

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 576**

51 Int. Cl.:

C04B 18/14 (2006.01)

C04B 28/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2010 E 10795957 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.11.2014 EP 2507188**

54 Título: **Aglutinante hidráulico que comprende una escoria molida de alto horno**

30 Prioridad:

30.11.2009 IT MI20092105

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

03.03.2015

73 Titular/es:

**ITALCEMENTI S.P.A. (100.0%)
Via G. Camozzi, 124
24100 Bergamo, IT**

72 Inventor/es:

**CANGIANO, STEFANO y
PRINCIGALLO, ANTONIO**

74 Agente/Representante:

RUO, Alessandro

ES 2 530 576 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

Aglutinante hidráulico que comprende una escoria molida de alto horno

5 **Campo de la invención**

[0001] La presente invención se refiere a aglutinantes hidráulicos, tales como cementos, que usan una escoria de alto horno granulada activa y finamente molida de actividad hidráulica latente.

10 **Estado de la técnica**

[0002] La escoria molida de alto horno es un subproducto de la producción de hierro colado a partir de minerales de hierro o chatarra. En este proceso se forma una escoria líquida y flota sobre el metal fundido, la escoria que contiene cal, sílice y otros óxidos tales como MgO, que se separan del metal a temperaturas superiores a 1900 °C. Este subproducto se enfría súbitamente para obtener un granulado vítreo con propiedades hidráulicas latentes. El uso de escoria granulada de alto horno está permitido como componente del cemento por la norma europea EN 197-1, tipo II (cemento de escoria Portland) y III (cemento de alto horno), hasta un contenido de escoria teórico del 95 %. Este alto valor está relacionado con la hidráulidad potencial de la escoria y su capacidad de activación en mezclas de cementos que permiten la producción de hormigones para aplicaciones particulares, por ejemplo, aquellas en las que es necesaria una gran durabilidad con un desarrollo térmico lento o bajas emisiones de CO₂ atmosférico.

[0003] En concreto, la norma EN 197-1 requiere que se satisfagan las siguientes condiciones: $(CaO + MgO)/SiO_2 > 1$; $CaO + MgO + SiO_2 > 67\%$ y una masa vítrea superior al 67 %.

[0004] La activación de la escoria requiere la adición de un activador seleccionado entre álcalis, o sulfatos, u óxido de calcio, o sales alcalinas a base de iones cloruro, o también se puede realizar térmicamente. La capacidad para sustituir un clínker de cemento Portland con escoria se incrementa con el nivel de activación de la escoria.

[0005] No obstante, en general, la reactividad de los cementos con un alto contenido de escoria se considera que es demasiado suave en comparación con cementos con un elevado contenido de clínker; el alto contenido de escoria está dirigido a aquellas aplicaciones en las que la alta actividad típica del clínker daría lugar a un sobrecalentamiento excesivo del artículo de hormigón final.

[0006] Sería deseable disponer de cementos de alto contenido de escorias con buenas características mecánicas, en particular buena resistencia a la compresión con fraguado rápido. Esta propiedad también se extiende a la aplicación de cementos con alto contenido de escorias en aquellos sectores en los que actualmente se usan cementos con alto contenido de clínker, así como aplicaciones estructurales en entornos agresivos, o en la construcción de carreteras, vías o aeropuertos, o para grandes fundiciones, o para fundiciones en localidades costeras.

[0007] En la técnica conocida, el documento de Estados Unidos 6.409.820 describe un aglutinante hidráulico que comprende una escoria, activable con sulfatos, y que tiene un contenido de vidrio o una fracción vítrea superior al 93 %, $SiO_2 = 34-40\%$, $Al_2O_3 > 9\%$, $CaO = 34-37\%$ en masa, y una relación $(CaO + MgO)/(Al_2O_3 + SiO_2) = 0,88-0,98$, y por tanto inferior a 1, y un alto contenido de sulfatos, con CaSO₄ variable entre el 12 y el 20 % en masa en el aglutinante, como activadores.

[0008] El documento de Estados Unidos 6.409.820 muestra en su parte experimental que no es conveniente una composición de escoria similar en la que, no obstante, los componentes únicamente se modifican ligeramente de manera que la relación $(CaO + MgO)/(Al_2O_3 + SiO_2) = 1,03$, y por tanto superior a 1, para la formación de un aglutinante hidráulico de bajo contenido de clínker que proporciona propiedades satisfactorias al artículo final, en particular resistencia a la compresión.

Sumario de la invención

[0009] un objeto de la presente invención es proporcionar un aglutinante hidráulico de medio y alto contenido de escoria en lugar de clínker de acuerdo con la norma EN 197-1, en el que está contenido clínker de cemento Portland en una cantidad igual o superior al 5 % en masa en el aglutinante, que es capaz de formar artículos de hormigón de alto rendimiento mecánico con fraguado rápido y de bajo impacto medioambiental debido a su moderado contenido de CO₂.

[0010] Un objeto particular de la presente invención es conseguir dicho resultado al tiempo que se satisfacen los requerimientos de la norma EN 197-1, en particular para las clases resistentes de endurecimiento rápido (R).

[0011] Un objeto de la presente invención también es proporcionar este aglutinante al tiempo que se mantiene el contenido de activadores de escoria esencialmente bajo, dentro de los límites permitidos por la norma EN 197-1 debido a que si dicho contenido es alto, pueden aparecer diversos problemas técnicos. A este respecto, se

considera que, por ejemplo, el uso de altas cantidades de álcali produce una mayor contracción con el consiguiente aumento de los riesgos de formación de grietas en las aplicaciones de hormigón, una mayor reactividad poco deseable hacia agregados, en particular debido a la reacción de álcali-sílice, y la aparición de eflorescencias en el hormigón. Con respecto al uso de grandes cantidades de sales alcalinas a base de ion cloruro, se considera que esto incrementa los riesgos de corrosión en estructuras de hormigón reforzadas. Con respecto al uso de grandes cantidades de sulfatos, se cree que esto da lugar a un fenómeno de expansión retardado en el artículo de hormigón curado con la posible disgregación del artículo, o al desprendimiento de partes estructurales.

[0012] Un objeto adicional de la invención es proporcionar una escoria de alta actividad que se puede usar en un clínker de cemento Portland o como adición al hormigón.

Descripción detallada de la invención

[0013] Este objeto se obtiene de acuerdo con la presente invención mediante un aglutinante hidráulico que comprende una escoria molida de alto horno en una cantidad entre el 30 y el 95 % en masa en el aglutinante, clínker de cemento Portland en una cantidad igual o superior al 5 % en masa en el aglutinante y al menos un sulfato como activador, caracterizado por que dicha escoria tiene las siguientes propiedades y composición en masa: finura de molienda superior a 4000 cm²/g Blaine, contenido de vidrio superior al 80 %, SiO₂ del 30 al 40 %, Al₂O₃ del 9 al 13 %, CaO del 34 al 42 %, con una relación de (CaO + MgO)/(Al₂O₃ + SiO₂) superior a 1; y porque dicho sulfato está contenido en una cantidad total, expresada como SO₃, de entre el 0,6 y el 4,5 % en masa en el aglutinante.

[0014] Preferentemente, dicha escoria tiene un contenido de MgO superior al 8 % en masa.

[0015] Dicho sulfato se selecciona entre uno o más de los siguientes: CaSO₄, Na₂SO₄, K₂SO₄. Cuando el sulfato es CaSO₄, es natural o es un producto obtenido por procesos de desulfuración, o es una mezcla de los anteriores, o está en forma de sal hidratada (hemihidrato).

[0016] La cantidad de dicho activador en el aglutinante por tanto se selecciona preferentemente de la siguiente manera: CaSO₄ en el intervalo del 0,3-5 %, preferentemente del 0,5-2,5 %, en masa en el aglutinante hidráulico; Na₂SO₄ en el intervalo del 0,3-5 %, preferentemente del 0,5-2,5 %, en masa en el aglutinante hidráulico.

[0017] En una realización, dicho activador puede comprender óxido de calcio, presente en el intervalo del 0,3-5 %, preferentemente del 1-4 %, en masa en el aglutinante hidráulico.

[0018] En una realización, dicha escoria en dicho aglutinante hidráulico se muele hasta una finura superior a 5000 cm²/g, mientras que en una realización preferida diferente, se muele hasta una finura superior a 6000 cm²/g Blaine.

[0019] Para los fines de la presente descripción, composiciones de cemento significa mezclas de cemento que comprenden al menos dicho aglutinante hidráulico agua y posiblemente uno o más agregados inertes, y/o uno o más aditivos minerales, y/o fibras para cementos, y/o uno o más aditivos convencionales.

[0020] El término "aglutinante hidráulico" significa un material en forma pulverizada en estado seco que, cuando se mezcla con agua, proporciona mezclas plásticas capaces de solidificar y endurecerse con el tiempo. Cementos significa en particular aquellos incluidos en la norma europea EN 197-1.

[0021] Las composiciones de cemento se dividen en pastas, es decir, composiciones sin agregados inertes, y conglomerados, es decir, composiciones que contienen al menos un agregado inerte. Los conglomerados se dividen en morteros (que contienen agregados finos tales como arenas), y hormigones (que contienen tanto agregados finos como agregados gruesos tales como grava, guijarros y piedra triturada, seleccionados, por ejemplo, entre los clasificados de acuerdo con la norma UNI EN 12620).

[0022] La presente invención es particularmente adecuada para morteros y hormigones.

[0023] Un aditivo mineral significa cualquier tipo de material inorgánico finamente dividido que se puede añadir al cemento para conferir resistencia mecánica y características de durabilidad ideales. Los aditivos pueden ser inertes, puzolánicos o de actividad hidráulica latente, estos aditivos que se seleccionan, por ejemplo, entre los permitidos por la norma europea EN 206-1.

[0024] Más en particular, el término "aditivos" significa una escoria molida activada y finamente dividida. Los aglutinantes hidráulicos a base de escoria de la presente invención, cuando se usan como cementos, dan lugar a la producción de hormigones de acuerdo con la norma europea EN 206-1.

[0025] Las cantidades de estos aglutinantes, por metro cúbico de hormigón, caen dentro del intervalo de valores adoptado habitualmente para hormigones al tiempo que respetan los valores límite recomendados para las composiciones y propiedades del hormigón (norma EN 206-1). Se puede producir un hormigón que tiene una cantidad de aglutinante superior a 100 kg/m³.

[0026] Incluso cuando como aditivo del hormigón se usa la escoria activada de la presente invención, se puede producir un hormigón conforme a la norma europea EN 206 que tiene una cantidad de aditivos superior a 10 kg/m³.

5 **[0027]** Las características y ventajas de la presente invención se describen con mayor detalle en los siguientes ejemplos, proporcionados únicamente como ilustraciones no limitantes de la presente invención.

Ejemplos

10 **[0028]** En los siguientes ejemplos 1, 2, 3, 4 y 5, se identifican tres escorias para aglutinantes hidráulicos de acuerdo con la presente invención como GGBFS1, GGBFS5 y GGBFS6, que tienen la composición indicada en la siguiente Tabla 1.

[0029] El Ejemplo 6 muestra los resultados para aplicaciones en hormigón.

15 **[0030]** La Tabla 1 también muestra composiciones de escorias no adecuadas para la presente invención con fines comparativos, en concreto: GGBFS2, GGBFS3 y GGBFS4, esta última que corresponde a la escoria de comparación anteriormente mencionada de la técnica conocida descrita en el documento de Estados Unidos 6.409.820.

20 **[0031]** En los ejemplos descritos, como cementos se usan aglutinantes hidráulicos de acuerdo con la presente invención. Los cementos de acuerdo con la invención y los cementos comparativos se prepararon de la forma siguiente:

- 25
1. Secado y molienda de una escoria de acuerdo con la siguiente Tabla 1;
 2. Molienda de
 - clínker de cemento Portland (de acuerdo con la norma EN 197-1)
 - sulfato de calcio
 - componentes secundarios opcionales para la producción del clínker, tales como componentes orgánicos en una cantidad total que no supera el 0,5 % en masa en el aglutinante.
- 30

Este clínker de cemento Portland molido con sulfato de calcio y componentes secundarios opcionales también es un cemento CEM I 52.5 R de acuerdo con la norma europea EN 197-1. Dichos componentes secundarios opcionales de acuerdo con la norma europea EN 197-1 son diferentes de la escoria y el clínker y están contenidos en una cantidad inferior al 5 % en masa de la suma de las cantidades de clínker y escoria de acuerdo con CEM I 52.5R.

- 35
3. Secado de la mezcla de la escoria de 1), el clínker de cemento Portland de 2) y los activadores.

Tabla I

Componentes de la escoria	GGBFS1	GGBFS2	GGBFS3	GGBFS4	GGBFS5	GGBFS6
Contenido de vidrio (fracción vítrea)	95%	85%	90%	94%	85%	95%
SiO ₂	35,24%	37,76%	38,05%	37,3%	35,95%	36,7%
Al ₂ O ₃	12,01%	10,44%	6,49%	10%	10,5%	10,2%
CaO	40,41%	39,31%	39,65%	38,2%	40,85%	37,15%
MgO	8,47%	7,71%	4,22%	10,5%	8,51%	10,8%
Relación (CaO + MgO)/(Al ₂ O ₃ + SiO ₂)	1,03	0,98	0,99	1,03	1,06	1,02

40 Ejemplo 1

[0032] Se preparó un cemento que tiene la siguiente composición:

- 45
- 94 % de escoria activada GGBFS1 de la Tabla 1
 - 5,6 % de clínker de cemento Portland
 - 0,4 % de componentes secundarios con un contenido de sulfato expresado como SO₃ igual al 4,2 % en masa en el cemento, en el que la escoria activada consta del:
 - 3 % de CaO
 - 5 % de CaSO₄
 - 92 % de escoria molida hasta una finura Blaine de 5800 cm²/g.
- 50

[0033] Se obtuvieron los siguientes resultados de resistencia a la compresión, R_c:

- 55
- R_c después de 2 días = 14,0 MPa
 - R_c después de 7 días = 31,6 MPa

Rc después de 28 días = 44,7 MPa

conforme a un CEM III/C 32.5 R o CEM III/C 42.5N.

5 Ejemplo 2

[0034] Se preparó un cemento con la siguiente composición:

- 10 94 % de escoria activada GGBFS1 de la Tabla 1
5,6 % de clínker de cemento Portland
0,4 % de componentes secundarios

con un contenido de sulfato expresado como SO₃ igual al 4,1 % en masa en el cemento, en el que la escoria activada consta del:

- 15 4,0 % de CaO
3,0 % de CaSO₄
2,0 % de Na₂SO₄
20 91,0 % de escoria molida hasta una finura Blaine de 5800 cm²/g.

[0035] Se obtuvieron los siguientes resultados de resistencia a la compresión, Rc:

- 25 Rc después de 2 días = 17,0 MPa
Rc después de 7 días = 31,1 MPa
Rc después de 28 días = 38,1 MPa

conforme a un CEM III/C 32.5 R.

Ejemplo 3

30

[0036] Se preparó un cemento con la siguiente composición:

- 35 90 % de escoria activada GGBFS1 de la Tabla 1
9,3 % de clínker de cemento Portland
0,7 % de componentes secundarios

con un contenido de sulfato expresado como SO₃ igual al 4,3 % en masa en el cemento, en el que la escoria activada consta del:

- 40 4,0 % de CaO
3,0 % de CaSO₄
2,5 % de Na₂SO₄
90,5 % de escoria molida hasta una finura Blaine de 6200 cm²/g.

45 **[0037]** Se obtuvieron los siguientes resultados de resistencia a la compresión, Rc:

- 50 Rc después de 2 días = 22,2 MPa
Rc después de 7 días = 35,3 MPa
Rc después de 28 días = 45,6 MPa

conforme a un CEM III/C 42.5R o CEM III/C 42.5N o CEM III/C 32.5R.

Ejemplo 4

55 **[0038]** Se preparó un cemento con la siguiente composición:

- 60 94 % de escoria activada GGBFS5 de la Tabla 1
5,6 % de clínker de cemento Portland
0,4 % de componentes secundarios

con un contenido de sulfato expresado como SO₃ igual al 4,4 % en masa en el cemento, en el que la escoria activada consta del:

- 65 5,0 % de CaO
5,0 % de CaSO₄
90 % de escoria molida hasta una finura Blaine de 5800 cm²/g.

[0039] Se obtuvieron los siguientes resultados de resistencia a la compresión, R_c:

R_c después de 2 días = 13,7 MPa
 R_c después de 7 días = 34,2 MPa
 R_c después de 28 días = 50,4 MPa

conforme a un CEM III/C 42.5N.

Ejemplo 5

[0040] La Tabla II muestra las resistencias a la compresión después de 2 días (EN 196-1), es decir R_{c2días} medidas en MPa para dos cementos de la presente invención (I₁, I₂) en comparación con cementos que no pertenecen a la invención (C₁, C₂, C₃, C₄, C₅), estos cementos que se obtienen a partir de las escorias GGBFS1, GGBFS2, GGBFS3, GGBFS5 identificadas en la Tabla I anterior. Se dan los valores de finura de molienda (Blaine cm²/g) junto a cada escoria.

[0041] Como se puede deducir a partir de los datos combinados de la Tabla II, los cementos C₁, C₂, C₃, C₄ y C₅ no pertenecen a la presente invención debido a la composición química de la escoria (C₂ C₃) o el contenido de activador (C₁ C₄) o la finura de la escoria (C₃) o el contenido de escoria (C₅).

[0042] El marcado aumento en la resistencia a la compresión de los cementos de la presente invención (I₁ e I₂) después de 2 días, es decir, R_{c2días}, en comparación con los cementos C₁, C₂, C₃, C₄ y C₅, es por tanto evidente.

[0043] Para los activadores de la escoria GGBFS1 en el cemento I₁ de la presente invención, también fue evidente el efecto del incremento de la resistencia a la compresión después de 2 días con respecto a la mezcla de cemento C₅ no activado.

[0044] Por otra parte, los cementos producidos de acuerdo con la presente invención generalmente no mostraban fenómenos de expansión en ensayos de estabilidad, y se comprobó que sus tiempos de "comienzo del endurecimiento" eran superiores a los de los cementos de referencia como se muestra en la Tabla III a continuación, de la que se puede llegar a la conclusión de que la reología del mortero era normal.

Tabla II

Propiedades y composiciones de cementos obtenidos a partir de las escorias de la Tabla I					
Escoria	Activadores (% en la escoria)	Escoria activada (% en el cemento)	R _{c2días} EN 196-1 [MPa]	Cemento I = invención C = comparación	
GGBFS1 4700 cm ² /g (CaO + MgO)/(Al ₂ O ₃ + SiO ₂) = 1,03	ninguno	94	4,1	C ₁	
GGBFS2 7500 cm ² /g (CaO + MgO)/(Al ₂ O ₃ + SiO ₂) = 0,98	5 % CaO 3,5 % CaSO ₄ 2,5 % Na ₂ SO ₄	94	4,62	C ₂	
GGBFS3 3300 cm ² /g (CaO + MgO)/(Al ₂ O ₃ + SiO ₂) = 0,99	5 % CaO 3,5 % CaSO ₄ 2,5 % Na ₂ SO ₄	90	0,7	C ₃	
GGBFS1 6000 cm ² /g (CaO + MgO)/(Al ₂ O ₃ + SiO ₂) = 1,03	1,5 % CaO 5,1 % CaSO ₄ 1 % Na ₂ SO ₄	97,5	5,2	C ₅	
GGBFS1 6200 cm ² /g (CaO + MgO)/(Al ₂ O ₃ + SiO ₂) = 1,03	4 % CaO 3 % CaSO ₄ 2,5 % Na ₂ SO ₄	90	22,2	I ₁	
GGBFS4 5800 cm ² /g (CaO + MgO)/(Al ₂ O ₃ + SiO ₂) = 1,03	3 % CaO 13 % CaSO ₄ 0,5 % acetato Ca	85	7,0	C ₄	
GGBFS5 5800 cm ² /g (CaO + MgO)/(Al ₂ O ₃ + SiO ₂) = 1,06	5 % CaO 5 % CaSO ₄	94	13,7	I ₂	

Tabla III

Datos reológicos								
Material de partida	Escoria activada [% en el cemento]	CaO [% en la escoria]	CaSO ₄ [% en la escoria]	Na ₂ SO ₄ [% en la escoria]	Estabilidad [mm]	Consistencia EN196	Inicio del endurecimiento [min]	Consistencia del mortero [%] UNI 7044
GGBFS6 7200 cm ² /g	94	5,0	3,5	2,5	0	27,0	376	103
GGBFS6 7200 cm ² /g	70	5,0	5,0	-	0	27,6	250	98
CEM I 52.5R	-	-	-	-	0	30,2	173	82
CEM II/A-LL 42.5R	-	-	-	-	0	26,8	210	106

Ejemplo 6

- 5 **[0045]** Los cementos de la invención se usaron para producir hormigón.
- [0046]** Los resultados de los experimentos realizados se proporcionan en la Tabla IV.
- 10 **[0047]** Como referencia se usó un hormigón producido con cemento de piedra caliza CEM II/A-LL 42.5R.
- [0048]** Se puede observar que el cemento de alto horno de la invención permite que las características reológicas y mecánicas se ajusten a las obtenidas con el cemento de piedra caliza con respecto a las clases relativas de resistencia del cemento.
- 15 **[0049]** En particular, el cemento producido con el CEM III/B 52.5N permite conseguir mejores características mecánicas que el hormigón de referencia. En este último caso, para obtener la clase de consistencia S5 se ha de adoptar una mayor relación de a/c (es decir, 0,41 en lugar de 0,39).

Tabla IV

Cemento	CEM III/C 32.5R	CEM III/C 42.5N	CEM II/ALL 42.5R	CEM III/B 52.5 N
Cantidad de cemento [kg/m ³]	420	420	420	416
a/c	0,39	0,39	0,39	0,41
Clase de consistencia	S5	S5	S4	S5
Rc 1 día [MPa]	24	31	32	38
Rc 2 días [MPa]	39	46	42	48
Rc 7 días [MPa]	52	59	57	65
Rc 28 días [MPa]	58	66	65	75
Rc 60 días [MPa]	63	69	69	83

- 20 **[0050]** Como es evidente de la descripción general anterior, la invención por tanto permite que se consigan eficazmente todos los objetos predeterminados.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Aglutinante hidráulico que comprende una escoria de alto horno molida activa en una cantidad comprendida entre el 30 % y el 95 % en masa en el aglutinante, clínker de cemento Portland en una cantidad igual o superior al 5 % en masa en el aglutinante, activándose la escoria con la adición de al menos un sulfato como activador, **caracterizado por que el activador se añade a una** escoria que tiene las siguientes propiedades y composición en masa:
- 10 finura de molienda superior a 4000 cm²/g Blaine;
 contenido de vidrio superior al 80 %
 SiO₂: 30-40 %
 Al₂O₃: 9-13 %
 CaO: 34-42 %
- 15 con una relación (CaO + MgO)/(Al₂O₃ + SiO₂) superior a 1;
 y **por que** dicho sulfato está contenido en una cantidad total, expresado como SO₃, comprendida entre el 0,6 % y el 4,5 % en masa en el aglutinante.
- 20 **2.** Aglutinante hidráulico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicha escoria tiene un contenido de MgO superior al 8 % en masa.
- 25 **3.** Aglutinante hidráulico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho sulfato se selecciona entre uno o más de los siguientes compuestos: CaSO₄, Na₂SO₄, K₂SO₄.
- 30 **4.** Aglutinante hidráulico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende óxido de calcio como activador.
- 35 **5.** Aglutinante hidráulico de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** comprende óxido de calcio como activador en el intervalo del 0,3-5 %, CaSO₄ en el intervalo del 0,3-5 % y Na₂SO₄ en el intervalo del 0,3-5 % en peso en el aglutinante.
- 40 **6.** Aglutinante hidráulico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende uno o más componentes orgánicos en una cantidad total no superior al 0,5 % en peso en el aglutinante.
- 45 **7.** Aglutinante hidráulico de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicha escoria se muele hasta una finura superior a 6000 cm²/g Blaine.
- 50 **8.** Aglutinante hidráulico de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** dicho sulfato es CaSO₄, ya sea natural o producido por procesos de desulfuración, o una mezcla de ellos.
- 55 **9.** Uso de una escoria molida de alto horno para la formación de un aglutinante hidráulico con un contenido de clínker de cemento Portland y una resistencia a la compresión con el fraguado según la norma europea EN 197-1, **caracterizado por que** dicha escoria tiene las siguientes propiedades y composición en masa:
- 60 finura de molienda superior a 4000 cm²/g Blaine;
 contenido de vidrio superior al 80 %
 SiO₂: 30-40 %
 Al₂O₃: 9-13 %
 CaO: 34-42 %
 con una relación (CaO + MgO)/(Al₂O₃ + SiO₂) superior a 1;
- 65 **por que** dicho aglutinante hidráulico comprende dicha escoria molida de alto horno comprendida entre el 30 % y el 95 % en masa en el aglutinante, clínker de cemento Portland en una cantidad igual o superior al 5 % en masa en el aglutinante, y al menos un sulfato como activador, y **por que** dicho sulfato está contenido en una cantidad total, expresado como SO₃, comprendida entre el 0,6 % y el 4,5 % en masa en el aglutinante.
- 70 **10.** Uso de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** dicha escoria tiene un contenido de MgO superior al 8 % en masa.
- 75 **11.** Uso de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** dicho sulfato se selecciona entre uno o más de los siguientes compuestos: CaSO₄, Na₂SO₄, K₂SO₄.
- 80 **12.** Uso de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** dicho aglutinante comprende óxido de calcio como activador.
- 85 **13.** Uso de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** dicho aglutinante comprende óxido de calcio como activador en el intervalo del 0,3-5 %, CaSO₄ en el intervalo del 0,3-5 % y Na₂SO₄ en el intervalo del 0,3-5 % en

peso en el aglutinante.

14. Uso de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** dicho aglutinante comprende uno o más componentes orgánicos en una cantidad total no superior al 0,5 % en masa en el aglutinante.

5 15. Uso de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** dicha escoria se muele hasta una finura superior a 6000 cm²/g Blaine.

16. Hormigón producido con un aglutinante hidráulico de acuerdo con las reivindicaciones anteriores.