado  $D_{v10}$ , corresponde al percentil 10° de la distribución en volumen de tamaño de las partículas, es decir que el 10% del volumen está constituido por partículas cuyo tamaño es inferior a D10 y el 90% de tamaño superior a D10.

El D10 o el D90 de un conjunto de partículas puede ser determinado generalmente por granulometría láser para las partículas de tamaño inferior a 800  $\mu\text{m}$ , o por tamizado para las partículas de tamaño superior a 63  $\mu\text{m}$ .

25 Preferentemente, el cemento Portland conveniente para ser utilizado según la presente invención tiene una superficie específica BET superior o igual a 1,2  $\text{m}^2/\text{g}$ , más preferentemente superior o igual a 1,25  $\text{m}^2/\text{g}$ , comprendido preferentemente entre 1,2 y 5  $\text{m}^2/\text{g}$ .

30 Preferentemente, el cemento Portland conveniente para ser utilizado según la presente invención tiene una superficie específica Blaine superior o igual a 6050  $\text{cm}^2/\text{g}$ , más preferentemente superior o igual a 6100  $\text{cm}^2/\text{g}$ .

35 El cemento Portland que se puede utilizar según la presente invención se puede triturar y/o separar (mediante un separador dinámico) con el fin de obtener un cemento que tenga una superficie específica Blaine superior o igual a 6050  $\text{cm}^2/\text{g}$  o con el fin de obtener una superficie específica BET superior o igual a 1,2  $\text{m}^2/\text{g}$ . Este cemento se puede calificar de ultrafino. El cemento puede, por ejemplo, ser triturado según 2 métodos.

40 Según un primer método, el cemento o el clínker se puede triturar hasta una superficie específica Blaine de 6050 a 9000  $\text{cm}^2/\text{g}$  o hasta una superficie específica BET de 1,2 a 3,2  $\text{m}^2/\text{g}$ . En esta primera etapa, se puede utilizar un separador de alta eficacia, de segunda generación o de tercera generación, o un separador de muy alta eficacia, para separar el cemento que tiene la fineza deseada y apartar el cemento que no tenga la fineza deseada. Este cemento se reenvía entonces al triturador.

45 Según un segundo método, un cemento Portland puede pasar por un separador de muy alta eficacia, denominado THF (muy alta fineza) con el fin de separar las partículas de cemento que tienen una superficie específica BET o Blaine superior o igual a la fineza pretendida (siendo la fineza pretendida superior a 1,2  $\text{m}^2/\text{g}$  o superior a 6050  $\text{cm}^2/\text{g}$ ) y las partículas de cemento que tienen una superficie específica BET o Blaine inferior a la fineza pretendida. Las partículas de cemento que tienen una superficie específica BET o Blaine superior o igual a la fineza pretendida se pueden utilizar tal cual. Las partículas de cemento que tienen una superficie específica BET o Blaine inferior a la fineza pretendida se pueden apartar o triturar de forma separada hasta la obtención de la superficie específica Blaine deseada. Los trituradores que se pueden utilizar en los dos métodos son, por ejemplo, un triturador de bolas, un triturador vertical, una prensa de rodillos, un triturador horizontal (por ejemplo de tipo Horomill®) o un triturador vertical agitado (por ejemplo de tipo Tower Mill).

55 El aglutinante hidráulico según la invención comprende una adición mineral A1.

Preferentemente, el aglutinante hidráulico según la invención comprende del 25 al 50% de la adición A1, más preferentemente del 30 al 48%, expresado en porcentaje en masa con respecto al aglutinante.

60 La adición mineral A1 es no puzolánica, es decir que no presenta o prácticamente no presenta actividad puzolánica, al contrario que la adición A2, descrita a continuación.

La adición mineral A1 es esencialmente inerte. La expresión “esencialmente inerte” en relación con la adición mineral significa que la adición no posee prácticamente ninguna actividad puzolánica.

65 La adición mineral A1 se selecciona de entre las adiciones calcáreas tales como el carbonato de calcio, las adiciones silíceas tales como el cuarzo, las adiciones minerales silico-calcáreas, esquistos calcinados, zeolitas,

cenizas procedentes de la combustión de vegetales, y sus mezclas.

5 Las adiciones calcáreas pueden ser, por ejemplo, un carbonato de calcio natural triturado (por ejemplo yeso, calcita, mármol u otro carbonato de calcio natural), un carbonato de calcio precipitado (también conocido bajo el nombre de carbonato de calcio sintético) o sus mezclas.

10 Preferentemente, las adiciones minerales A1 convenientes según la invención pueden ser el carbonato de bario, la dolomita, el talco, la sílice cristalina, el dióxido de titanio pirogenado, el dióxido de titanio, el basalto, la bauxita, o una de sus mezclas.

Se prefieren el carbonato de calcio triturado y el carbonato de calcio precipitado.

15 Las adiciones minerales A1 son, por ejemplo, unos esquistos calcinados (por ejemplo tales como se definen en la norma NF EN 197-1, párrafo 5.2.5), adiciones minerales que comprenden carbonato de calcio, por ejemplo piedra calcárea (por ejemplo tal como se define en la norma NF EN 197-1, párrafo 5.2.6), adiciones minerales que comprenden sílice, por ejemplo unas partículas finas silíceas o sus mezclas.

El aglutinante hidráulico según la invención comprende una adición mineral A2.

20 Preferentemente, el aglutinante hidráulico según la invención comprende del 4 al 25% de la adición A2, más preferentemente del 5 al 30%, expresado en porcentaje en masa con respecto al aglutinante.

25 Una adición mineral puzolánica se describe en el libro de Lea titulado *Chemistry of Cement and Concrete*, 4ª edición, publicado por Arnold, como un material inorgánico, natural o sintético, que se endurece en agua cuando se mezcla con el hidróxido de calcio (cal) o con un material que puede liberar hidróxido de calcio (por ejemplo el clínker de cemento Portland). Una adición mineral puzolánica es generalmente un material silíceo o silíceo y aluminoso que, solo, posee poco o ningún valor como cemento, pero que es capaz, en presencia de humedad, de reaccionar químicamente con el hidróxido de calcio a temperatura ambiente para formar unos compuestos que tienen unas propiedades cementosas.

30 Una adición mineral puzolánica se entiende también como una adición mineral de actividad puzolánica.

35 Las adiciones minerales A2 que convienen también según la invención se pueden seleccionar de entre el humo de sílice, la micro-sílice, los materiales puzolánicos, el metacaolín, las escorias, eventualmente triturados, o sus mezclas.

40 El humo de sílice que conviene según la invención puede ser un sub-producto de la metalurgia y de la producción de sílice. El humo de sílice está formado generalmente por partículas esféricas que comprenden por lo menos un 85% en masa de sílice amorfa. El humo de sílice comprende generalmente unas partículas elementales que presentan un diámetro comprendido entre 5 y 10 nm. Estas partículas elementales de humo de sílice pueden aglomerarse para formar unas partículas aglomeradas que presenten un diámetro de 0,1 a 1 µm. Estas partículas aglomeradas pueden aglomerarse para formar unos agregados que presenten un diámetro de 20 a 30 µm.

45 El humo de sílice presenta generalmente una superficie específica BET comprendida entre 4 y 30 m<sup>2</sup>/g.

Preferentemente, el humo de sílice utilizado según la presente invención se puede seleccionar de entre los humos de sílice según la norma europea NF EN 197-1 de abril de 2012.

50 Preferentemente, los materiales puzolánicos utilizados según la presente invención son aquellos tales como se definen en la norma europea NF EN 197-1 de abril de 2012.

55 Preferentemente, las escorias utilizadas según la presente invención son aquellas tales como se definen en la norma europea NF EN 197-1 de abril de 2012.

Preferentemente, las cenizas voladoras utilizadas según la presente invención son aquellas tales como se definen en la norma europea NF EN 197-1 de abril de 2012.

60 El aglutinante hidráulico según la invención puede comprender además sulfato de calcio.

Preferentemente, el aglutinante hidráulico según la invención comprende además del 0 al 8% de sulfato de calcio, expresado en porcentaje en masa con respecto al aglutinante.

65 El sulfato de calcio utilizado según la presente invención incluye el yeso (sulfato de calcio deshidratado, CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O), el semi-hidrato (CaSO<sub>4</sub>·1/2H<sub>2</sub>O), la anhidrita (sulfato de calcio anhidro, CaSO<sub>4</sub>) o una de sus mezclas. El yeso y la anhidrita existen en estado natural. Es también posible utilizar un sulfato de calcio, que es

un sub-producto de algunos procedimientos industriales.

5 Preferentemente, cuando aumenta la fineza del cemento, es posible aumentar también la cantidad de sulfato de calcio para mantener unas resistencias mecánicas equivalentes. El experto en la materia sabrá, debido a sus conocimientos, optimizar la cantidad de sulfato de calcio utilizando unos métodos conocidos. Esta optimización se realizará en función de la fineza de las partículas de cemento.

10 La invención tiene también como objeto adicional una mezcla que comprende, en porcentaje en volumen, por lo menos un 43% del aglutinante hidráulico según la invención y por lo menos un 30% de arena, estando la suma de estos porcentajes comprendida entre el 95 y el 100%.

La mezcla según la invención comprende arena.

15 Preferentemente, la arena de la mezcla según la invención es una arena silícea, una arena de bauxita calcinada, una arena silico-calcárea, una arena calcárea o sus mezclas.

La granulometría de las arenas está generalmente determinada por tamizado.

20 Preferentemente, la mezcla según la invención comprende arena cuyas partículas presentan un D10 comprendido entre 50  $\mu\text{m}$  y 1 mm, más preferentemente comprendido entre 55 y 500  $\mu\text{m}$ .

Preferentemente, la mezcla según la invención comprende arena cuyas partículas presentan un D50 comprendido entre 130 y 3 mm, más preferentemente comprendido entre 150 y 500  $\mu\text{m}$ .

25 Preferentemente, la mezcla según la invención comprende una arena cuyas partículas presentan un D90 inferior o igual a 5 mm, más preferentemente comprendido entre 220  $\mu\text{m}$  y 5 mm, más preferentemente un D90 comprendido entre 250  $\mu\text{m}$  y 1000  $\mu\text{m}$ .

30 Preferentemente, la mezcla según la invención comprende una arena cuyas partículas presentan un D10 comprendido entre 100  $\mu\text{m}$  y 1 mm, un D50 comprendido entre 200  $\mu\text{m}$  y 3 mm y un D90 de 300  $\mu\text{m}$  a 5 mm.

La invención tiene también como objeto adicional una composición hidráulica que comprende, en un volumen de 1 m<sup>3</sup> excluyendo el aire ocluido

- 35
- de 140 a 246 litros de agua; y
  - por lo menos 654 litros de mezcla según la invención;

estando la suma de estos 2 componentes comprendida entre 900 y 1000 litros.

40 La composición hidráulica según la invención incluye al mismo tiempo las composiciones en estado fresco y en estado endurecido, por ejemplo una lechada de cemento, un mortero o un hormigón.

45 La composición hidráulica según la invención puede también comprender un adyuvante, por ejemplo uno de los descritos en las normas EN 934-2 de septiembre de 2002, EN 934-3 de noviembre de 2009 o EN 934-4 de agosto de 2009, y eventualmente unas adiciones minerales.

50 Preferentemente, las composiciones hidráulicas según la invención comprenden también un adyuvante para composición hidráulica, por ejemplo un acelerador, un agente viscosificante, un agente antiespumante, un retardador, un inertizante de arcillas, un agente reductor de retracción, un plastificante y/o un superplastificante. En particular, es útil incluir un superplastificante de tipo policarbonato, en particular del 0,01 al 6%, preferentemente del 0,1 al 4%, en masa, porcentaje expresado en masa de extracto seco con respecto a la masa de cemento.

55 Se deberá observar que estos adyuvantes se pueden añadir al aglutinante o a la mezcla según la invención.

La composición hidráulica según la invención puede comprender además un agente fluidificante o superplastificante.

60 El término "superplastificante" tal como se utiliza en la presente descripción y en las reivindicaciones que lo acompañan debe entenderse como incluyendo al mismo tiempo los reductores de agua y los superplastificantes tales como se describen en el libro titulado "Concrete Admixtures Handbook, Properties Science and Technology", V.S. Ramachandran, Noyes Publications, 1984.

65 Un reductor de agua se define como un adyuvante que reduce de típicamente del 10 al 15% la cantidad de agua de mezcla de un hormigón para una trabajabilidad dada. Los reductores de agua incluyen, por ejemplo, lignosulfonatos, ácidos hidroxicarboxílicos, glúcidos y otros compuestos orgánicos especializados, por ejemplo el

glicerol, el alcohol polivinílico, el alumino-metil-siliconato de sodio, el ácido sulfanílico y la caseína.

Los superplastificantes pertenecen a una nueva clase de reductores de agua, químicamente diferentes de los reductores de agua normales y capaces de reducir las cantidades de agua en aproximadamente un 30%. Los superplastificantes se han clasificado globalmente en cuatro grupos: los condensados sulfonados de naftaleno formaldehído (SNF) (generalmente una sal de sodio); los condensados sulfonados de melamina formaldehído (SMF); los lignosulfonatos modificados (MLS); y los otros. Unos superplastificantes más recientes incluyen unos compuestos policarboxílicos como los policarboxilatos, por ejemplo los poliacrilatos. Un superplastificante es, preferentemente, un superplastificante de nueva generación, por ejemplo un copolímero que contiene un polietilenglicol como cadena injertada y unas funciones carboxílicas en la cadena principal como un éter policarboxílico. También se pueden utilizar los policarboxilatos-polisulfonatos de sodio y los poliacrilatos de sodio. También se pueden utilizar los derivados de ácido fosfónico. La cantidad necesaria de superplastificante depende generalmente de la reactividad del cemento. Cuanto menor sea la reactividad, menor será la cantidad necesaria de superplastificante. Para reducir la cantidad total de sales alcalinas, el superplastificante se puede utilizar en forma de sal de calcio en lugar de forma de sal de sodio.

También se pueden utilizar unos derivados de ácidos fosfónicos. También se pueden utilizar unos policarboxilato-polisulfonatos de sodio y unos poliacrilatos de sodio. La cantidad de superplastificante requerida depende en general de la reactividad del cemento. Cuando menor sea la reactividad, menor será la cantidad de superplastificante necesaria. Con el fin de reducir el contenido total en sales alcalinas, el superplastificante se puede utilizar en forma de sal de calcio en lugar de sal de sodio.

La composición hidráulica según la invención puede comprender además un agente anti-espumante, por ejemplo polidimetilsiloxano. Los agentes antiespumantes comprenden también las siliconas en forma de solución, de sólido o preferentemente en forma de resina, de aceite o de emulsión, preferentemente en agua. Más particularmente adecuadas son las siliconas que comprenden unos grupos ( $\text{RSiO}_{0,5}$ ) y ( $\text{R}_2\text{SiO}$ ). En estas fórmulas, los radicales R, que pueden ser idénticos o diferentes, son preferentemente un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo de 1 a 8 átomos de carbono, prefiriéndose el grupo metilo. El número de unidades es preferentemente de 30 a 120.

La composición hidráulica según la invención puede comprender además un agente viscosificante y/o un agente de modificación del límite de flujo (generalmente para incrementar la viscosidad y/o el límite de flujo). Este tipo de agentes comprende: los derivados de celulosa, por ejemplo unos éteres de celulosa solubles en agua, tales como los éteres de carboximetilo, metilo, etilo, hidroxietilo e hidroxipropilo de sodio; los alginatos; y la xantana, la carragenina o la goma guar. También se puede utilizar una mezcla de estos agentes.

La composición hidráulica según la invención puede comprender además un acelerador y/o un retardador.

La composición hidráulica según la invención puede comprender además un agente anti-espumante.

La composición hidráulica según la invención puede comprender además unas fibras, por ejemplo unas fibras minerales (cristal, basalto), unas fibras orgánicas, unas fibras metálicas (acero) o una mezcla de éstas.

Las fibras orgánicas se pueden seleccionar en particular de entre las fibras de alcohol polivinílico (APV), las fibras de poli-acrilonitrilo (PAN), las fibras de polietileno de alta densidad (PEHD), las fibras de poliamida o poliimida, unas fibras de polipropileno, las fibras de aramida o las fibras de carbono. También se pueden utilizar mezclas de estas fibras.

Estas fibras orgánicas pueden presentarse en forma de objeto constituido o bien por una sola hebra, o bien por múltiples hebras, yendo el diámetro del objeto de 25 micrones a 800 micrones. La longitud individual de las fibras orgánicas está comprendida preferentemente entre 10 y 50 mm.

En lo que se refiere a las fibras metálicas, puede tratarse de fibras metálicas seleccionadas de entre las fibras de acero tales como las fibras de acero de alta resistencia mecánica, las fibras de acero amorfo, o también las fibras de acero inoxidable. Eventualmente, las fibras de acero pueden ser revestidas con un metal no ferroso tal como el cobre, el zinc, el níquel (o sus aleaciones).

La longitud individual de las fibras metálicas es preferentemente de por lo menos 2 mm y está, aún más preferentemente, comprendida en el intervalo de 10 a 30 mm.

Se pueden utilizar unas fibras dentadas, corrugadas o enganchadas en los extremos.

Preferentemente, la cantidad de fibras está comprendida entre el 0 y el 6%, aún más preferentemente del 1 a 5% del volumen de la composición hidráulica.

Recurrir a mezclas de fibras de características diferentes permite adaptar las propiedades del hormigón con

respecto a las características buscadas.

Se deberá observar que las fibras se pueden añadir al aglutinante o a la mezcla según la invención.

- 5 La composición hidráulica según la invención se puede preparar mezclando la mezcla según la invención o el aglutinante hidráulico según la invención con agua.

Según un modo de realización ventajoso del procedimiento de preparación de una composición de hormigón según la invención, la cantidad de agua utilizada es de 140 a 246 l/m<sup>3</sup>, y preferentemente de 180 a 235 l/m<sup>3</sup>.

- 10 La composición hidráulica se puede reforzar, por ejemplo, mediante unas armaduras metálicas.

- 15 La composición hidráulica se puede pretensar, mediante unos cables o tendones extensores adherentes, o postensar, por unos cables o unos tendones extensores o fundas o barras no adherentes. El pretensado, en forma de pre-tensión o post-tensión, es particularmente adecuado para las composiciones fabricadas según la presente invención.

- 20 Ventajosamente, las composiciones hidráulicas obtenidas según la invención presentan una resistencia a la compresión superior o igual a 90 MPa a los 28 días después de la mezcla y/o superior o igual a 95 MPa después del tratamiento térmico, por ejemplo después de un tratamiento térmico de 2 días a 90°C, realizado después de 2 días a 20°C.

- 25 La composición hidráulica según la invención se puede preparar según unos procedimientos conocidos por el experto en la materia, que comprenden la mezcla de los componentes sólidos y agua, la conformación (por ejemplo proyección, pulverización o calandrado) y el endurecimiento.

- 30 La composición hidráulica según la invención se puede someter a un tratamiento térmico después del fraguado para mejorar sus propiedades mecánicas. El tratamiento después del fraguado, también denominado curado térmico del hormigón se realiza, de manera general, a una temperatura de 60°C a 90°C. La temperatura del tratamiento térmico debe ser inferior a la temperatura de ebullición del agua a la presión ambiente. La temperatura del tratamiento térmico después del fraguado es generalmente inferior a 100°C.

- 35 La duración del tratamiento térmico después del fraguado puede ser, por ejemplo, de 6 horas a 4 días, preferentemente de aproximadamente 2 días. El tratamiento térmico puede empezar, de manera general, por lo menos un día después del inicio del fraguado y preferentemente sobre un hormigón que tiene de 1 a 7 días a 20°C.

- 40 El tratamiento térmico se puede realizar en entornos secos o húmedos o según unos ciclos que alternan los dos entornos, por ejemplo, un tratamiento de 24 horas en un entorno húmedo seguido de un tratamiento de 24 horas en un entorno seco.

- La invención se refiere asimismo a un objeto conformado para el campo de la construcción que comprende el aglutinante hidráulico según la invención o la mezcla según la invención.

- 45 Se han utilizado los métodos de mediciones siguientes:

Método de granulometría láser

- 50 Las curvas granulométricas de los diferentes polvos se obtienen a partir de un granulómetro láser Malvern MS2000. La medición se efectúa en un medio apropiado (por ejemplo, en medio acuoso); el tamaño de las partículas debe estar comprendido entre 0,02 µm y 2 mm. La fuente luminosa está constituida por un láser rojo He-Ne (632 nm) y un diodo azul (466 nm). El modelo óptico es el de Fraunhofer, la matriz de cálculo es de tipo polidiserso.

- 55 Una medición de ruido de fondo se efectuó en primer lugar con una velocidad de bombeo de 2000 rpm, una velocidad del agitador de 800 rpm y una medición del ruido sobre 10 s, en ausencia de ultrasonidos. Se verifica entonces que la intensidad luminosa del láser es por lo menos igual al 80%, y que se obtiene una curva exponencial decreciente para el ruido de fondo. Si este no es el caso, las lentes de la célula deben limpiarse.

- 60 Se efectúa después una primera medición sobre la muestra con los parámetros siguientes: velocidad de bombeo de 2000 rpm, velocidad del agitador de 800 rpm, ausencia de ultrasonidos, límite de oscurecimiento entre el 10 y el 20%. La muestra se introduce para obtener un oscurecimiento ligeramente superior al 10%. Después de la estabilización del oscurecimiento, la medición se efectúa con una duración entre la inmersión y la medición fijada a 10 s. La duración de medición es de 30 s (30000 imágenes de difracción analizadas). En el granulograma obtenido, se debe tener en cuenta el hecho de que una parte de la población del polvo puede estar aglomerada.

65

Se efectúa después una segunda medición (sin vaciar el tanque) con ultrasonidos. La velocidad de bombeo se lleva a 2500 rpm, la agitación a 1000 rpm, los ultrasonidos se emiten al 100% (30 vatios). Este régimen se mantiene durante 3 minutos, después se vuelve a los parámetros iniciales: velocidad de bombeo de 2000 rpm, velocidad del agitador de 800 rpm, ausencia de ultrasonidos. Al cabo de 10 s (para evacuar las eventuales burbujas de aire), se efectúa una medición de 30 s (30000 imágenes analizadas). Esta segunda medición corresponde a un polvo desaglomerado por dispersión ultrasónica.

Cada medición se repite por lo menos dos veces para verificar la estabilidad del resultado. El aparato se calibra antes de cada sesión de trabajo mediante una muestra estándar (sílice C10 Sifrac) cuya curva granulométrica es conocida. Todas las mediciones presentadas en la descripción y los intervalos enunciados corresponden a los valores obtenidos con ultrasonidos.

#### Método de medición de la superficie específica BET

La superficie específica de los diferentes polvos se mide de la siguiente manera. Se extrae una muestra de polvo de masa siguiente: 0,1 a 0,2 g para una superficie específica estimada a más de 30 m<sup>2</sup>/g; 0,3 g para una superficie específica estimada a 10-30 m<sup>2</sup>/g; 1 g para una superficie específica estimada a 3-10 m<sup>2</sup>/g; 1,5 g para una superficie específica estimada a 2-3 m<sup>2</sup>/g; 2 g para una superficie específica estimada a 1,5-2 m<sup>2</sup>/g; 3 g para una superficie específica estimada a 1-1,5 m<sup>2</sup>/g.

Se utiliza una célula de 3 cm<sup>3</sup> o de 9 cm<sup>3</sup> dependiendo del volumen de la muestra. Se pesa el conjunto de la célula de medición (célula + varilla de vidrio). Después se añade la muestra en la célula: el producto no debe estar a menos de un milímetro de la altura del cuello de la célula. Se pesa el conjunto (célula + varilla de vidrio + muestra). Se coloca la célula de medición en una estación de desgasificación y se desgasifica la muestra. Los parámetros de desgasificación son de 30 min/45°C para el cemento Portland, el yeso, las puzolanas; de 3h/200°C para las escorias, cenizas volantes, cemento aluminoso, caliza; y de 4h/300°C para la alúmina de control. La célula se tapona rápidamente con un tapón después de la desgasificación. Se pesa el conjunto y se anota el resultado. Todos los pesajes se efectúan sin el tapón, retirándose éste temporalmente para realizar la medición. La masa de la muestra se obtiene por sustracción de la masa de la célula a la suma de las masas de la célula y de la muestra desgasificada.

Se efectúa después el análisis de la muestra después de colocarla sobre la estación de medición. El analizador es el SA 3100 de Becjman Coulter. La medición se basa en la adsorción de nitrógeno por la muestra a una temperatura dada, aquí la temperatura del nitrógeno líquido, es decir aproximadamente -196°C. El aparato mide la presión de la célula de referencia en la que el adsorbato está a su presión de vapor de saturación y la de la célula de la muestra, en la que se inyectan unos volúmenes conocidos de adsorbato. La curva resultante de estas mediciones es la isoterma de adsorción. En el proceso de medición, es necesario el conocimiento del volumen muerto de la célula: por tanto, se realiza una medición de este volumen con helio antes del análisis.

La masa de la muestra calculada anteriormente se introduce como parámetro. La superficie BET se determina mediante el programa por regresión lineal a partir de la curva experimental. La desviación estándar de reproducibilidad obtenida a partir de 10 mediciones sobre una sílice de superficie específica de 21,4 m<sup>2</sup>/g es de 0,07. La desviación estándar de reproducibilidad obtenida a partir de 10 mediciones sobre un cemento de superficie específica de 0,9 m<sup>2</sup>/g es de 0,02. Una vez cada dos semanas, se efectúa un control sobre un producto de referencia. Dos veces al año se realiza un control con la alúmina de referencia proporcionada por el fabricante.

#### Método de medición de la resistencia de compresión

Sea cual sea el tiempo, la resistencia de compresión se mide sobre una muestra cilíndrica que tiene un diámetro de 7 cm y una altura de 14 cm, las superficies sobre las cuales se aplica la fuerza de compresión a la muestra se aplanan.

La fuerza de compresión aplicada se aumenta a un índice de 3,85 kN/s durante el ensayo de compresión.

#### Determinación del umbral de tensión

El umbral de tensión es el valor de tensión (expresado en pascal) medido a un gradiente de cizallamiento de 0,1 s<sup>-1</sup> con reómetro Rhéolab QC proporcionado por la compañía Anton Paar, con la herramienta de simple hélice de un solo paso, denominada herramienta SHSP, durante una fase para bajar la velocidad de cizallamiento. La medición se realiza generalmente a temperatura ambiente.

La composición hidráulica se coloca en un tanque cilíndrico de diámetro de 45 mm y de altura de 120 mm. El tanque se coloca en el reómetro. La herramienta SHSP se introduce en el tanque. Un primer gradiente de cizallamiento se aplica de manera progresiva de 0 a 20 s<sup>-1</sup> en 60 segundos, después se aplica un segundo gradiente de cizallamiento de 20 s<sup>-1</sup> a 0,1 s<sup>-1</sup> en 60 segundos. Se anota el valor de tensión obtenido.

**Ejemplos**

La presente invención se describe mediante los ejemplos A, B, C, D, E, F, G, H siguientes, no limitativos.

5

• Materias primas:

✓ Cemento 52,5N PMES Le Teil Lafarge Francia

10

◦ LHY-4521-1, LHY-4815 y LHY-4521

✓ Cemento 52.5 Sagunto Lafarge España

15

◦ LHY-4845

✓ Cemento 52.5 Villaluenga Lafarge España

20

◦ LHY-4729

✓ Metacaolín Metamax (MK) BASF, US

✓ Superpozz (SPzz) Lafarge, Sudáfrica

✓ Millisil C6 Sibelco, Francia

✓ Durcal 1 (D1) Omya, Francia

✓ Agente reductor de retracción (SRA) BASF, US

25

✓ Humo de sílice MST02 Le Pontet SEPR, Francia

✓ Anhidrita Micro A Maxit, Francia

✓ Arena n°1 BE01 Sibelco, Francia

✓ Arena n°2 PE2LS Fulchiron, Francia

✓ Arena n°3 Betsinor Betsinor, Francia

30

✓ Superplastifiante F2 Chryso, Francia

✓ Prelom (PL) BASF, Francia

Los cementos se han preparado por trituración y separación del cemento Portland CEM I 52,5 que proviene de cementeras identificadas. Esta trituración se ha realizado utilizando un triturador de chorro de aire asociado a un separador de muy alta eficacia. Los cementos triturados obtenidos tenían un D10, un D50, un D90, una superficie específica Blaine (SSB) y una superficie BET tales como se mencionan en la tabla I siguiente.

35

Tabla I

	d10	d50	d90	SSB	BET	N° Lote
Cemento 52,5N PMES Le Teil	1,92	7,98	18,09	5520	1,6	LHY-4521-1
	1,75	8,00	22,21	5110	3,09	LHY-4815
	1,86	11,75	36,20	n.d.	1,35	LHY 4521
Cemento 52.5 Sagunto	1,63	8,56	25,10	5950	2	LHY-4845
Cemento 52.5 Villaluenga	1,35	5,72	14,62	7240	2,55	LHY-4729

40

El Millisil C6 es un polvo de relleno silíceo (cuarzo) que proviene de la compañía Sibelco. Corresponde a la adición A1. Tiene un D10 de 2,9 µm, un D50 de 28,9 µm, y un D90 de 95,6 µm.

45

El humo de sílice 980 NS que proviene de la compañía SEPR se caracteriza por una superficie BET de 13 m<sup>2</sup>/g y por un D50 de 4,24 µm. Corresponde a la adición A2.

El metacaolín Metamax se caracteriza por una superficie BET de 11,8 m<sup>2</sup>/g y por un D50 de 4,37 µm.

50

La superpozz es una puzolana que proviene de la compañía Lafarge y se caracteriza por una superficie BET de 1,05 m<sup>2</sup>/g y por un D50 de 5 µm.

La anhidrita Micro A es un sulfato de calcio anhidro micronizado que proviene de la compañía Maxit. Tiene un D10 de 1,6 µm, un D50 de 12,3 µm, y un D90 de 17,0 µm.

55

La arena n°1 BE01 es una arena silícea que proviene de la compañía Sibelco. Tiene un D10 de aproximadamente 210 µm y un D50 de aproximadamente 310 µm, un D90 de aproximadamente 400 µm.

## ES 2 691 215 T3

La arena n°2 es una arena silícea que proviene de la compañía Fulchiron. Tiene un D10 de aproximadamente 60 µm y un D50 de aproximadamente 150 µm, un D90 de aproximadamente 250 µm.

5 La arena n°3 es una arena silícea que proviene de la compañía Betsinor. Tiene un D10 de aproximadamente 170 µm y un D50 de aproximadamente 245 µm, un D90 de aproximadamente 350 µm.

El superplastificante F2 es un superplastificante de nueva generación, a base de policarboxilato modificado cuya concentración en extracto seco es del 29,51%, porcentaje en masa.

10 El superplastificante Prelom es a base de éter policarboxílico modificado. Se trata el Prélom 300 de la compañía BASF cuya concentración en extracto seco es del 15%, porcentaje en masa.

### Materiales:

15 - una mezcladora-amasadora RAYNERI R601, que fue proporcionada por la compañía VMI con un tanque de 10 litros. Esta mezcladora ejerce un movimiento de rotación planetario;

- unos moldes cilíndricos de cartón de 7 cm de diámetro y de 14 cm de altura;

20 - una cámara climática con un 95-100% de higrometría relativa y 90°C +/-1°C proporcionada por la compañía Verre Labo Mula;

- una cámara húmeda con un 95-100% de higrometría relativa y 20 +/-1°C

25 Protocolo de preparación de la composición hidráulica según la invención:

El hormigón (composición hidráulica) se ha fabricado según el protocolo descrito a continuación:

30 1) introducción de las materias secas (arena, A1, cemento, sulfato de calcio y humo de sílice) en el recipiente de la mezcladora Rayneri;

2) amasado durante 60 segundos a la velocidad de 15 rpm, para homogeneizar las materias secas;

35 3) introducción del agua de mezcla y del superplastificante durante 30 segundos, a la velocidad de rotación de 15 rpm;

4) amasado durante 1 minuto a la velocidad de 15 rpm;

40 5) amasado durante 3 minutos y 30 segundos a la velocidad de 45 rpm.

Se ha obtenido un hormigón fresco. El hormigón se vertió en moles cilíndricos. Las probetas de prueba moldeadas obtenidas se cierran herméticamente y se dejan en espera durante 24 horas a 20°C. Después, las probetas se desmoldan y se coloca o bien:

45 - en una cámara húmeda durante 28 días a 20°C y con el 100% de humedad relativa; o bien

- en una cámara húmeda durante 7 días a 20°C y con el 100% de humedad relativa, y después en una cámara climática durante 48 horas a 90°C y con el 100% de humedad relativa (tratamiento térmico).

50 Después se midieron las resistencias mecánicas.

- Aglutinantes hidráulicos según la invención, en % máxicos, con respecto a la masa total de aglutinante:

	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07	F08	F09	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29
% cemento	0,34	0,34	0,42	0,49	0,43	0,34	0,34	0,40	0,39	0,34	0,34	0,42	0,26	0,40	0,34	0,34	0,37	0,34	0,42	0,35	0,34	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,34
Lote del cemento	LHY-4845	LHY-4521	LHY-4521	LHY-4521	LHY-4815	LHY-4845	LHY-4815	LHY-4845	LHY-4521	LHY-4521	LHY-4521																		
Nature A2	980 NS																												
Nature A1	C6	SPzz	C6	C6	C6	SPzz	C6																						
% A2	0,17	0,17	0,18	0,06	0,07	0,17	0,17	0,04	0,20	0,17	0,16	0,18	0,26	0,23	0,16	0,16	0,09	0,16	0,18	0,17	0,16	0,17	0,17	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
% A1	0,48	0,48	0,37	0,43	0,48	0,48	0,48	0,55	0,39	0,48	0,48	0,37	0,47	0,34	0,48	0,48	0,52	0,48	0,37	0,49	0,48	0,49	0,48	0,49	0,48	0,49	0,49	0,48	0,48
Adyuvante PL	0,05	0,05	0,05	0,06	0,12	0,07	0,06	0,07	0,04	0,04	0,04	0,03	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,08	0,03	0,03
Adyuvante F2	0,04																												
Adyuvante S RA																							0,02		0,06	0,06			
% anhídrita	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Total	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

- Composición de las mezclas según la invención, en % volúmicos:

	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07	F08	F09	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29
% aglut.	50	51	51	48	51	48	51	48	49	51	51	51	51	44	52	48	48	51	51	51	48	51	53	51	51	51	51	51	51
% arena	50	49	49	49	52	49	49	52	51	49	49	49	49	56	48	52	52	49	49	52	49	47	49	49	49	49	49	49	
n° de arena	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	2	1	

- Composiciones hidráulicas según la invención, en litros para 1 m³ de hormigón, excluyendo el aire ocluido: Las composiciones hidráulicas siguientes son no autocompactante, según la invención.

	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07	F08	F09	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29
Mezcla en litros	819	765	768	769	755	796	792	775	776	769	763	761	795	777	774	778	773	783	772	783	780	774	788	792	795	797	784	792	794
Mezcla en kg	2192	2056	2074	2109	2060	2131	2128	2116	2111	2088	2052	2056	2111	2087	2082	2091	2092	2105	2088	2077	2045	2004	1997	2001	1931	1912	1904	1929	1937
Adyuvante	13,85	16,98	24,09	26,70	26,66	45,56	26,78	25,01	29,50	13,06	12,91	15,71	15,73	21,66	14,27	14,18	14,30	13,72	17,02	16,56	15,14	14,86	18,02	15,13	30,75	32,51	25,37	10,28	8,58

	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07	F08	F09	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29
Agua añadida	181,1	1220,9	211,5	208,0	222,4	165,7	184,8	204,1	198,8	220,1	226,2	226,1	191,2	205,0	214,0	209,7	215,1	205,7	213,2	202,6	207,1	213,2	202,7	195,1	196,3	192,9	194,6	199,6	198,5
Agua total	181,1	1235,3	232,0	230,7	245,1	204,4	207,5	225,3	223,8	231,2	237,1	239,4	204,5	223,5	226,2	221,8	227,3	217,4	227,6	216,7	220,0	225,8	212,0	208,0	205,0	203,2	216,1	208,4	205,8

• Rendimientos de las composiciones hidráulicas:

Las resistencias mecánicas en compresión se miden sobre un cilindro de diámetro 70 mm y de altura de 140 mm, o bien a los 28 días o bien después de un tratamiento térmico (TT) a 90°C. Los resultados se expresan en MPa.

	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07	F08	F09	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	
Umbral en Pa	30	115	110	180	100	20	100	70	30																					
Resist. después del TT* en MPa	117,9	130,5	143,3	124,1	118,8	162,9	152,2	96,6	119,2																113,62	125,24	131,63	103	145,9	
Resist. a 28 días en MPa										104,9	94,1	113,9	98,3	98,1	96,9	109,4	102,8	95,1	122	106,36	114,0	109,59	98,18	101,76				136	113,9	

• Tratamiento térmico

**REIVINDICACIONES**

1. Aglutinante hidráulico que comprende, en porcentaje en masa:
- 5        - del 20 al 82% de un cemento Portland cuyas partículas presentan un D50 comprendido entre 2 µm y 11 µm;
- del 15 al 56% de una adición mineral A1 no puzolánica, cuyas partículas presentan un D50 comprendido  
10        entre 1 y 150 µm y seleccionada de entre las adiciones calcáreas, tales como el carbonato de calcio, las  
          adiciones silíceas tales como el cuarzo, las adiciones minerales silico-calcáreas, esquistos calcinados,  
          zeolitas, cenizas procedentes de la combustión de vegetales, y sus mezclas;
- del 4 al 30% de adición mineral A2 puzolánica, cuyas partículas presentan un D50 comprendido entre 1 y  
          150 µm;
- 15        estando la suma de estos porcentajes comprendida entre el 90 y el 100%.
2. Aglutinante hidráulico según la reivindicación 1, caracterizado por que el cemento es un cemento CEM I.
3. Aglutinante hidráulico según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que comprende además sulfato de calcio.
- 20        4. Aglutinante hidráulico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la adición mineral  
          A2 se selecciona de entre el humo de sílice, la micro-sílice, los materiales puzolánicos, el metacaolín, las escorias,  
          eventualmente trituradas, o sus mezclas.
- 25        5. Aglutinante hidráulico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las partículas del  
          cemento presentan un D90 comprendido entre 8 µm y 40 µm.
- 30        6. Mezcla que comprende en porcentaje en volumen, por lo menos un 43% del aglutinante hidráulico según  
          cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y por lo menos un 30% de arena, estando la suma de estos porcentajes  
          comprendida entre el 95 y el 100%.
- 35        7. Mezcla según la reivindicación 6, caracterizada por que comprende además una arena cuyas partículas presentan  
          un D10 comprendido entre 100 µm y 1 mm, un D50 comprendido entre 200 µm y 3 mm y un D90 de 300 µm a 5 mm.
8. Mezcla según la reivindicación 7 u 8, caracterizada por que la arena es una arena silícea o una arena de bauxita  
          calcinada o sus mezclas.
- 40        9. Composición hidráulica que comprende en un volumen de 1 m<sup>3</sup>, excluyendo el aire ocluido
- de 140 a 246 kg de agua; y
- por lo menos 654 litros de mezcla según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8;
- estando la suma de los volúmenes de estos 2 componentes comprendida entre 900 y 1000 litros.
- 45        10. Composición hidráulica según la reivindicación 9, que comprende un agente anti-espumante.
11. Composición hidráulica según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, caracterizada por que comprende  
          además unas fibras minerales (vidrio, basalto), orgánicas (plástico de tipo APV) o metálicas (acero) o una mezcla de  
          éstas.
- 50        12. Objeto conformado para el campo de la construcción que comprende el aglutinante hidráulico según cualquiera  
          de las reivindicaciones 1 a 5 o la mezcla según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8.