

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 899**

51 Int. Cl.:

C04B 28/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2015** **E 15191432 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2016** **EP 3018109**

54 Título: **Mezcla hidráulica que comprende unos agregados de origen vegetal y procedimiento de preparación de hormigón o mortero a partir de dicha mezcla**

30 Prioridad:

04.11.2014 FR 1460604

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

08.06.2017

73 Titular/es:

**ITALCEMENTI S.P.A. (100.0%)
Via G. Camozzi, 124
24121 Bergamo, IT**

72 Inventor/es:

**HERVE, STEPHEN y
SHINK, MÉLANIE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 615 899 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

Mezcla hidráulica que comprende unos agregados de origen vegetal y procedimiento de preparación de hormigón o mortero a partir de dicha mezcla

5 La presente invención tiene como ámbito los hormigones y elementos de construcción de hormigón, a base de un aglutinante hidráulico, mezcla de cemento Portland y de cemento sulfoaluminoso, y que contiene unos agregados vegetales.

10 La utilización de agregados vegetales en la realización de hormigones presenta numerosas ventajas. En efecto, los agregados vegetales son una materia prima renovable y permiten en numerosos casos la valorización de desechos procedentes de la biomasa. A diferencia de los agregados minerales, los agregados vegetales no necesitan la explotación de canteras que impactan el medioambiente. Además, los agregados vegetales tienen una baja masa volúmica, lo que permite considerar el desarrollo de materiales ligeros y aislantes caracterizados por un comportamiento higratérmico.

15 Sin embargo, la utilización de estos agregados vegetales es difícil de llevar a cabo. El agua de amasado de una mezcla que contiene un cemento es altamente básica. En estas condiciones, los agregados liberan en el agua unos compuestos orgánicos que interactúan con la formación de los silicatos de calcio hidratados, principales hidratos responsables del fraguado y del endurecimiento del cemento Portland. Así, el fraguado del cemento es muy lento o inexistente. El desmoldeo del hormigón a base de cemento y de agregados vegetales se retrasa, o incluso es imposible. En algunos casos, se observa un endurecimiento de la superficie por carbonatación mientras que el aglutinante en el núcleo no ha fraguado. Otro inconveniente de los agregados vegetales es su muy alta absorción de agua.

20 Este problema es conocido por el experto en la materia y se han propuesto unas soluciones tales como la pre-mineralización de los agregados vegetales o la utilización de un acelerador de fraguado para intentar resolverlo. Por ejemplo, el documento EP 1 307 411 (Höhn) describe la utilización de cemento Portland, de un polvo de relleno no puzolánico y de agregados vegetales pre-mineralizados. La patente FR 2 772 745 (Lafarge) describe también el pre-recubrimiento de partículas de madera por una composición de cemento antes de poder utilizarlo en el hormigón. Por otro lado, el documento FR 2 927 623 (Imerys) recomienda la utilización de un acelerador de fraguado de tipo cemento aluminoso.

25 Desafortunadamente, la pre-mineralización complica el procedimiento, aumentando al mismo tiempo la cantidad de cemento utilizada, y por lo tanto el coste del producto final. En cuanto a los aceleradores de fraguado, éstos son difíciles de dosificar, pueden reducir los rendimientos mecánicos del producto obtenido (en particular la resistencia a la compresión) y aumentan el coste del producto final.

30 Existe por lo tanto una necesidad de una mezcla hidráulica que permite obtener unos hormigones que contienen unos agregados vegetales de manera simple, es decir sin pretratamiento complejo, y de menor coste.

35 La patente EP 0 703 880 (Vimpex-TCD) describe una composición de cemento que contiene un cemento Portland, con un máximo de un 30% de Yeelimita (fase mineralógica C4A3\$, en la nomenclatura de cemento) y anhídrita, utilizado con unas partículas de madera o unas fibras de Miscanthus para la realización de elementos moldeados. Globalmente, la mezcla hidráulica enseñada en el documento EP 0 703 880 comprende una gran cantidad de aglutinante con respecto a los agregados, o con respecto al agua. En otras palabras, su coste es elevado.

40 De manera sorprendente, los inventores de la presente solicitud han descubierto que es posible obtener un material a base de aglutinante hidráulico y de una mezcla de agregados vegetales y eventualmente minerales, que presenta una resistencia a la compresión más elevada que la descrita en la técnica anterior, todo a menor coste y sin pretratamiento de los agregados vegetales.

45 La presente invención tiene como objetivo proponer una mezcla hidráulica que permita obtener unos hormigones o morteros que contengan unos agregados vegetales, sin que el tiempo de fraguado de dicha mezcla hidráulica sea un problema para el desencofrado, o el desmoldeo de los hormigones así obtenidos.

50 La presente invención tiene también como objetivo proponer una mezcla hidráulica que permita obtener unos hormigones o morteros que contengan unos agregados vegetales, con una hidratación en el núcleo del material final, sin que la absorción de agua de los agregados vegetales llegue a perturbar las reacciones de hidratación.

55 La presente invención tiene también como objetivo proponer una mezcla hidráulica que permita obtener unos hormigones o morteros que tengan una masa volúmica seca máxima inferior a 1200 kg/m^3 , y que contenga unos agregados vegetales, teniendo dichos hormigones una resistencia a la compresión a los 28 días superior a 1,5 MPa.

60 Otro objetivo de la presente invención es, en el ámbito de la realización de hormigón o mortero que contenga unos agregados vegetales, proponer una mezcla hidráulica que permita evitar la pre-mineralización de dichos agregados

vegetales.

Otro objetivo de la presente invención es proponer una mezcla hidráulica que permita realizar unos hormigones o morteros que contengan unos agregados vegetales y el menor cemento posible.

Estos objetivos se alcanzan gracias a la mezcla hidráulica objeto de la presente invención.

Para este fin, la presente invención tiene por objeto una mezcla hidráulica para la obtención de hormigón o mortero, que contenga un aglutinante hidráulico mineral, una mezcla de agregados y de agua, caracterizada por que dicho aglutinante hidráulico mineral es una mezcla que comprende un cemento Portland y un cemento sulfo-aluminoso, conteniendo el cemento sulfo-aluminoso las fases mineralógicas siguientes, expresadas en porcentajes máxicos con respecto a la masa total del aglutinante sulfo-aluminoso:

- Yeelimita, o C4A3\$, superior al 40%, en particular del 50 al 90%, preferiblemente del 60 al 70%, y

- Belita, o C2S, inferior al 40%, en particular del 5 al 30%, preferiblemente del 10 al 15%,

y por que la totalidad o al menos una parte de la mezcla de agregados es de origen vegetal.

Por mezcla hidráulica, se designa una composición que se endurece y fragua en presencia de agua, por hidratación de un aglutinante hidráulico mineral. En el ámbito de la presente invención, el aglutinante hidráulico mineral es una mezcla que comprende dos cementos distintos: cemento Portland y cemento sulfo-aluminoso.

La combinación de estos dos tipos de cementos es importante, ya que cada cemento aporta un efecto particular. El cemento sulfo-aluminoso permite obtener un fraguado rápido y así compensar los problemas de retraso de fraguado, pero también evitar que una parte demasiado elevada del agua necesaria para la hidratación sea atrapada por los agregados vegetales. El cemento Portland permite asegurar las propiedades de resistencia a largo plazo del producto final asegurando el desarrollo de las propiedades mecánicas.

En la nomenclatura del cemento, la fase mineralógica Yeelimita se escribe C4A3\$, y la Belita se escribe C2S. Esta porción de Yeelimita es típica de un cemento sulfo-aluminoso, no puede tratarse de un cemento aluminoso.

Preferiblemente, la mezcla hidráulica según la presente invención no contiene aglutinantes minerales que pertenecen a las familias de los cementos sulfo-belíticos ni unos cementos aluminosos.

El término agregados designa unas partículas sólidas no puzolánicas, es decir que no contribuyen al desarrollo de las resistencias mecánicas del material final. Se distinguen los agregados vegetales, procedentes de la biomasa, de los agregados minerales, extraídos de canteras o de yacimientos. Los agregados minerales que tienen un diámetro inferior a 4 mm se designan comúnmente bajo el nombre de "arena". Los agregados que tienen un diámetro superior a 4 mm se designan comúnmente bajo el nombre de "gravas".

Por masa de agregados secos, se entiende la masa de los agregados tal como sería si los agregados se secan en horno hasta una masa constante a fin de retirar cualquier agua absorbida.

El mortero y el hormigón son unos materiales endurecibles que tienen ambos una composición cementosa según la presente invención, pero que se distinguen por el diámetro de los agregados que los constituyen. Un hormigón contiene arena y grava, mientras que un mortero contiene sólo arena.

El mortero y el hormigón son los productos finales obtenidos durante la realización de la presente invención.

Una gran cantidad de agregados es interesante económicamente, ya que el coste de producción de los agregados es poco elevado en comparación con el de los cementos; sin embargo, una proporción demasiado grande de agregados con respecto a los cementos afecta negativamente a la resistencia del material final. Preferiblemente, la relación másica de la mezcla de agregados secos con respecto al aglutinante hidráulico mineral es superior o igual a 0,5, preferentemente inferior o igual a 3.

Los cementos Portland según la presente invención corresponden a todos los cementos que contiene un clínker de tipo Portland, es decir un clínker que contiene la fase mineralógica Alita, o C3S en la nomenclatura de cemento, en proporción elevada. Por proporción elevada se designa más del 40%, en particular más del 50%, preferiblemente más del 60%, siendo los porcentajes expresados en masa de Alita con respecto a la masa de clínker Portland.

Este clínker Portland puede ser combinado con diferentes adiciones puzolánicas, tales como, en particular, las escorias de alto horno, las cenizas volantes, los humos de sílice, las puzolanas naturales, los esquistos calcinados, las arcillas calcinadas, las calizas trituradas, para dar los cementos compuestos que corresponden a las denominaciones CEM II; CEM III, CEM IV, CEM V bien conocidos por el experto en la materia. El clínker Portland mezclado a una baja proporción (inferior o igual al 7% másico, generalmente inferior al 5% másico) de sulfato de

calcio, por ejemplo yeso, da el cemento denominado CEM I.

Es asimismo posible obtener unos aglutinantes equivalentes combinando directamente un CEM I o un CEM II con una o varias adiciones puzolánicas tales como se ha enseñado anteriormente. Este tipo de aglutinantes equivalentes está descrito en la normativa Europea EN 206-1.

En el ámbito de la presente invención, se pueden utilizar todos los cementos Portland CEM I a V con, eventualmente una o varias adiciones puzolánicas, pero los inventores tienen preferencia por los cementos de tipo CEM I y CEM II y los aglutinantes equivalentes obtenidos por combinación de un CEM I o CEM II con una o varias adiciones puzolánicas, en particular los cementos CEM I y CEM II, más particularmente por el cemento de tipo CEM I.

Según un modo de realización ventajoso, la mezcla hidráulica según la presente invención se caracteriza por que la relación másica entre el cemento Portland y el cemento sulfo-aluminoso está comprendida entre 1 y 0,1, en particular entre 0,5 y 0,1, preferiblemente entre 0,33 y 0,1.

En efecto, conviene mantener un equilibrio entre los dos tipos de cementos a fin de combinar correctamente sus efectos propios. Los inventores han observado de manera inesperada, que una proporción de cemento sulfo-aluminoso superior o igual al cemento Portland permite obtener los efectos buscados, a saber una hidratación rápida del aglutinante en todo el material y unas propiedades mecánicas satisfactorias a largo plazo. Se obtienen unos resultados satisfactorios con una alta proporción de aglutinante sulfo-aluminoso, pero se debe no obstante conservar una baja proporción de cemento Portland so pena de ver disminuir las propiedades mecánicas a largo plazo.

Según un modo de realización ventajoso, en la mezcla hidráulica, según la presente invención, la relación másica entre agua y aglutinante hidráulico mineral es superior o igual a 0,7, y preferentemente comprendida entre 0,7 y 1,5, en particular entre 0,8 y 1,3, más preferiblemente aún entre 0,9 y 1,1.

Conviene en efecto aportar suficiente agua para que las reacciones de hidratación del aglutinante hidráulico mineral sean completas, teniendo en cuenta la absorción de agua del agregado de origen vegetal. Esto explica la relación agua/aglutinante que puede ser más elevada en el ámbito de la presente invención que en un hormigón corriente, en el que es tradicionalmente del orden de 0,5. Sin embargo, una proporción demasiado alta de agua podría comprometer las resistencias mecánicas del producto final.

Según un modo de realización particularmente ventajoso de la presente invención, el agregado de origen vegetal se selecciona entre unas fuentes tales como la madera, el cáñamo, el lino, el miscanto, el sorgo, la paja, la cascarilla del arroz, o una mezcla de éstos, preferiblemente el agregado de origen vegetal proviene de la madera, del cáñamo, del miscanto, o una mezcla de éstos.

Es posible considerar un tratamiento de las fibras vegetales utilizadas en el ámbito de la presente invención a fin de modificar sus propiedades mecánicas o químicas; por ejemplo, a fin de reducir la absorción de agua, la liberación de algunos compuestos químicos, o también aumentar la adherencia del aglutinante hidráulico mineral sobre dichas fibras.

Los agregados de origen vegetal utilizados en el ámbito de la presente invención pueden tener cualquier forma, tales como bolitas, virutas, plaquetas o fibras. Generalmente, la forma de las fibras está dictada por los procedimientos industriales de obtención de dichas fibras. A título de ejemplo, se pueden citar unas fibras alargadas más o menos gruesas, con una longitud L y un grosor D (pudiendo L ser inferior o igual a 50 mm aproximadamente, aún más preferiblemente inferior o igual a 30 mm, en particular inferior o igual a 20 mm, pudiendo la relación L/D ser superior a 4, preferiblemente superior a 8).

Según un modo de realización particular, la mezcla de agregados de la mezcla hidráulica objeto de la presente invención comprende unos agregados de origen vegetal y unos agregados de origen mineral, estando la relación másica en estado seco entre los agregados de origen vegetal y los agregados de origen mineral ventajosamente comprendida entre 0,1 y 0,6, en particular entre 0,2 y 0,5.

Preferentemente, la proporción másica de los agregados de origen vegetal en la fracción sólida de dicha mezcla es ventajosamente superior al 10%, preferentemente superior al 12%, más preferentemente superior al 14%.

La resistencia a la compresión del producto final depende en gran parte de la resistencia de los agregados que lo componen y del compactado. Si los agregados son frágiles, como por ejemplo unos agregados de origen vegetal, el producto final tiene el riesgo de no presentar una resistencia mecánica suficiente. Los agregados minerales ofrecen generalmente una resistencia satisfactoria, pero no presentan las propiedades de aislamiento, de ligereza, y el carácter renovable de los agregados de origen vegetal. El producto debe también ser compacto. Una mala compactación daría lugar a vacíos de compactación que debilitarían el producto final. Conviene por lo tanto encontrar un equilibrio justo entre estos dos tipos de agregados a fin de combinar sus propiedades ventajosas.

Sin embargo, en el ámbito de un material final que no necesita una resistencia particularmente elevada, o en el caso

de un agregado de origen vegetal suficientemente resistente, es posible considerar una realización de la presente invención con una mezcla de agregados compuesta exclusivamente de agregados de origen vegetal.

A fin de obtener un material final suficientemente resistente, se necesita una cantidad mínima de aglutinante hidráulico mineral que asegure la cohesión entre los agregados, sin embargo, una cantidad demasiado elevada de aglutinante no presentaría ningún interés económico debido al coste de producción claramente más elevado que los cementos que comprenden el aglutinante hidráulico. Según un modo de realización ventajoso, la relación másica entre los agregados de origen vegetal en estado seco y el aglutinante hidráulico mineral está comprendida entre 0,3 y 0,7, en particular entre 0,4 y 0,6, preferiblemente entre 0,45 y 0,55.

El cemento sulfo-aluminoso permite un fraguado rápido de la mezcla hidráulica gracias a una cinética de hidratación rápida. Durante su hidratación, el cemento sulfo-aluminoso entrará en competición con los agregados de origen vegetal que absorban también el agua. Por lo tanto, es preferible que la mezcla según la presente invención contenga un mínimo de cemento sulfo-aluminoso con respecto al agregado de origen vegetal, a fin de asegurarse un fraguado hidráulico. Por el contrario, más allá de un cierto límite, unas consideraciones de coste de los cementos y agregados hacen que no pueda ser más ventajoso aumentar la proporción de cemento sulfo-aluminoso. Según un modo de realización ventajoso de la presente invención, la relación másica entre los agregados de origen vegetal en estado seco y el cemento sulfo-aluminoso está comprendida entre 0,4 y 1,5, en particular entre 0,45 y 1,3, preferiblemente entre 0,5 y 1,1.

Según otro modo de realización ventajoso, la mezcla hidráulica según la presente invención se caracteriza por que contiene uno o más adyuvantes seleccionados entre los superplastificantes, los aceleradores de fraguado o de endurecimiento, los agentes viscosificantes, los incorporadores de aire.

La utilización de adyuvante permite controlar más precisamente las características del producto final, pero también las propiedades reológicas de la mezcla hidráulica según la presente invención durante la realización. No obstante, es posible considerar una realización de la presente invención con una composición hidráulica que no contenga adyuvantes, por ejemplo por razones económicas.

Asimismo, es posible considerar una realización de la presente invención con una composición hidráulica que no contiene adyuvantes aceleradores de fraguado o de endurecimiento; en particular, unos aceleradores cuya composición es a base de los productos siguientes: cloruro de calcio, formiato de calcio, nitrito de calcio, nitrato de calcio, tiocianato de calcio, tiosulfato de calcio, tiocianato de sodio, compuestos orgánicos de tipo alcanolamina tal como mono-, di- o tri-etanolamina, triisopropanolamina, nanopartículas de C-S-H, resina de tipo EDTA (ácido etilendiamina-tetra-acético).

En efecto, gracias a su cinética de hidratación rápida, el cemento sulfo-aluminoso puede cumplir esta función de acelerador de fraguado.

Según un modo de realización alternativo, la presente invención tiene también por objeto unos bloques de hormigón para la construcción obtenidos a partir de una mezcla hidráulica tal como se ha definido anteriormente. Por bloque de hormigón, se designa cualquier elemento de construcción producido, en particular en serie, a partir de una composición hidráulica tal como la mezcla hidráulica objeto de la presente invención. Más precisamente, un bloque de hormigón según la presente invención puede designar un bloque de cemento, un adoquín, un cubo, una bovedilla o cualquier bloque o placa de cualquier dimensión.

La presente invención tiene también por objeto un procedimiento de preparación de un hormigón o de un mortero con la ayuda de una mezcla hidráulica tal como se ha descrito anteriormente y caracterizado por que comprende las etapas sucesivas siguientes:

- 1) amasado de la mezcla de agregados para homogeneizarla,
- 2) humidificación de la mezcla de agregados por adición de una parte de agua,
- 3) adición del aglutinante hidráulico mineral,
- 4) adición del resto del agua y de eventuales adyuvantes.

Todas las etapas se realizan prosiguiendo el amasado. Sin embargo, es posible marcar unas pausas en el amasado entre dos etapas a fin de dejar la mezcla reposar antes de pasar a la etapa siguiente.

La segunda etapa es la humidificación de la mezcla de agregados antes de la introducción del aglutinante hidráulico mineral. Permite asegurar que el agregado de origen vegetal esté saturado en agua y no llegue después a perturbar la hidratación del aglutinante hidráulico mineral. Esta etapa de humidificación permite también una adhesión de las partículas de dicho aglutinante hidráulico mineral en la superficie de los agregados. Además, el aglutinante hidráulico mineral que se adhiere a la superficie de los agregados de origen vegetal comienza a hidratarse recuperando así

una parte del agua absorbida por el agregado de origen vegetal.

La absorción de agua por los agregados de origen vegetal es nula o muy limitada durante la adición de la porción de agua en la cuarta etapa, ya que los agregados de origen vegetal están ya suficientemente impregnados de agua. Así, el agua añadida en esta cuarta etapa está disponible para la hidratación del aglutinante hidráulico mineral.

El volumen de agua añadido durante la etapa 2) es superior o igual al 50% del volumen total de agua introducido durante el procedimiento.

El volumen de agua añadido durante la etapa 4) es inferior o igual al 50% del volumen total de agua introducido durante el procedimiento.

El volumen de agua añadido durante la etapa 4) es superior o igual al 10% del volumen total de agua introducido durante el procedimiento.

La presente invención tiene también por objeto la utilización de una mezcla hidráulica tal como se ha descrito anteriormente, para la realización de un hormigón, o de un mortero, ligero, aislante, que contiene una parte de agregados de origen vegetal, y que tiene una resistencia a la compresión, a los 28 días, superior a 1,5 MPa, en particular superior a 2 MPa, preferiblemente superior a 3 MPa.

Por hormigón, o mortero, ligero, se designa un hormigón o un mortero cuya masa volúmica seca a los 28 días es inferior a 1200 kg/m³, en particular inferior a 1000 kg/m³, preferiblemente inferior a 800 kg/m³.

Por hormigón, o mortero, aislante, se designa un hormigón o un mortero cuya conductividad térmica es inferior a 0,30 W/m.K, en particular inferior a 0,25 W/m.K, preferiblemente inferior a 0,20 W/m.K.

En un modo de realización preferido, la presente invención tiene por objeto la utilización de una mezcla hidráulica tal como se ha descrito anteriormente, para la realización de un elemento moldeado, en particular un bloque de construcción, caracterizado por un tiempo de desmoldeo comprendido entre 1 y 7 días y una resistencia a la compresión superior a 2 MPa a los 14 días.

Según una variante, es posible acortar el tiempo de desmoldeo si, por ejemplo, la mezcla hidráulica se seca en horno. El tiempo de desmoldeo puede entonces estar comprendido en un intervalo seleccionado entre 1 a 24 horas, en particular 2 a 12 horas, preferiblemente 2 a 8 horas.

Según otro modo de realización preferido, la presente invención tiene por objeto la utilización de una mezcla hidráulica tal como se ha descrito anteriormente, para la realización de elementos moldeados tal como se han descrito anteriormente y caracterizados por una masa volúmica seca, a los 28 días, inferior a 1200 kg/m³, en particular inferior a 1000 kg/m³, preferentemente inferior a 800 kg/m³.

Materiales y métodos

Materiales utilizados

Agregados vegetales

Los agregados vegetales son unos agregados Technichanvre® ref. C020 (compañía Technichanvre – BP 3 – 29340 RIEC sur BELON) constituidos del 100% de argamiza. El agregado tiene una longitud de 20 a 25 mm, una masa volúmica en estado seco de 110 kg/m³.

Agregados minerales

El agregado mineral utilizado en los ejemplos está constituido de cuatro elementos que tienen unas fracciones granulométricas diferentes: un polvo de relleno Millisil C4 comercializado por la compañía Sifracco (D10 = 177 µm, D50 = 64 µm, D90 = 8,8 µm) y tres arenas comercializadas por la compañía Palvadeau de granulometrías: 0 a 0,315 mm; 0,315 mm a 1 mm y 1 a 4 mm.

Las proporciones relativas (en masa) de estos cuatro elementos constitutivos del agregado mineral se indican en la tabla 1.

Tabla 1

Millisil C4	7,9%
Palvadeau 0/0,315 mm	14,4%
Palvadeau 0,315/1 mm	13,6%
Palvadeau 1/4 mm	64,1%

Cementos

- el cemento de tipo Portland utilizado es un CEM I 52.5 R, que proviene de la fábrica de Couvrot (Francia).
- el cemento sulfoaluminoso utilizado proviene de la fábrica de Guardiaregia (Italia).

La tabla 2 agrupa las principales fases mineralógicas de estos cementos (% máxicos).

Tabla 2

Fábrica de producción	C3A	C3S	C2S	SO3	C4A3\$	C12A7	C\$
Couvrot	11	66	13	3,7	-	-	-
Guardiaregia	-	-	10,4	-	64,2	2,4	2,9

El nombre de las diferentes fases mineralógicas se recuerda a continuación:

C3A: Aluminato tricálcico 3CaO , Al_2O_3 o $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$

C3S: Silicato tricálcico (Alita) 3CaO , SiO_2 o Ca_3SiO_5

C2S: Silicato bicálcico (Belita) 2CaO , SiO_2 o Ca_2SiO_4

SO₃: Azufre

C4A3\$: Sulfoaluminato de calcio (Yeelimita) $\text{Ca}_4(\text{AlO}_2)_6\text{SO}_4$

C12A7: Dodecacalcio hepta-aluminato 12CaO , $7\text{Al}_2\text{O}_3$

C\$: Anhidrita CaSO_4

Método

Todos los ensayos se han realizado a $20\pm 2^\circ\text{C}$, según el protocolo siguiente:

El conjunto de los constituyentes se pesa previamente al amasado.

Un mezclador de tipo panadero se utiliza para la preparación del amasado.

Las fases de introducción y de mezcla son las siguientes:

- introducción de la arena y de las fibras vegetales.
- introducción del agua de pre-humidificación.
- mezcla durante 1 minuto.
- parada del amasado y reposo de los agregados y de las fibras empapadas durante 10 minutos.
- introducción de los cementos.
- amasado durante 3 minutos que comprende las fases siguientes:
 - 30 s de amasado "en seco" de los cementos y de los materiales pre-humidificados,
 - adición del agua restante durante aproximadamente 30s,
 - amasado después de la adición del agua durante 2 minutos.

Los ensayos de caracterizaciones se realizan después sobre estos morteros.

Caracterizaciones

Ensayos de resistencia a la compresión sobre probetas cúbicas de 10 cm de arista según la normativa NF EN 12390-3

ES 2 615 899 T3

Las probetas son confeccionadas a $20\pm 2^{\circ}\text{C}$. Se conservan en sus moldes con aire hasta que su resistencia permita el desmoldeo (entre 24h y 96h generalmente). Las probetas se desmoldean entonces y después se conservan en agua a temperatura de $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta el momento del ensayo.

- 5 Las resistencias a la compresión (R_c) se indican en MPa (o N/mm^2), a 14, 28 u 84 días, después del final del amasado de la muestra.

Masas volúmicas

- 10 La masa volúmica de la mezcla hidráulica en estado fresco en kg/m^3 se mide según la normativa NF EN 12350-6 en un recipiente de 8 l de volumen: por “en estado fresco” se entiende al final del amasado con agua, antes del principio del fraguado.

- 15 Las masas volúmicas del hormigón o del mortero se miden en kg/m^3 , en estado endurecido, antes del secado y en estado seco:

Por “antes del secado” se entiende la muestra tal cual, escurrida en superficie para retirar el agua.

- 20 Por “en estado seco” se entiende el estado obtenido por un secado en horno de $80 \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta la masa constante. La masa se considera constante cuando dos pesadas sucesivas realizadas a 24h de diferencia, con conservación en el horno, no difieren de más del 0,05% entre sí (después del enfriamiento a $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante al menos 3h antes de la pesada).

Asentamiento

- 25 El asentamiento se mide con el cono de Abrams según la normativa NF EN 12350-2. Lo valores de asentamiento se indican en milímetros.

Ejemplos

- 30 Ejemplos 1 a 3

- 35 Las muestras nº 1, 2 y 3 (presentadas en la tabla 3) son unos ejemplos de composiciones que no contienen agregados minerales, es decir unas composiciones cuya totalidad de los agregados está constituida de agregados de origen vegetal.

La relación másica entre la mezcla de agregados (agregado únicamente vegetal en el caso de las muestras 1 a 3) y el aglutinante mineral (cemento Portland más cemento sulfo-aluminoso) es de 0,55.

- 40 Las proporciones de los diferentes constituyentes de estas muestras son indicadas en la tabla 3.

Tabla 3

Muestra	Nº1	Nº2	Nº3
Agregado vegetal	110 kg	110 kg	110 kg
Agregado mineral	0 kg	0 kg	0 kg
Cemento Portland	100 kg	50 kg	20 kg
Cemento Sulfo-aluminoso	100 kg	150 kg	180 kg
Agua	200 kg	200 kg	200 kg

- 45 En las muestras nº 1, 2 y 3 (presentadas en la tabla 3), la masa total de aglutinante hidráulico sigue siendo idéntica, pero las proporciones de los cementos Portland y sulfo-aluminosos varían.

Las características mecánicas de las muestras 1 a 3 se indican en la tabla 4.

- 50 Tabla 4

Muestra	Nº1	Nº2	Nº3
Rc 14 días	1,2 MPa	1,4 MPa	1,6 MPa
Rc 28 días	1,6 MPa	1,9 MPa	-
Rc 84 días	-	-	2,8 MPa
Masa volúmica en el estado fresco	745 kg/m^3	718 kg/m^3	756 kg/m^3
Masa vol. antes del secado (14 días)	595 kg/m^3	707 kg/m^3	697 kg/m^3
Masa vol. antes del secado (28 días)	594 kg/m^3	644 kg/m^3	592 kg/m^3
Masa vol. seco (14 días)	457 kg/m^3	475 kg/m^3	500 kg/m^3

ES 2 615 899 T3

Muestra	N°1	N°2	N°3
Masa vol. seco (28 días)	468 kg/m ³	500 kg/m ³	499 kg/m ³
Asentamiento	0 mm	0 mm	10 mm

Se observa que las resistencias a la compresión aumentan cuando la proporción de cemento sulfo-aluminoso aumenta.

5 Ejemplos 4 a 6

Las muestras n° 4, 5 y 6 (presentadas en la tabla 5) son unos ejemplos de composiciones que contienen 208,5 kg de agregados minerales, la relación másica entre los agregados de origen vegetal y los agregados de origen mineral es de 0,48.

10 La relación másica entre la mezcla de agregados (vegetal más mineral) y el aglutinante mineral (cemento de Portland más cemento sulfo-aluminoso) es de 1,54.

15 Las proporciones de los diferentes constituyentes de estas muestras se indican en la tabla 5.

Tabla 5

Muestra	N°4	N°5	N°6
Agregado vegetal	100 kg	100 kg	100 kg
Agregados minerales	208,5 kg	208,5 kg	208,5 kg
Cemento Portland	100 kg	50 kg	20 kg
Cemento Sulfo-aluminoso	100 kg	150 kg	180 kg
Agua	210 kg	190 kg	190 kg

20 En las muestras n° 4, 5 y 6 (presentadas en la tabla 5), la masa total de aglutinante hidráulico permanece idéntica, pero las proporciones de los cementos Portland y sulfo-aluminosos varían. Las características mecánicas de las muestras 4 a 6 se indican en la tabla 6.

Tabla 6

Muestra	N°4	N°5	N°6
Rc 14 días	2,4 MPa	2,2 MPa	1,3 MPa
Rc 28 días	3 MPa	3,4 MPa	-
Rc 84 días	-	-	2,7 MPa
Masa volúmica en el estado fresco	1084 kg/m ³	1001 kg/m ³	907 kg/m ³
Masa vol. antes del secado (14 j)	964 kg/m ³	977 kg/m ³	872 kg/m ³
Masa vol. antes del secado (28 j)	-	887 kg/m ³	779 kg/m ³
Masa vol. seco (14 días)	818 kg/m ³	773 kg/m ³	687 kg/m ³
Masa vol. seco (28 días)	787 kg/m ³	766 kg/m ³	696 kg/m ³
Asentamiento	5 mm	0 mm	0 mm

25 Se observa que las resistencias son sustancialmente las mismas para unas relaciones másicas entre cementos Portland y sulfo-aluminosos de 0,5 y 0,75 (muestras 4 y 5 respectivamente); pero disminuyen cuando la relación másica entre cementos Portland y sulfo-aluminosos aumenta a 0,9 (muestra 6).

30 Ejemplos 7 a 9

Las muestras n° 7, 8 y 9 (tabla 7) son unos ejemplos de composiciones que contienen 417,4 kg de agregados minerales, la relación másica entre los agregados de origen vegetal y los agregados de origen mineral es de 0,22.

35 La relación másica entre la mezcla de agregados (vegetal más mineral) y el aglutinante mineral (cemento Portland más cemento sulfo-aluminoso) es de 2,54.

Las proporciones de los diferentes constituyentes de estas muestras se indican en la tabla 7.

40 Tabla 7

Muestra	N°7	N°8	N°9
Agregado vegetal	90 kg	90 kg	90 kg
Agregados minerales	417,4 kg	417,4 kg	417,4 kg
Cemento Portland	100 kg	50 kg	20 kg

ES 2 615 899 T3

Muestra	N°7	N°8	N°9
Cemento Sulfo-aluminoso	100 kg	150 kg	180 kg
Agua	200 kg	180 kg	180 kg

En las muestras n° 7, 8 y 9 (tabla 7), la masa total de aglutinante hidráulico permanece idéntica, pero las proporciones de los cementos Portland y sulfo-aluminosos varían.

- 5 Las características mecánicas de las muestras 7 a 9 se indican en la tabla 8.

Tabla 8

Muestra	N°7	N°8	N°9
Rc 14 días	2,4 MPa	3 MPa	1,8 MPa
Rc 28 días	2,5 MPa	-	-
Rc 84 días	-	5,2 MPa	4,6 MPa
Masa volúmica en el estado fresco	1281 kg/m ³	1249 kg/m ³	1214 kg/m ³
Masa vol. antes del secado (14 j)	1241 kg/m ³	1184 kg/m ³	1140 kg/m ³
Masa vol. antes del secado (28 j)	1201 kg/m ³	1091 kg/m ³	1086 kg/m ³
Masa vol. seco (14 días)	1010 kg/m ³	1033 kg/m ³	961 kg/m ³
Masa vol. seco (28 días)	1000 kg/m ³	1019 kg/m ³	988 kg/m ³
Asentamiento	0 mm	10 mm	0 mm

- 10 Se observa que la muestra que presenta las resistencias a la compresión más ventajosas es la muestra 8, es decir una relación másica entre cementos Portland y sulfo-aluminosos de 0,75.

Los rendimientos mecánicos de resistencia a la compresión de un material constituido de agregados vegetales y minerales parecen conocer un máximo cuando la relación másica entre cementos Portland y sulfo-aluminoso se sitúa entre 0,5 y 0,9.

15

REIVINDICACIONES

1. Mezcla hidráulica para la obtención de hormigón o mortero, que contiene un aglutinante hidráulico mineral, una
 5 mezcla de agregados y agua,
 caracterizada por que dicho aglutinante hidráulico mineral es una mezcla que comprende cemento Portland y
 cemento sulfo-aluminoso, conteniendo el cemento sulfo-aluminoso las fases mineralógicas siguientes, expresadas
 en porcentajes máxicos con respecto a la masa total del aglutinante sulfo-aluminoso:
- 10 - Yeelimita, o C4A3\$, superior al 40%, en particular del 50 al 90%, preferiblemente del 60 al 70%, y
 - Belita, o C2S, inferior al 40%, en particular del 5 al 30%, preferiblemente del 10 al 15%,
 y por que la totalidad o al menos una parte de la mezcla de agregados es de origen vegetal.
- 15 2. Mezcla hidráulica según la reivindicación 1,
 caracterizada por que la relación másica entre el cemento Portland y el cemento sulfo-aluminoso está comprendida
 20 entre 1 y 0,1, en particular entre 0,5 y 0,1, preferiblemente entre 0,33 y 0,1.
3. Mezcla hidráulica según una de las reivindicaciones 1 o 2,
 caracterizada por que la relación másica del agua con respecto al aglutinante hidráulico mineral es superior o igual a
 25 0,7.
4. Mezcla hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la relación
 másica entre agua y aglutinante hidráulico mineral está comprendida entre 0,7 y 1,5, en particular entre 0,8 y 1,3,
 preferiblemente entre 0,9 y 1,1.
- 30 5. Mezcla hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la mezcla de
 agregados comprende unos agregados de origen vegetal y unos agregados de origen mineral, estando la relación
 másica en el estado seco entre los agregados de origen vegetal y los agregados de origen mineral comprendida
 entre 0,1 y 0,6, en particular entre 0,2 y 0,5.
- 35 6. Mezcla hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la proporción
 másica de los agregados de origen vegetal en la fracción sólida de dicha mezcla es ventajosamente superior al 10%,
 preferentemente superior al 12%, más preferentemente superior al 14%.
- 40 7. Mezcla hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el agregado de
 origen vegetal se selecciona entre unas fuentes tales como la madera, el cáñamo, el lino, el miscanto, el sorgo, la
 paja, la cascarilla del arroz, o una mezcla de éstos, preferiblemente el agregado de origen vegetal proviene de la
 madera, del cáñamo, del miscanto, o una mezcla de éstos.
- 45 8. Mezcla hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la relación
 másica de la mezcla de agregados secos con respecto al aglutinante hidráulico mineral es superior o igual a 0,5, y
 preferentemente inferior o igual a 3.
9. Mezcla hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la relación
 50 másica entre los agregados de origen vegetal en el estado seco y el aglutinante hidráulico mineral está comprendida
 entre 0,3 y 0,7, en particular entre 0,4 y 0,6, preferiblemente entre 0,45 y 0,55.
10. Mezcla hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la relación
 másica entre los agregados de origen vegetal en el estado seco y el cemento sulfo-aluminoso está comprendida
 55 entre 0,4 y 1,5, en particular entre 0,45 y 1,3, preferiblemente entre 0,5 y 1,1.
11. Mezcla hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que contiene uno o
 varios adyuvantes seleccionados entre los superplastificantes, los aceleradores de fraguado o de endurecimiento,
 los agentes viscosificantes, los incorporadores de aire.
- 60 12. Bloque de hormigón para la construcción obtenido a partir de una mezcla hidráulica según una cualquiera de las
 reivindicaciones anteriores.
13. Procedimiento de preparación de un hormigón o de un mortero con la ayuda de una mezcla hidráulica según una
 65 cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11,
 caracterizado por que comprende las etapas sucesivas siguientes:

- 1) amasado de la mezcla de agregados para homogeneizarla,
 - 2) humidificación de la mezcla de agregados por adición de una parte de agua,
 - 3) adición de un aglutinante hidráulico mineral,
 - 4) adición del resto del agua y eventuales adyuvantes.
- 10 14. Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado por que el volumen de agua añadido durante la etapa 2) es superior o igual al 50% del volumen total de agua introducido durante el procedimiento.
- 15 15. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 13 o 14, caracterizado por que el volumen de agua añadido durante la etapa 4) es inferior o igual al 50% del volumen total de agua introducido durante el procedimiento.
- 20 16. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 13 o 15, caracterizado por que el volumen de agua añadido durante la etapa 4) es superior o igual al 10% del volumen total de agua introducido durante el procedimiento.
- 25 17. Utilización de una mezcla hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, para la realización de un hormigón, o de un mortero, ligero, aislante, que contiene una parte de agregados de origen vegetal, y que tiene una resistencia a la compresión, a los 28 días, superior a 1,5 MPa, en particular superior a 2 MPa, preferiblemente superior a 3 MPa.
- 30 18. Utilización de una mezcla hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, para la realización de un elemento moldeado, en particular un bloque de construcción, caracterizado por un tiempo de desmoldeo comprendido entre 1 y 7 días y una resistencia a la compresión superior a 2 MPa a los 14 días.
19. Utilización de una mezcla hidráulica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, para la realización de elementos moldeados, caracterizados por una masa volúmica seca, a los 28 días, inferior a 1200 kg/m³, en particular inferior a 1000 kg/m³, preferiblemente inferior a 800 kg/m³.