

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 694 777**

51 Int. Cl.:

**C04B 18/24** (2006.01)

**C04B 28/12** (2006.01)

**C04B 7/34** (2006.01)

**C04B 103/46** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2013 PCT/FR2013/051485**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2014 WO14001712**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2013 E 13744629 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 2867180**

54 Título: **Nuevo material de construcción que comprende un granulado vegetal**

30 Prioridad:

**27.06.2012 FR 1256103**

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

**27.12.2018**

73 Titular/es:

**VICAT (100.0%)  
Tour Manhattan 6 place de l'Iris  
92095 Paris La Défense, FR**

72 Inventor/es:

**BESSETTE, LAETITIA y  
SOMMAIN, DENIS**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**Observaciones:**

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes**

ES 2 694 777 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**

Nuevo material de construcción que comprende un granulado vegetal.

5 La presente invención tiene por objeto un nuevo material de construcción que contiene un granulado vegetal, así como un kit útil para la preparación de este material de construcción.

10 El mortero y el hormigón son unos materiales de construcción de material compuesto fabricados a partir de granulados aglomerados por un aglutinante, generalmente un cemento y/o cal. Los granulados más frecuentemente utilizados son unos granulados minerales, en particular la arena o las gravillas, o artificiales (granulados ligeros).

15 Desde hace algunos años, para responder a obligaciones ecológicas y energéticas cada vez más importantes, los profesionales de la construcción han intentado realizar y utilizar nuevos materiales de construcción, en particular hormigones, de carácter aislante. Entre estos nuevos materiales de construcción, los hormigones preparados a partir de granulado vegetal, generalmente cáñamo (comúnmente designados por "hormigones de cáñamo"), han encontrado un éxito creciente. Estos hormigones, preparados a partir de materiales denominados "de base biológica" presentan, en efecto, un gran interés en el plano medioambiental, presentando al mismo tiempo la ventaja de poseer excelentes propiedades de aislamiento térmico y acústico. El hormigón de cáñamo es así cada vez más recomendado en ecoconstrucción.

Sin embargo, la utilización de granulado vegetal en un material de construcción no deja de tener consecuencias para las propiedades mecánicas y la durabilidad de este.

25 En efecto, al contrario que los granulados minerales, el granulado vegetal no es inerte frente al aglutinante. Puesto que el vegetal es muy hidrófilo y puede absorber hasta 4 veces su peso en agua, es necesario, en los hormigones preparados a partir de un granulado vegetal, añadir grandes cantidades de agua. Así, la relación agua/aglutinante puede variar de 1 a 2, incluso más (según el tipo de vegetal) para un hormigón preparado a partir de un granulado vegetal, mientras que es d aproximadamente 0,4 a 0,5 para un hormigón preparado a partir de un granulado mineral.

Este fuerte exceso de agua en el hormigón provoca unos fenómenos que perturban la interfaz aglutinante/vegetal.

35 Así, el exceso de agua induce a un efecto de dilución que afecta a la precipitación de los hidratos en el caso de aglutinantes hidráulicos, y el retraso del fraguado.

40 Además, una relación agua/aglutinante importante provoca una dilución del medio alcalino y por lo tanto una maceración del vegetal utilizado como granulado que degrada el vegetal. Una parte de la celulosa, de la hemicelulosa, de la lignina y de la pectina que constituye el vegetal se degradan así en polisacáridos y polifenoles que son fuertes retardantes de fraguado. Esta degradación del vegetal reduce también la vida útil del hormigón, es decir el periodo durante el cual no se alteran las propiedades térmicas, acústicas y mecánicas de este.

45 Finalmente, el exceso de agua tiende a hacer al hormigón finalmente preparado más sensible a los microorganismos. Ahora bien, la presencia excesiva de microorganismos en el hormigón finalmente preparado, en particular de microorganismos fúngicos, aumenta significativamente el riesgo de una degradación de la interfaz vegetal/mineral, lo que conlleva una debilitación de dicho hormigón. La durabilidad a largo plazo de los granulados vegetales y la calidad sanitaria del edificio se encuentran deterioradas.

50 Todos estos fenómenos de degradación del hormigón se acentúan por una extensión de su tiempo de secado (a veces varios meses) debido a la presencia de agua en exceso.

55 Problemáticas similares a las evocadas anteriormente se asocian a la preparación y a la utilización de cualquier material de construcción, en particular los morteros, que contienen un granulado vegetal.

60 Así, la solicitud de patente EP-A-2263985 señala que la dificultad para este tipo de material de construcción reside en el control de las obligaciones relacionadas con la utilización de granulado vegetal caracterizado por una capacidad de retención de agua muy elevada, pero que, por lo tanto, proporciona unas ventajas potenciales interesantes en término de aislamiento térmico y acústico, así como desde el punto de vista del peso del material. Para paliar a esta dificultad, se propone un material compuesto de construcción compuesto de un aglutinante que comprende del 45 al 70% en masa de aglutinante de una cal natural y del 30 al 50% en masa de aglutinante de metacaolín, asociándose dicho aglutinante a unos granulados de cañamiza presentes a una altura del 15 al 30% en masa seca de aglutinante, con una relación agua/aglutinante comprendida entre 0,5 y 1,5. La baja relación agua/aglutinante se atribuye a un procedimiento que comprende una sucesión de etapas particulares que impiden la absorción de agua en cantidades demasiado elevadas por el granulado vegetal,

5 permitiendo al mismo tiempo una mezcla homogénea de la fase aglutinante con el granulado vegetal. El documento "LE PROMPT VICAT - Solutions Chanvre - Guide de mise en oeuvre Bétons et mortiers de chanvre", 1 de enero de 2011 describe unas formulaciones a base de cemento natural instantáneo y unos granulados de cáñamo.

10 A fecha de la presente invención, sigue siendo necesario proponer nuevos materiales de construcción que pueden fácilmente prepararse a partir de granulado vegetal que presentan al mismo tiempo un tiempo de fraguado, de endurecimiento y de secado que limita la aparición de los fenómenos de degradación de dicho material, así como una resistencia al principio de su vida y una vida útil satisfactoria durante su utilización, sin tampoco perjudicar a sus propiedades de aislamiento térmico y acústico.

Ahora bien, se ha encontrado ahora un material de construcción que puede prepararse fácilmente a partir de granulado natural que responde a estas necesidades.

15 Así, la presente invención tiene por objeto un material de construcción que comprende:

- del 10% al 60% de un cemento natural instantáneo constituido por un clínker que contiene:
- del 0% al 35% de C3 S;
- del 10% al 60% de C2S;
- del 1% al 12% de C4AF;
- del 1% al 10% de C3A;
- del 10% al 15% de CaCO<sub>3</sub> (calcita);
- del 10% al 15% de Ca<sub>5</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (spurríta);
- del 3 al 10% de fases sulfatos: yee'limite (C4A3\$), Langbeinita (K<sub>2</sub>Mg<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, anhidrita (C\$); y
- del 10 al 20% de cal, de periclusa, de cuarzo y/o de una o varias fases amorfas;
- del 17% al 50% de un granulado vegetal seleccionado de entre el algodón, la fibra de cáñamo, la cañamiza, las cañamizas de lino, los copos de madera, las bolas de corchos, el *miscanthus*, el sisal y/o la nuez de coco;
- del 0,05% al 5% de un agente retenedor de agua; y
- del 10% al 50% de agua.

45 El material de construcción según la presente invención se prepara fácilmente a partir de un granulado vegetal. Presenta excelentes propiedades de aislamiento térmico y acústico, pero también un tiempo de fraguado, de endurecimiento y de secado que limita la aparición de los fenómenos de degradación de dicho material generalmente observados con los materiales de construcción preparados a partir de un aglutinante vegetal. El material de construcción según la invención presenta también una resistencia al principio de su vida útil y una vida útil satisfactoria durante su utilización. En efecto, en contra de lo esperado, la adición de un agente retenedor de agua en la composición del material de construcción permite limitar la absorción del agua por el granulado vegetal dejando al mismo tiempo ésta disponible para reaccionar con el aglutinante. Esto permite disminuir la cantidad de agua necesaria para la preparación del material de construcción y mejorar significativamente tanto el tiempo de fraguado, de endurecimiento y de secado del material así preparado, como su resistencia al principio de su vida y a su duración de vida útil.

55 En el ámbito de la presente invención:

- se entiende por "material de construcción" un hormigón, un mortero o una lechada, preferentemente un hormigón;
- se entiende por "cemento natural instantáneo" cualquier aglutinante hidráulico de fraguado y endurecimiento rápido de acuerdo con la norma NF P 15-314: 1993 en vigor a fecha de la presente invención. Este cemento resulta de la cocción a temperaturas moderadas (de 800 a 1200°C) de una caliza arcillosa de composición regular, extraída de bancos homogéneos, seguida de una trituración muy fina. La marga utilizada asocia íntimamente arcillas y cal. Ningún corrector de composición está añadido, lo que justifica la denominación de cemento natural. La composición química del cemento instantáneo natural es próxima de la de los cementos Portland, pero su composición mineralógica es diferente. La cocción a baja

temperatura produce, con poca fase fundida, numerosos minerales de muy pequeños tamaños de los cuales algunos mal cristalizados, son más reactivos que en un clínker de cemento artificial. La belita ( $C_2S$ ) es mayoritaria y constituye en sí cerca de la mitad del aglutinante. La alita ( $C_3S$ ) está presente sólo en baja cantidad. Otras fases (periclasa, sulfatos alcalinos, sulfatos de calcio y calco-alcalinos) están también presentes en bajas cantidades, pero tienen un papel importante durante la hidratación del aglutinante (Ciment Naturel, ediciones Glénat, Cédric Avenier, Bruno Rosier y Denis Sommain, 2007);

- se entiende por “granulado vegetal” cualquier granulado de origen vegetal esencialmente compuesto de celulosa, de hemicelulosa y/o de ligninos;
- se entiende por “agente retenedor de agua” cualquier polímero hidrosoluble que permite modificar la reología del agua por aumento del umbral de cizallamiento o de la viscosidad dinámica, limitando así la aparición de fenómeno de exudación y de segregación;
- se entiende por “exudación” la separación del cemento y del agua en la pasta que constituye el material de construcción;
- se entiende por “segregación” la sedimentación gravitacional que separa los diferentes constituyentes de un material de construcción;
- se entiende por “acelerador del endurecimiento” cualquier agente clásicamente utilizado como adyuvante en las composiciones de hormigón o de mortero para acelerar el fraguado y/o el endurecimiento del aglutinante y aumentar los rendimientos mecánicos del hormigón o del mortero;
- se entiende por “agente retardante de fraguado” cualquier agente clásicamente utilizado como adyuvante en las composiciones de hormigón o de mortero para la precipitación de los hidratos contenidos en el hormigón o el mortero con el fin de homogeneizar la mezcla y retrasar el fraguado del hormigón o del mortero fresco.

Además, en el ámbito de la presente invención, las proporciones expresadas en % corresponden a unos porcentajes máxicos con respecto al peso total de la entidad considerada (por ejemplo el material de construcción o el aglutinante).

Finalmente, en el ámbito de la presente invención, las anotaciones siguientes se adoptan para designar los componentes mineralógicos del cemento:

- C representa  $CaO$ ;
- A representa  $Al_2O_3$ ;
- F representa  $Fe_2O_3$ ;
- S representa  $SiO_2$ ; y
- \$ representa  $SO_3$ .

Así, por ejemplo, la fase de aluminoferrito cálcico de una composición que corresponde a la fórmula general  $C_4AF$  corresponde en realidad a una fase  $(CaO)_4(Al_2O_3)(Fe_2O_3)$ .

En el ámbito de la presente invención, los contenidos en fases corresponden a unos contenidos en fases medidos por el análisis de difracción de los rayos X asociado al método de cálculo de Rietveld (A Profile Refinement Method for Nuclear and Magnetic Structures, H.M. Rietveld, J. Appl. Cryst. (1969) y *Advances in quantitative XRD analysis for clínker, cements, and cementitious additions*, G. Walenta y T. Füllmann, International Centre for Diffraction Data, 2004, *Advances in X-ray Analysis*, Volumen 47).

El análisis de difracción de los rayos X asociado con el método de cálculo de Rietveld permite medir los contenidos en fases realmente presentes en un clínker o en un cemento teniendo en cuenta las modificaciones y los cambios de fases cristalinas.

El material de construcción según la presente invención comprende del 10% al 60% de un cemento natural instantáneo tal como se ha definido anteriormente. Preferentemente, la presente invención tiene por objeto un material de construcción tal como se ha descrito anteriormente que comprende del 15% al 45%, más preferentemente del 20% al 40% de un aglutinante tal como se ha definido anteriormente.

El material de construcción comprende un granulado vegetal seleccionado de entre:

- pelos seminales de las semillas, en particular el algodón,
- las fibras liberianas procedentes de los tallos del vegetal tales como la fibra de cáñamo, la cañamiza, las agramizas de lino, los copos de madera, las bolas de corchos o el *miscanthus*;

- las fibras extraídas de las hojas o del tronco, en particular el sisal; y
- las cáscaras de frutos tales como la nuez de coco.

5

De manera muy preferida, la presente invención tiene por objeto un material de construcción tal como se ha definido anteriormente que comprende un granulado vegetal seleccionado de entre la fibra de cáñamo, la cañamiza, las agramizas de lino y los copos de madera. Es evidente que los materiales de construcción según la presente invención pueden contener un único granulado vegetal, tal como se ha definido anteriormente, o una mezcla de dos o más de estos granulados vegetales.

10

El material de construcción según la presente invención comprende del 17% al 50% de un granulado vegetal tal como se ha definido anteriormente. Preferentemente, la presente invención tiene por objeto un material de construcción tal como se ha descrito anteriormente que comprende del 17% al 40%, más preferentemente del 20% al 40%, o del 18% al 20%, de un granulado vegetal tal como se ha definido anteriormente.

15

El material de construcción según la presente invención comprende también un agente retenedor de agua. Preferentemente, la presente invención tiene por objeto un material de construcción tal como se ha definido anteriormente que comprende un agente retenedor de agua seleccionado como:

20

- un polímero natural seleccionado de entre:
  - \* las gomas vegetales obtenidas a partir de exudados de árboles, de semillas, de frutos o de algas tales como la goma karaya, la goma arábiga, la goma guar o el almidón de carragenina;

25

- \* los polímeros de origen animal tales como las proteínas animales u obtenidos por cultivo de microorganismos, los hidrocoloides tales como la goma xantana, el dextrano, el gelano, la caseína o la gelatina, el alginato de calcio o el alginato de sodio,

30

- \* los glicosaminoglicanos tales como el ácido hialurónico;

- un polímero natural modificado seleccionado de entre los éteres de celulosa tales como la carboximetilcelulosa (CMC), la hidroxietilcelulosa (HEC), la hidroxipropilcelulosa (HPC), la metilcelulosa y sus derivados tales como la metilhidroxietilcelulosa (MHEC), la etilcelulosa (EC), la etilhidroxietilcelulosa (EHEC) y los acetatos de celulosa (CA);

35

- un polímero sintético seleccionado de entre:

40

- la poliacrilamida (PAM) y sus copolímeros;
- el poli(ácido acrílico) (PAA) y sus homólogos, en particular el poli(ácido metacrílico) (PMAA);
- el óxido de polietileno (PEOX);
- el alcohol polivinílico (PVAL);
- la poli(N-vinilpirrolidona) (PVP);
- los polielectrolitos, en particular:

45

- o los policationes tales como las poliacrilamidas cuaternarias, las poliminas, el polietilenimina y las polivinilpirridinas;

50

- o los polianiones tales como el poli(ácido acrílico)aniónico, le poli(ácido etilensulfónico, el poliácido estirenosulfónico (PSSA);

- o y los poliamfolitos tales como los copolímeros de acrilamida, de ácido (met)acrílico, y de vinilpiridina.

55

Más preferentemente, la presente invención tiene por objeto un material de construcción tal como se ha definido anteriormente que comprende un agente retenedor de agua seleccionado de entre la goma guar, el alginato de calcio, el alginato de sodio, la carboximetilcelulosa (CMC), la metilhidroxietilcelulosa (MHEC), la etilhidroxietilcelulosa (EHEC) y el poli(ácido acrílico) (PAA).

60

De manera muy preferida, el agente retenedor de agua definido anteriormente posee una viscosidad que varía de 50.000 a 1.000.000 mPa.s al 1% en solución acuosa y a 20°C.

65

El material de construcción según la presente invención comprende del 0,05% al 5% de un agente retenedor de agua tal como se ha definido anteriormente. Preferentemente, la presente invención tiene por objeto un material de construcción tal como se ha descrito anteriormente, que comprende del 0,05% al 3%, más preferentemente del 0,1% al 2% de un agente retenedor de agua tal como se ha definido anteriormente.

El material de construcción según la presente invención comprende también del 10% al 50% de agua. Preferentemente, la presente invención tiene por objeto un material de construcción tal como se ha descrito anteriormente que comprende del 15% al 45%, más preferentemente del 20% al 40% de agua.

5

Además de los constituyentes anteriores, el material de construcción según la presente invención puede también contener, según las necesidades y el uso considerado, uno o varios de los constituyentes siguientes:

10

- hasta un 4%, preferentemente del 0,05% al 2% de un acelerador de endurecimiento tal como el carbonato de sodio, el hidrogenocarbonato de sodio, el carbonato de litio y el aluminato de sodio; y/o

15

- hasta un 1%, preferentemente del 0,05% al 0,5% de un agente retardante tal como los iones citratos, en particular el ácido cítrico, el citrato trisódico y el citrato potásico; y los iones tartratos, en particular el ácido tártrico y el tartrato de potasio.

El material de construcción según la presente invención puede prepararse fácilmente mediante cualquier procedimiento conocido por el experto en la técnica.

20

Se puede preparar en particular mediante la introducción sucesiva:

- 1/ del granulado vegetal;
- 2/ del aglutinante y del retenedor de agua, opcionalmente del retardante y/o del endurecedor;
- 3/ y del agua (de manera progresiva).

25

El material de construcción puede homogeneizarse con la ayuda de un mezclador eléctrico, de un mezclador planetario o de una hormigonera.

30

El material de construcción puede colocarse después mediante cualquier procedimiento conocido por el experto en la técnica, en particular por compactación, por proyección, por presión o por vibración.

35

El material de construcción según la presente invención puede utilizarse para la realización o la renovación de una pared, de un tabique, de un embaldosado o del techo de un edificio.

40

Finalmente, el material de construcción según la presente invención puede presentarse en forma de una composición única lista para el uso o en forma de un kit. Así, la presente invención tiene también por objeto un kit útil para la preparación de un material de construcción tal como se ha definido anteriormente, comprendiendo dicho kit:

- una composición que contiene:
  - \* un cemento natural instantáneo tal como se define en la reivindicación 1;
  - \* y un agente retenedor de agua;
- y un granulado vegetal seleccionado de entre el algodón, la fibra de cáñamo, la cañamiza, las agramizas de lino, los copos de madera, las bolas de corcho, el *miscanthus*, el sisal y/o la nuez de coco.

50

Preferentemente, la composición del kit según la presente invención que comprende el cemento natural instantáneo hidráulico y el agente retenedor de agua contienen también:

- un acelerador de endurecimiento tal como se ha definido anteriormente;
- y/o un agente retardante tal como se ha definido anteriormente.

La presente invención se ilustra de manera no limitativa mediante los ejemplos siguientes.

55

### **Ejemplo 1 - composición de hormigón según la invención**

60

Con la ayuda de un mezclador planetario, se prepara la mezcla añadiendo en primer lugar la cañamiza después el aglutinante, el carbonato de sodio, el ácido cítrico y el retenedor. El conjunto se mezcla en seco y después se añade agua.

65

A continuación, se añade a la lechada así preparada la cañamiza y el resto de agua y la mezcla se mezcla después durante algunos minutos hasta la obtención de una mezcla homogénea.

Un hormigón que tiene la composición detallada en la tabla 1 siguiente se ha fabricado según este procedimiento.

Tabla 1 - Hormigón 1

Constituyentes	% (w/w)
Cemento natural instantáneo (Vicat CNP PM - Cemento natural instantáneo Fraguado Mar - de acuerdo con las normas NF P 13-314: 1993 y NF P 15-317: 2006)	30,8
Cañamiza	24,7
MHEC	0,9
Ácido cítrico	0,09
Carbonato de sodio	0
Agua	43,5

**Ejemplo 2 - Composición de hormigón según la invención**

5 Se ha fabricado un hormigón que tiene la composición detallada en la tabla 2 siguiente, según el procedimiento descrito en el ejemplo 1.

Tabla 2 - Hormigón 2

Constituyentes	% (w/w)
Cemento natural instantáneo (Vicat CNP PM - Cemento natural instantáneo Fraguado Mar - de acuerdo con las normas NF P 13-314: 1993 y NF P 15-317: 2006)	34,7
Cañamiza	27,8
MHEC	0,7
Ácido cítrico	0,10
Carbonato de sodio	0
Agua	36,7

**Ejemplo 3 - Composición de hormigón según la invención**

15 Se ha fabricado un hormigón que tiene la composición detallada en la tabla 3 siguiente, según el procedimiento descrito en el ejemplo 1.

Tabla 3 - Hormigón 3

Constituyentes	% (w/w)
Cemento natural instantáneo (Vicat CNP PM - Cemento natural instantáneo Fraguado Mar - de acuerdo con las normas NF P 13-314: 1993 y NF P 15-317: 2006)	19,0
Cal aérea CL90 (de acuerdo con la norma NF EN 459-1)	8,0
Cañamiza	22,0
MHEC	1,0
Ácido cítrico	0,06
Carbonato de sodio	0,42
Agua	49,6

**Ejemplo 4 - Composición de hormigón según la invención**

20 Se ha fabricado un hormigón que tiene la composición detallada en la tabla 4 siguiente, según el procedimiento descrito en el ejemplo 1.

Tabla 4 - Hormigón 4

Constituyentes	% (w/w)
Cemento natural instantáneo (Vicat CNP PM - Cemento natural instantáneo Fraguado Mar - de acuerdo con las normas NF P 13-314: 1993 y NF P 15-317: 2006)	22,0
Cal aérea CL90 (de acuerdo con la norma NF EN 459-1)	9,0
Cañamiza	25,0
MHEC	0,85
Ácido cítrico	0,07
Carbonato de sodio	0,5
Agua	42,6

**Ejemplo 5 - Composición de hormigón según la invención**

30 Se ha fabricado un hormigón que tiene la composición detallada en la tabla 5 siguiente, según el procedimiento

descrito en el ejemplo 1.

Tabla 5 - Hormigón 5

Constituyentes	% (w/w)
Cemento natural instantáneo (Vicat CNP PM - Cemento natural instantáneo Fraguado Mar - de acuerdo con las normas NF P 13-314: 1993 y NF P 15-317: 2006)	30,8
Cañamiza	24,7
MHEC	0,43
Ácido cítrico	0,09
Carbonato de sodio	0,62
Agua	43,4

5

**Ejemplo 6 - Composición de hormigón según la invención**

Se ha fabricado un hormigón que tiene la composición detallada en la tabla 6 siguiente, según el procedimiento descrito en el ejemplo 1.

10

Tabla 6 - Hormigón 6

Constituyentes	% (w/w)
Cemento natural instantáneo (Vicat CNP PM - Cemento natural instantáneo Fraguado Mar - de acuerdo con las normas NF P 13-314: 1993 y NF P 15-317: 2006)	34,6
Cañamiza	27,7
MHEC	0,37
Ácido cítrico	0,10
Carbonato de sodio	0,69
Agua	36,6

15

**Ejemplo 7 - Composición de hormigón según la invención**

Se ha fabricado un hormigón que tiene la composición detallada en la tabla 7 siguiente, según el procedimiento descrito en el ejemplo 1.

20

Tabla 7 - Hormigón 7

Constituyentes	% (w/w)
Cemento natural instantáneo (Vicat CNP PM - Cemento natural instantáneo Fraguado Mar - de acuerdo con las normas NF P 13-314: 1993 y NF P 15-317: 2006)	39,4
Cañamiza	31,6
MHEC	0,42
Ácido cítrico	0,12
Carbonato de sodio	0,79
Agua	27,7

**Ejemplo 8 - Composición de hormigón según la invención**

Se ha fabricado un hormigón que tiene la composición detallada en la tabla 8 siguiente, según el procedimiento descrito en el ejemplo 1.

25

Tabla 8 - Hormigón 8

Constituyentes	% (w/w)
Cemento natural instantáneo (Vicat CNP PM - Cemento natural instantáneo Fraguado Mar - de acuerdo con las normas NF P 13-314: 1993 y NF P 15-317: 2006)	21,9
Cal aérea CL90 (de acuerdo con la norma NF EN 459-1)	9,2
Cañamiza	25,3
MHEC	0,43
Ácido cítrico	0,07
Carbonato de sodio	0,44
Agua	42,8



**Ejemplo 9 - Hormigones de cáñamo “clásicos”**

Se han fabricado unos hormigones de cáñamo “clásicos” Ref.1 a Ref.5 que no contienen retenedor de agua según el procedimiento descrito en el ejemplo 1.

Sus composiciones son detalladas en la tabla 9 siguiente.

Tabla 9 - Ref. 1 a 5

	Ref.1	Ref.2	Ref.3	Ref.4	Ref.5
<b>Constituyentes</b>	<b>% (w/w)</b>				
Cemento natural instantáneo (Vicat CNP PM - Cemento natural instantáneo Fraguado Mar - de acuerdo con las normas NF P 13-314: 1993 y NF P 15-317: 2006)	28,0	17,1	27,9	17,1	30,9
Cal aérea CL90 (de acuerdo con la norma NF EN 459-1)	0,0	7,1	0,0	7,1	0
Cañamiza	22,5	19,7	22,4	19,7	24,8
Ácido cítrico	0,08	0,05	0,08	0,05	0,09
Carbonato de sodio	0,0	0,38	0,56	0,34	0,62
Agua	49,4	55,7	49,1	55,7	43,6

**Ejemplo 10 - Tiempo de secado de los hormigones de la invención**

Los hormigones 1 a 4 descritos anteriormente se han compactado en moldes cilíndricos de 16x32 cm, después se han encofrado tras una semana de fabricación.

El secado de los hormigones 1 a 4 descritos anteriormente a 20°C y bajo un 50% de humedad relativa se ha seguido por pesado de las probetas en comparación respectivamente con los hormigones de cáñamo “clásicos” Ref. 1 y Ref. 2 que no contiene retenedor de agua.

Los resultados se detallan en las figuras 1 y 2.

Las figuras 1 y 2 ponen en evidencia que los hormigones a base de granulado vegetal que contienen un retenedor de agua tienen una masa volúmica que se estabiliza más rápidamente (aproximadamente 30 a 40 días) que un hormigón de granulados vegetales que no contiene retenedor de agua (más de 80 días).

Los hormigones de la invención permiten por lo tanto reducir significativamente el tiempo de secado.

**Ejemplo 11 - Tiempo de secado de los hormigones de la invención**

Los hormigones 5 a 7 descritos anteriormente se han compactado en moldes cilíndricos de 16x32 cm, después se han encofrado tras de una semana de fabricación.

El secado de los hormigones 5 a 7 descritos anteriormente a 20°C y bajo un 50% de humedad relativa se ha seguido por pesado de las probetas en comparación respectivamente con los hormigones de cáñamo “clásicos” Ref. 3 y Ref. 5 que no contienen retenedor de agua y cuyas composiciones se detallan en la tabla siguiente.

Los resultados se detallan en la figura 3.

La figura 3 pone en evidencia que los hormigones a base de granulado vegetal que contienen un retenedor de agua tienen una masa volúmica que se estabiliza más rápidamente (aproximadamente 30 a 40 días) que un hormigón a base de granulados vegetales que no contienen retenedor de agua (más de 50 días).

Los hormigones de la invención permiten por lo tanto reducir significativamente el tiempo de secado.

**Ejemplo 12 - Resistencia en compresión de los hormigones de la invención**

Las resistencias en compresión a 90 días de los hormigones 1 a 4 se evalúan según las *Reglas para Construir en Cáñamo* a saber una prensa de acuerdo con la norma EN 12390-4, equipada de un sensor de fuerza de 50 kN con una velocidad de desplazamiento de 5 mm/min y 3 ciclos de cargas y descargas en comparación con unos hormigones Ref. 1 y Ref. 2 cuya composición se detalló anteriormente.

Los resultados se detallan en las figuras 4 y 5.

Las figuras 4 y 5 ponen en evidencia que los hormigones a base de granulado vegetal que contiene un retenedor de agua presentan unas tensiones en compresión al 5% de deformación significativamente más elevadas que los

hormigones a base de granulado vegetal que no contienen retenedor de agua.

**Ejemplo 13 - Resistencia en compresión de los hormigones de la invención**

5 Las resistencias en compresión a 90 días de los hormigones 5 a 8 se evalúan según las *Reglas para Construir en Cáñamo* a saber una prensa de acuerdo con la norma EN 12390-4, equipada de un sensor de fuerza de 50 kN con una velocidad de desplazamiento de 5 mm/min y 3 ciclos de cargas y descargas en comparación con unos hormigones Ref. 3 a Ref. 5 cuya composición se detalló anteriormente.

10 Los resultados se detallan en las figuras 6 y 7.

Las figuras 6 y 7 ponen en evidencia que los hormigones a base de granulado vegetal que contiene un retenedor de agua presentan unas tensiones en compresión al 5% de deformación significativamente más elevadas que los hormigones a base de granulado vegetal que no contienen retenedor de agua.

15 **Ejemplo 14 - Resistencia frente al desarrollo de microorganismos de los hormigones de la invención**

La resistencia de los hormigones frente al desarrollo de microorganismos se evalúa por cuantificación de la flora microbiológica, también denominada flora total. La flora total agrupa las levaduras, mohos y bacterias.

20 La flora fúngica agrupa, además, las levaduras y mohos.

Se ha determinado la cuantificación de la flora total y fúngica en los hormigones de la invención 90 días después de su fabricación según la metodología siguiente.

25 La muestra de hormigón de cáñamo se extraer del núcleo o de la superficie de una probeta de hormigón de cáñamo. La muestra se tritura después, se diluye y se inocula después en dos medios:

30 ➤ el medio PCA, medio nutritivo particularmente favorable al crecimiento y al recuento de la mayoría de los microorganismos; este medio es conveniente, por lo tanto, para cuantificar la flora total, es decir las levaduras y mohos y las bacterias.

35 ➤ el medio MEAc, medio nutritivo particularmente favorable para el crecimiento y el recuento de mohos, que permite hacer el recuento de las levaduras y los mohos.

Después, se efectúa el recuento por recuento de unidad que forman colonia (UFC).

Los resultados se detallan en la figura 8.

40 La presencia en una muestra de flora microbiológica en cantidad inferior a  $1.10^3$  UFC/g (Unidad que forma colonia por gramo) corresponde a una flora "normal".

La presencia en una muestra de flora microbiológica de una cantidad superior o igual a  $1.10^4$  es crítica y representa un riesgo de degradación de la interfaz vegetal/mineral.

45 Así, parece que el hormigón de la invención no presenta desarrollo de microorganismos, sea cual sea la extracción (núcleo o superficie), al contrario del hormigón de referencia que contiene una cantidad elevada de flora fúngica y total a la superficie.

**REIVINDICACIONES**

1. Material de construcción que comprende:
  - 5 - del 10% al 60% (p/p) de un cemento natural instantáneo constituido por un clínker que contiene:
    - del 0% al 35% (p/p) de  $C_3S$ ;
    - del 10% al 60% (p/p) de  $C_2S$ ;
    - del 1% al 12% (p/p) de  $C_4AF$ ;
    - 10 • del 1% al 10% (p/p) de  $C_3A$ ;
    - del 5% al 50% (p/p) de  $CaCO_3$  (calcita);
    - del 10% al 15% (p/p) de  $Ca_5(SiO_4)_2CO_3$  (spurríta);
    - del 3 al 10% (p/p) de fases sulfatos: yee'limite ( $C_4A_3S$ ), Langbeinita ( $K_2Mg_2(SO_4)_3$ , anhidrita (C\$); y
    - 15 • del 10 al 20% (p/p) de cal, de periclusa, de cuarzo y/o de una o varias fases amorfas;
  - del 17% al 50% (p/p) de un granulado vegetal seleccionado de entre el algodón, la fibra de cáñamo, la cañamiza, las agramizas de lino, los copos de madera, las bolas de corcho, el *miscanthus*, el sisal y/o la nuez de coco;
  - 20 - del 0,05% al 5% (p/p) de un agente retenedor de agua; y
  - del 10% al 50% (p/p) de agua.
- 25 2. Material de construcción según la reivindicación 1, caracterizado por que contiene del 15% al 45% (p/p) de cemento natural instantáneo.
3. Material de construcción según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el agente retenedor de agua se selecciona de entre la goma guar, el alginato de calcio, el alginato de sodio, la carboximetilcelulosa, la metilhidroxietilcelulosa, la etilhidroxietilcelulosa y el poli(ácido acrílico).
- 30 4. Material de construcción según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que comprende del 0,05% al 3% (p/p) de agente retenedor de agua.
- 35 5. Material de construcción según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que comprende del 15% al 45% (p/p) de agua.
6. Material de construcción según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que comprende asimismo uno o varios de los constituyentes siguientes:
  - 40 - hasta un 4% (p/p) de un acelerador del endurecimiento tal como el carbonato de sodio, el hidrogenocarbonato de sodio, el carbonato de litio y el aluminato de sodio;
  - hasta un 1% (p/p) de un agente retardante seleccionado de entre el ácido cítrico, el citrato trisódico, el citrato potásico, el ácido tártrico y el tartrato de potasio.
  - 45
7. Material de construcción según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que dicho material es un hormigón.
- 50 8. Material de construcción según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que dicho material es un mortero.
9. Utilización de un material de construcción según una de las reivindicaciones 1 a 8 para la realización o la renovación de un muro, de un tabique, de un embaldosado o del techo de un edificio.
- 55 10. Kit útil para la preparación de un material de construcción según una de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo dicho kit:
  - una composición que contiene:
    - 60 • un cemento natural instantáneo tal como se ha definido en la reivindicación 1;
    - y un agente retenedor de agua;
  - y un granulado vegetal tal como se ha definido en la reivindicación 1.

Figura 1/8

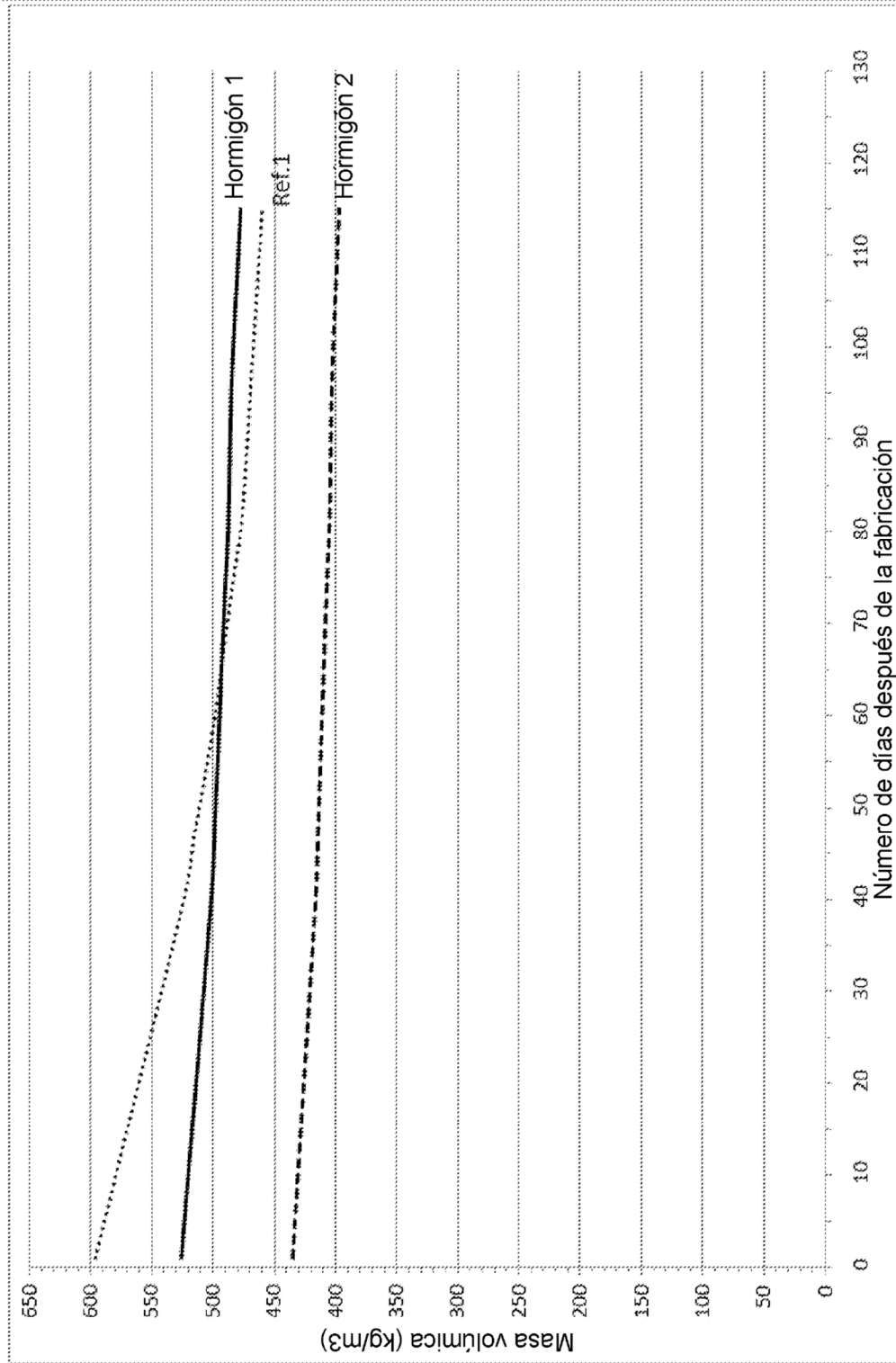


Figura 1: medición del tiempo de secado

Figura 2/8

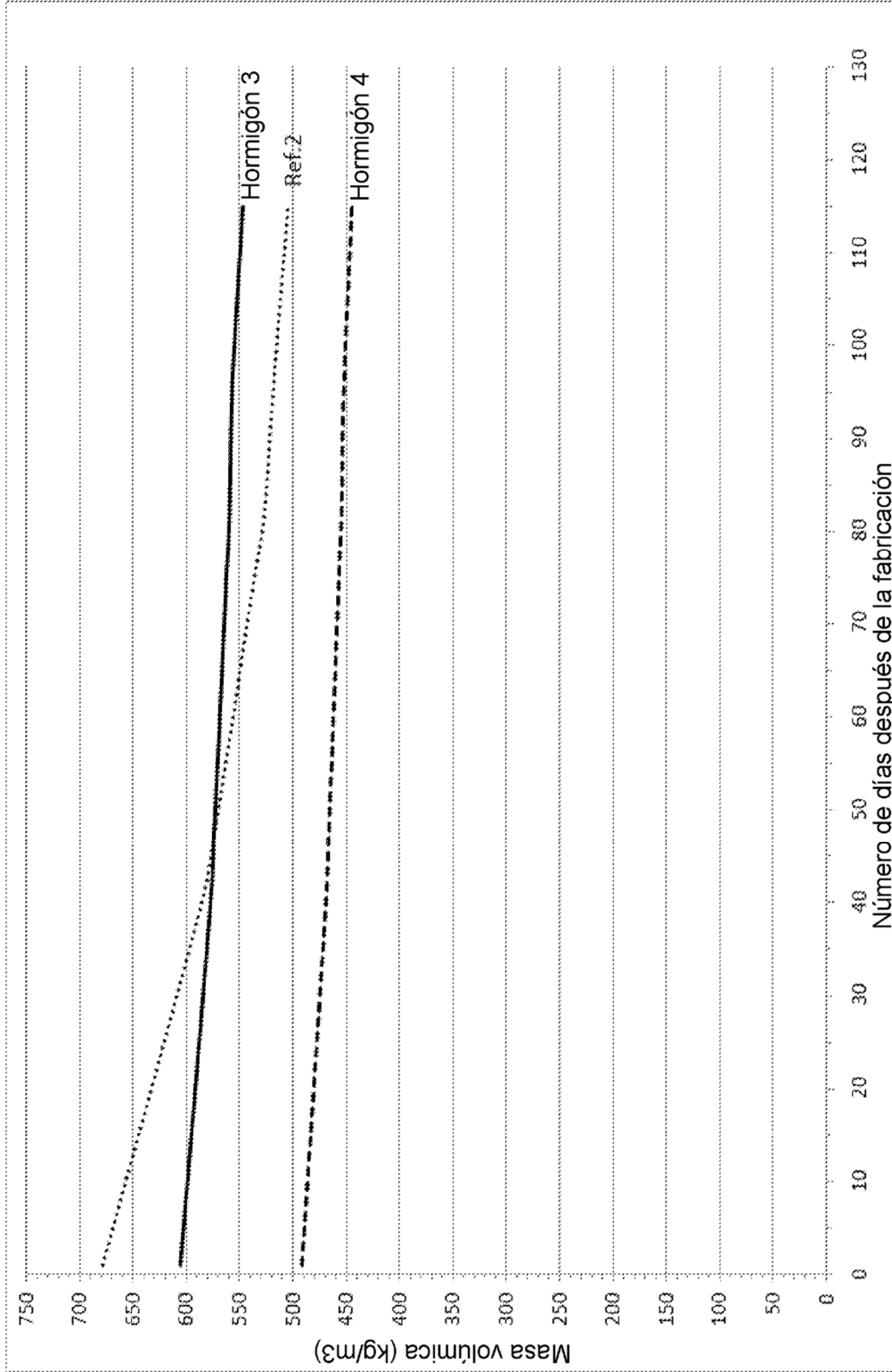


Figura 2: medición del tiempo de secado

Figura 3/8

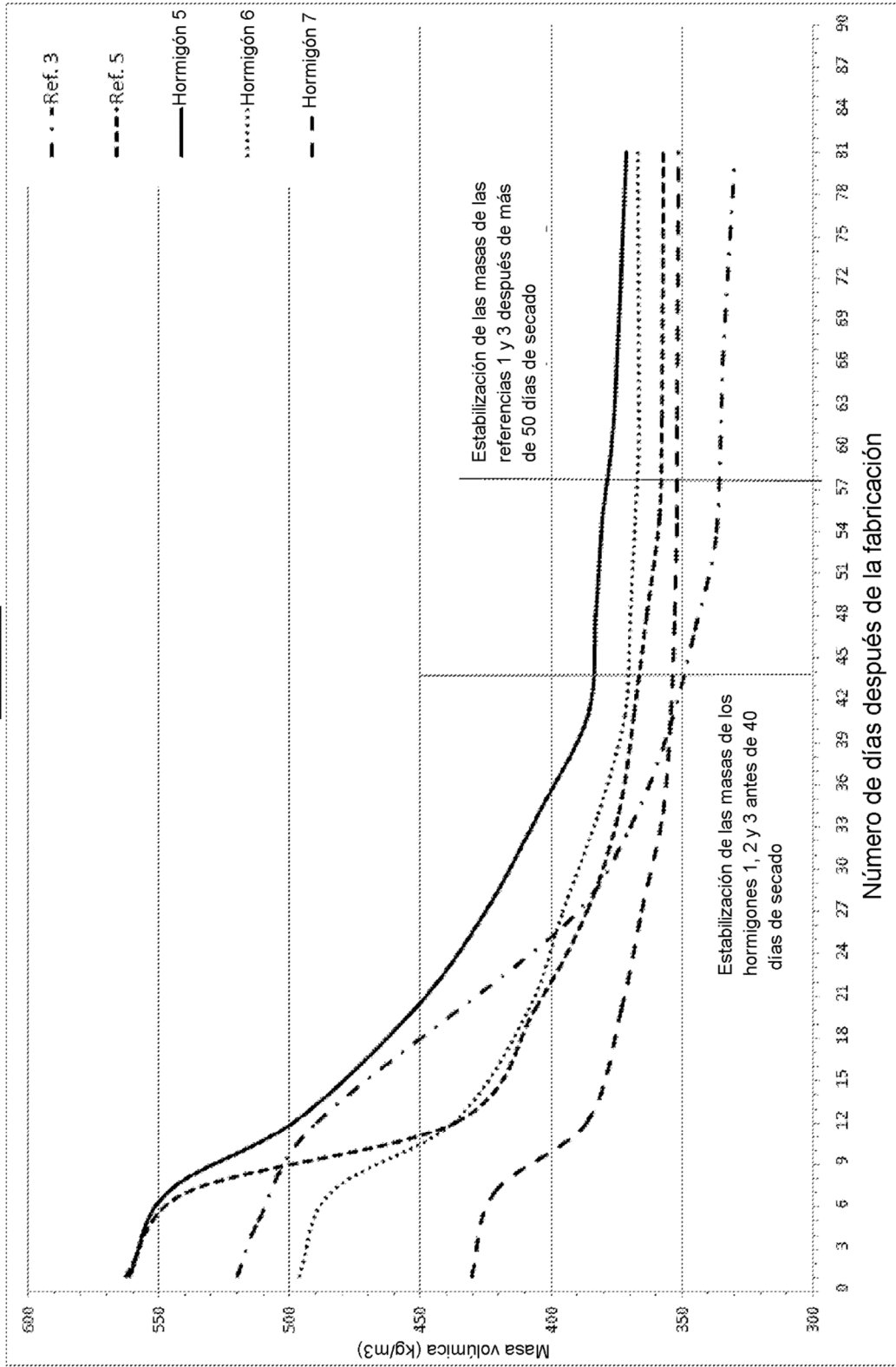


Figura 3: medición del tiempo de secado

Figura 4/8

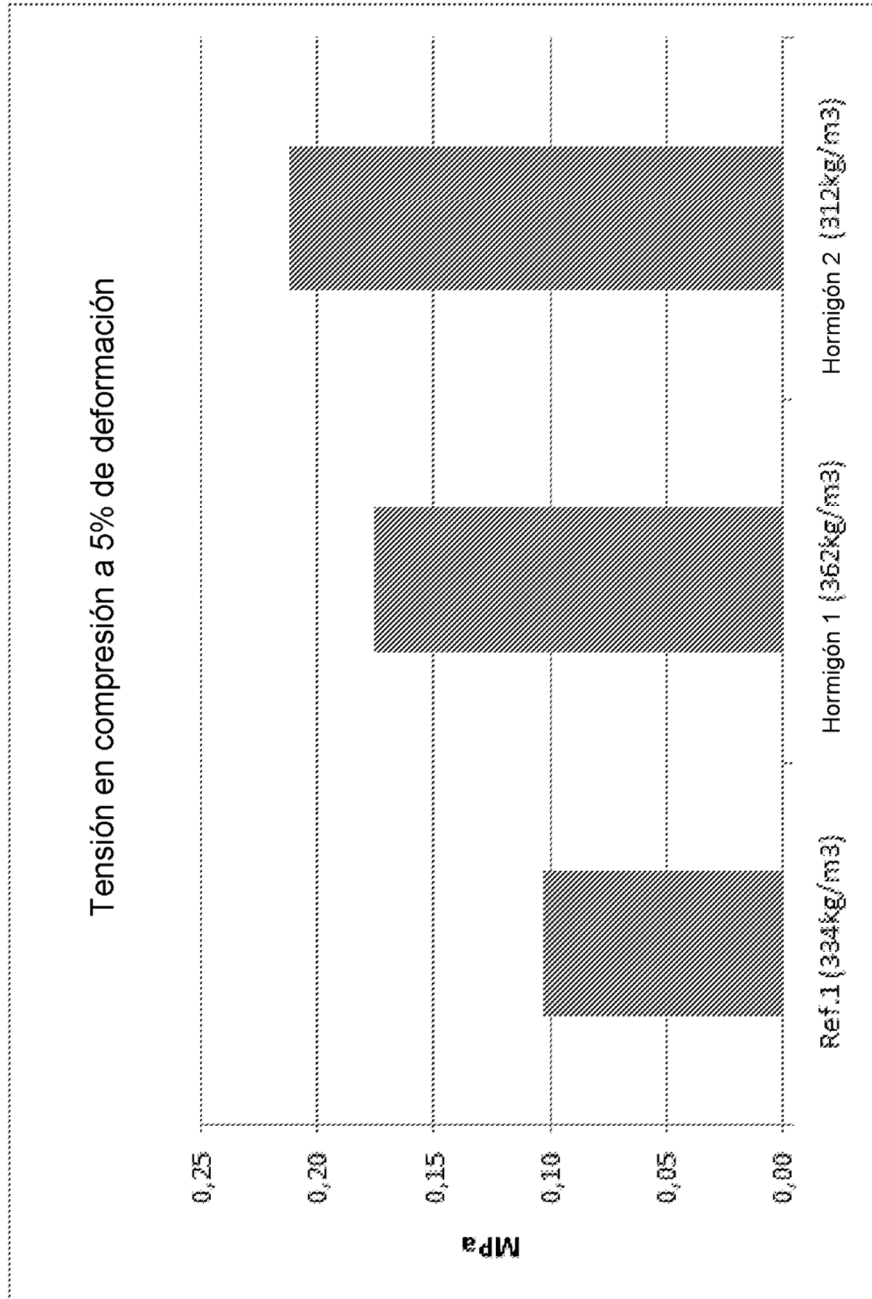


Figura 4: medición de la resistencia en compresión

Figura 5/8

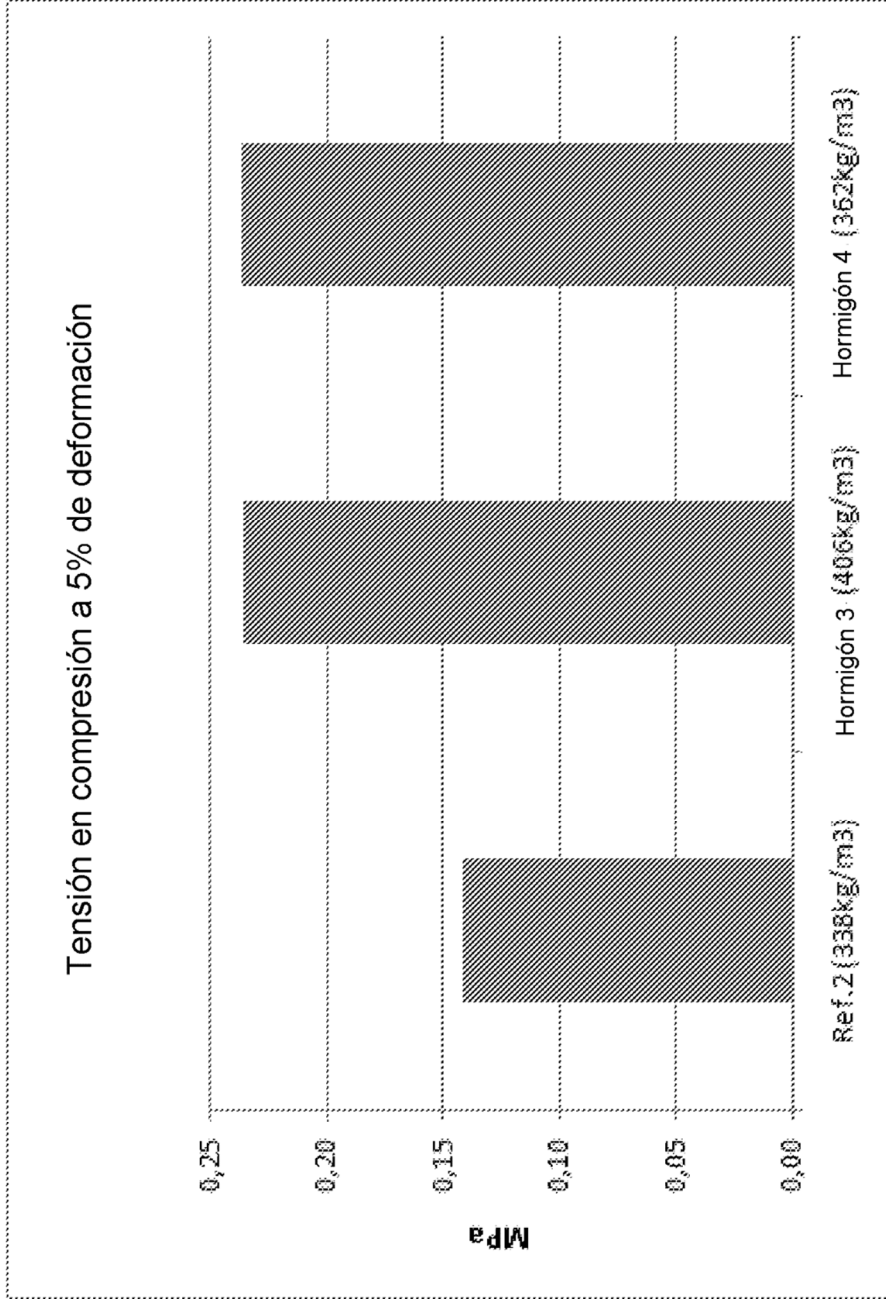


Figura 5: medición de la resistencia en compresión



Figura 6/8

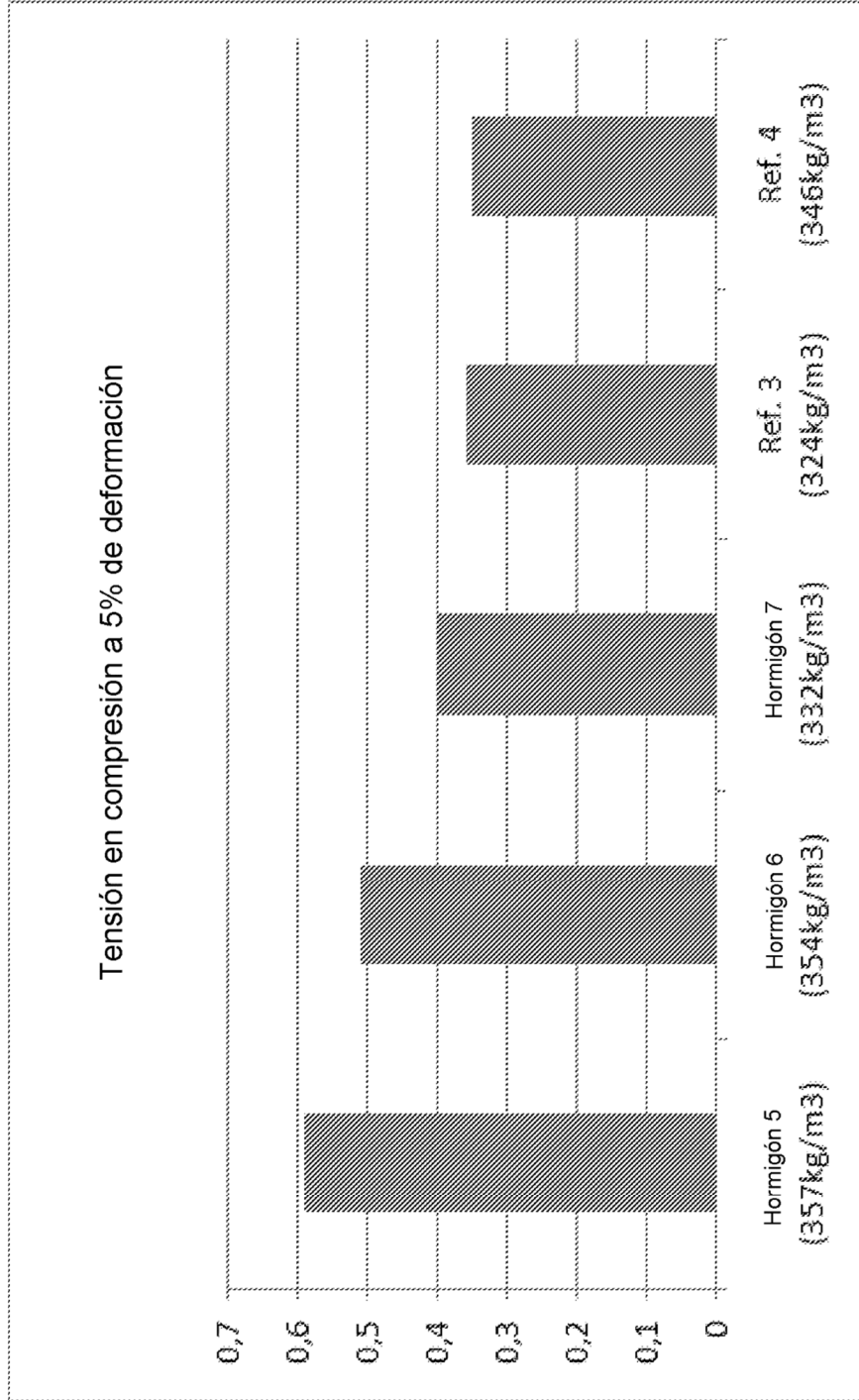


Figura 6: medición de la resistencia en compresión

Figura 7/8

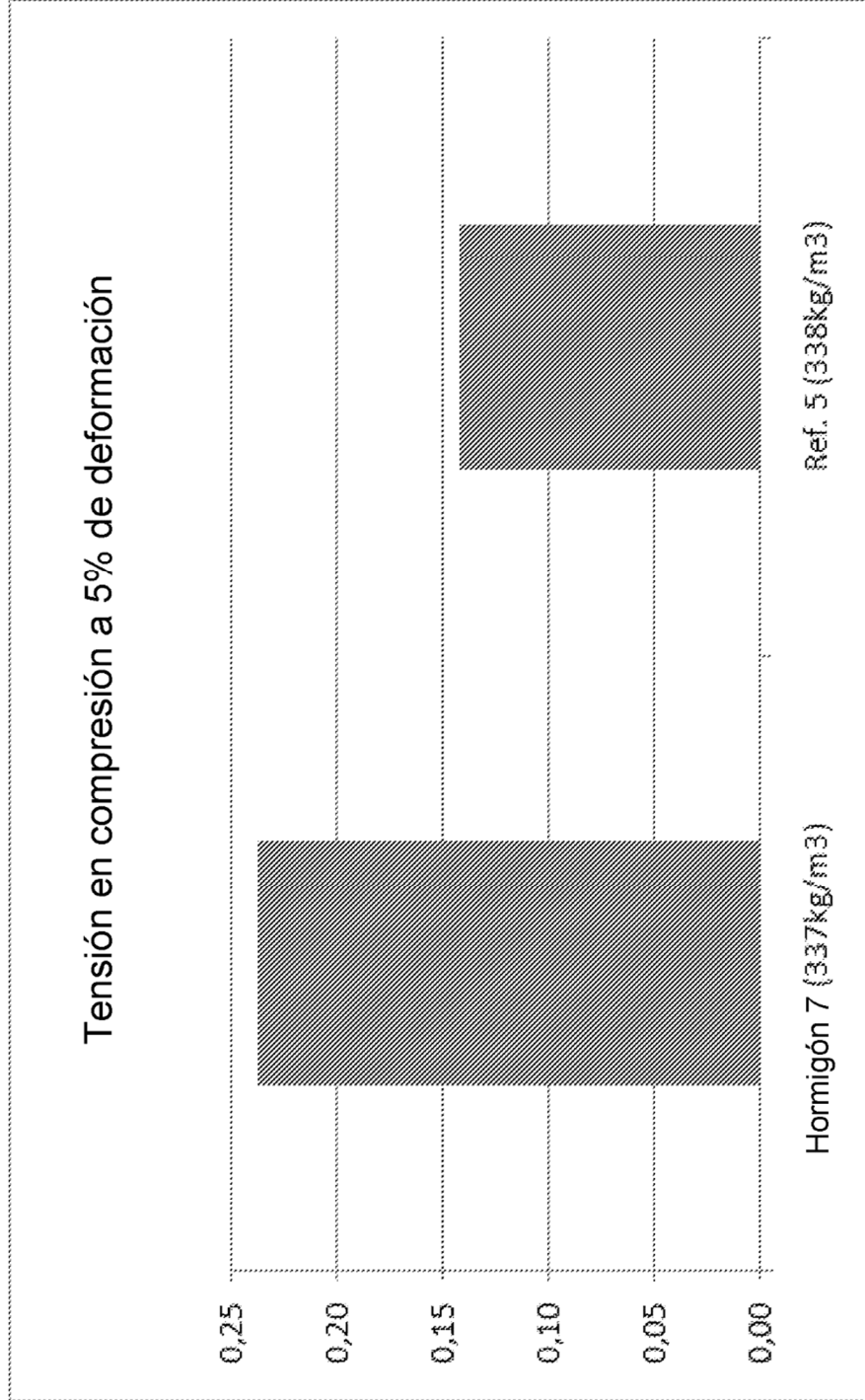


Figura 7: medición de la resistencia en compresión

Figura 8/8

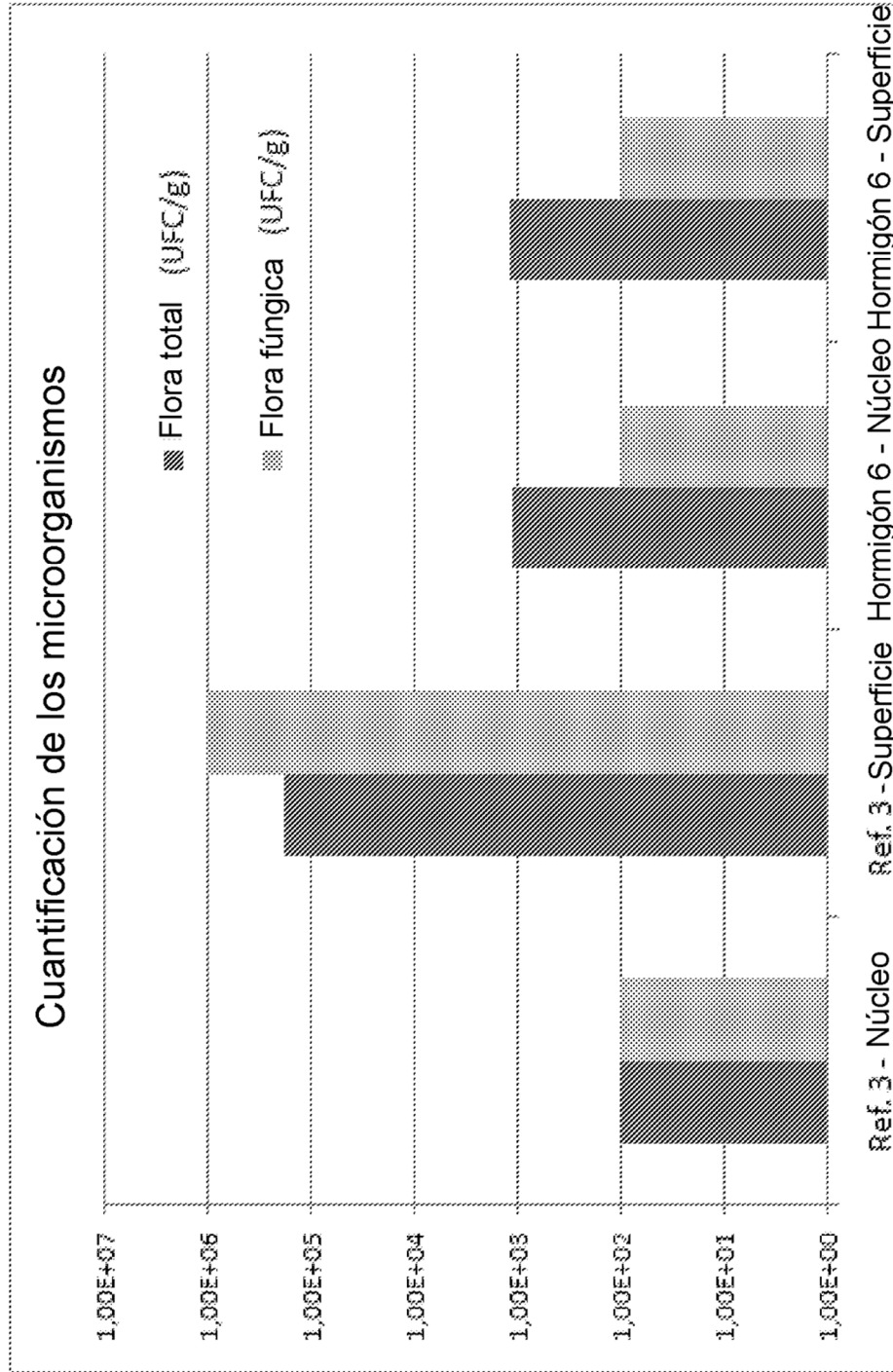


Figura 8: Cuantificación de la flora total y de la flora fúngica