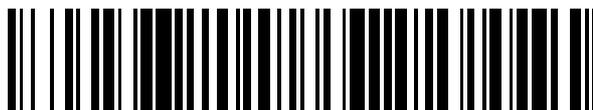


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 526 345**

51 Int. Cl.:

D04H 13/00 (2006.01)

D04H 1/64 (2012.01)

E04B 1/78 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2007 E 07704143 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.10.2014 EP 2126179**

54 Título: **Producto de aislamiento de fibras minerales que no contienen formaldehído**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.01.2015

73 Titular/es:

**KNAUF INSULATION (100.0%)
Rue de Maestricht 95
4600 Visé, BE**

72 Inventor/es:

**JACKSON, ROGER;
AINDOW, TONY y
BAYBUTT, GEORGE**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 526 345 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

Producto de aislamiento de fibras minerales que no contienen formaldehído

5 La invención se refiere a un producto de aislamiento de fibras minerales que tienen bajo o nulo contenido de aglutinante formaldehído.

10 Los aglutinantes convencionales usados para el aislamiento de fibras, por ejemplo aislamiento de lana de vidrio y lana mineral, están basados en formaldehído de fenol. Mientras que dichas fibras pueden proporcionar propiedades estables a los productos de aislamiento, durante cierto tiempo ha existido un deseo de desplazar el uso de formaldehído de fenol, en particular debido a consideraciones ambientales.

15 Los sistemas tradicionales de aglutinante basados en poliéster se han propuesto previamente pero no han ganado aceptación en la industria de aislamiento, en particular debido a que su resistencia para mantener juntas las fibras minerales, especialmente cuando se produce la exposición a humedad o intemperie, se ha considerado insuficiente.

20 Hasta la fecha, únicamente se ha usado un sistema de aglutinante de aislamiento mineral basado en formaldehído a escala industrial sobre el aislamiento de lana de vidrio; éste está basado en poli(ácido acrílico) y está suministrado por Rohm& Haas. Desafortunadamente, la naturaleza altamente ácida de estos tipos de aglutinantes puede provocar corrosión excesiva de la planta de fabricación a menos que se lleve a cabo la inversión suficiente en equipos resistentes a ácidos. La patente de Estados Unidos 5.977.232 divulga un aglutinante que no contiene formaldehído para el aislamiento de lana de vidrio basado en poli(ácido carboxílico). La solicitud de patente europea EP 1698598A divulga el uso de un agente de control para intentar mitigar los problemas asociados a las resinas de aglutinante de fibra de vidrio basadas en poli(ácido carboxílico). Además, al tiempo que la resistencia de estos aglutinantes resulta aceptable para determinadas aplicaciones, no es tan buena como los aglutinantes basados en formaldehído de fenol usados de forma común.

30 No se ha considerado posible proporcionar un sistema de aglutinante libre de formaldehído que se pueda usar a escala industrial, que confiera las propiedades requeridas, incluyendo resistencia, a los productos aislantes para lana mineral sin que presenten las dificultades asociadas a los sistemas de aglutinante líquido altamente ácidos.

35 Los documentos WO 2006/044302 A1, EP 1741726 A1 y EP 1655400 A1 divulgan composiciones de aglutinante. El documento EP 0714754 A2 divulga un método para preparar un conjunto aislante que tiene una película polimérica. El documento EP 1522642 A1 divulga un material aislante para su colocación entre vigas de tejado.

De acuerdo con un aspecto, la presente invención proporciona un material aislante envasado de fibra mineral como se define en la reivindicación 1. Otros aspectos se definen en otras reivindicaciones adjuntas. Las características preferidas y/o alternativas se definen en las reivindicaciones dependientes.

40 Según se usa en la presente memoria, la expresión libre de formaldehído significa que la composición está sustancialmente libre de formaldehído, preferentemente no libera formaldehído de forma sustancial como resultado del secado o curado y/o preferentemente comprende menos de una parte por millón en peso de formaldehído.

45 Se pueden evaluar las características deseadas a conferir por parte del aglutinante al producto de aislamiento de lana mineral por medio de la medición del Espesor Recuperado y/o la Resistencia de Separación Común y/o la Resistencia de Separación por Alteración a la Intemperie. Los procedimientos para medir estas características se explican a continuación. Este es particularmente el caso de productos de aislamiento de densidad baja y media, por ejemplo, que tienen una densidad dentro del intervalo de 5-40 kg/m³, por ejemplo aislamiento de rollos y/o aislamiento térmico de lana de vidrio para desvanes y/o paredes de cavidades.

50 Se pueden evaluar las características deseadas para algunos productos de aislamiento de lana mineral por medio de la medición de la Resistencia de Compresión Ordinaria y/o la Resistencia de Compresión por Alteración a la Intemperie. Los procedimientos para medir estas características se explican a continuación. Esto es particularmente para los productos aislantes de elevada densidad, por ejemplo, paneles aislantes o materiales adaptados para su uso como tal: una barrera frente al fuego; un protector frente al fuego; revestimientos para edificios; tejas para techados; paneles para tejados; aislamiento térmico para maquinaria de alta temperatura por ejemplo, generadores, hornos y plantas industriales. Dichos productos pueden estar formados por lana mineral.

60 Cuando se aplica, el pH del aglutinante puede ser sustancialmente neutro o alcalino; esto puede facilitar la manipulación y evitar la corrosión significativa y/o los problemas ambientales. Su pH, cuando se aplica, puede ser: mayor o igual que 7 y/o menor o igual que 10; entre 7 y 10; entre 8 y 10.

65 Un aspecto importante de la invención es el pH del aglutinante en forma líquida cuando se aplica a las fibras ya que éste está en una forma en la cual el aglutinante tiene un contacto significativo con el equipo de fabricación preparado de nuevas y en un sistema de lavado agua de lavado. El aglutinante puede cambiar su pH a medida que experimenta curado; se puede volver más ácido a medida que experimenta curado. No obstante, una vez curado, el

aglutinante tiene menos contacto directo con el equipo de fabricación. Además, cuando el aglutinante curado es sustancialmente insoluble en agua, que es preferentemente el caso, existe escaso riesgo de contaminación ácida a partir del aglutinante curado.

5 Resulta sorprendente que los aglutinantes de este tipo a 15 % o menos en peso puedan conferir las características deseadas al producto aislante. Esta cantidad de aglutinante es comparable con los contenidos de aglutinante comúnmente usados con los aglutinantes basados en formaldehído de fenol. El contenido de aglutinante curado puede ser un 12 % o menos o un 10 % o menos; puede estar dentro del intervalo de un 3-8 %, en particular de un 3,5-6 % en peso. El contenido de aglutinante se puede determinar por medio de pérdida tras ignición. Dichos
10 contenidos de aglutinante son particularmente apropiados para los productos de densidad baja y media. En particular, para los productos de densidad elevada, el aglutinante curado puede estar dentro del intervalo de un 0,5-5 % en peso.

El aglutinante puede:

- 15 • estar basado en un azúcar reductor; y/o
- estar basado en reductosis; y/o
- 20 • estar basado en aldehído que contiene azúcares y/o
- incluir al menos un producto de reacción de un reaccionante de carbonato y un reaccionante de amina; y/o
- incluir al menos un producto de reacción de un azúcar reductor y un reaccionante de amina; y/o
- 25 • incluir al menos un producto de reacción de un reaccionante de carbonato y un reaccionante de sal de amonio de poli(ácido carboxílico) y/o
- incluir al menos un producto de reacción de una reacción de Maillard.

30 El aglutinante puede estar basado en una combinación de un poli(ácido carboxílico), por ejemplo un ácido cítrico, un azúcar, por ejemplo dextrosa y una fuente de amonio, por ejemplo una disolución de amonio. Puede estar basado en una combinación de citrato de amonio y dextrosa. Cuando el aglutinante está basado en azúcares y/o ácido cítrico y/o comprende grupos -OH significativos, es particularmente sorprendente que se puedan conseguir dichos niveles
35 de Resistencia de Separación por Alteración a la Intemperie. Cabría pensar que los grupos -OH, por ejemplo, de los azúcares y/o ácido cítrico estarían fácilmente sujetos a hidrólisis y que el aglutinante, por consiguiente, perdería resistencia significativa en condiciones de humedad y/o de alteración a la intemperie.

40 El aglutinante puede comprender un compuesto que contiene silicio, en particular un silano; este puede ser un compuesto con sustitución amino; puede ser un éter de sililo; puede facilitar la adherencia del aglutinante a las fibras minerales.

45 El aglutinante puede comprender melanoidinas; puede ser un aglutinante termoestable; puede ser apto para curado térmico.

El aglutinante puede ser uno de los divulgados en la solicitud de patente internacional nº. PCT/US2006/028929, cuyos contenidos se incorporan por referencia.

50 El material aislante se puede envasar o se puede proporcionar en forma de un envase; el envase puede comprender uno o más productos aislantes de lana mineral dispuestos y/o unidos juntos, por ejemplo para facilitar el transporte; puede comprender una película envolvente, por ejemplo de un material plástico. El envase puede comprender o consistir en un rollo de un material aislante o un conjunto de planchas individuales de material aislante.

55 El material aislante, en particular cuando es un producto de densidad baja o media, puede tener

- un espesor nominal dentro del intervalo de 60-260 mm; y/o
- una resistencia térmica R de $R \geq 3 \text{ m}^2\text{K/W}$, preferentemente de $R \geq 4 \text{ m}^2\text{K/W}$ a un espesor de 200 mm; y/o
- 60 • una densidad dentro del intervalo de 5-40 kg/m^3 , en particular de 5-18 kg/m^3 o 7-12 kg/m^3 , por ejemplo para productos de rollo de baja densidad.

El material aislante, en particular cuando es un panel aislante o un producto de densidad más elevada, puede tener

- 65 • un espesor nominal dentro del intervalo de 20 a 200 mm; y/o

ES 2 526 345 T3

- una resistencia térmica R de $R \geq 1,7 \text{ m}^2\text{K/W}$, preferentemente de $R \geq 2 \text{ m}^2\text{K/W}$ a un espesor de 100 mm; y/o
- una densidad dentro del intervalo de 100 a 200 kg/m^3 , en particular de 130 a 190 kg/m^3 .

5 Las fibras minerales pueden ser lana de vidrio y lana mineral; las fibras pueden tener un diámetro medio entre 2 y 9 micrómetros o pueden ser microfibras de diámetro más pequeño; pueden tener una longitud media entre 8 y 80 mm.

Las fibras minerales pueden estar rizadas.

10 De acuerdo con un aspecto adicional, la presente invención proporciona un material aislante para fibras minerales que tiene al menos una de las siguientes características:

- el material aislante que tiene bordes cortantes;

15 • el material aislante que tiene una cara provista de al menos una de sus superficies principales, por ejemplo que comprende una barrera de penetración de humedad y/o un papel Kraft y/o un papel metalizado de aluminio y/o una capa de plástico y/o una hoja laminada que comprende una pluralidad de capas individuales y/o un material textil tejido o no tejido; una cara puede estar provista de cada superficie principal del material aislante;

20 • el material aislante que es un material aislante envasado que se mantiene por medio de compresión por ejemplo, por medio de uno o más componentes de envasado, por ejemplo por medio de una película de envasado envolvente; el material aislante se puede comprimir hasta un 80 % o menos de su espesor no comprimido;

25 • el material aislante que está en forma de aislamiento de tuberías que tiene una longitud de más de 30 cm; el corte transversal puede ser sustancialmente anular;

- el material aislante que está en forma de un rollo comprimido de material;

30 • el material aislante que está en forma de una plancha de material comprimida;

• el material aislante que es un rollo o plancha que tiene una longitud mayor o igual de 1 m, preferentemente mayor o igual de 2 m;

35 • el material aislante que es un rollo o plancha que tiene una anchura mayor o igual de 0,3 m, preferentemente mayor o igual de 0,5 m;

- el material aislante que tiene un espesor nominal de al menos 45 mm, preferentemente al menos 50 mm, y una densidad dentro del intervalo de 5-40 kg/m^3 .

40 El material aislante puede tener cualquier combinación de estas características; estas características se pueden combinar con otras características y/o aspectos descritos en la presente memoria.

Ejemplos no limitantes de la invención se describen a continuación con referencia a la Figura 1 que presenta la forma de las muestras usadas para el ensayo de resistencia a la separación.

45 Se preparó un aglutinante acuoso por medio de mezcla de:

| | % en peso aproximado |
|--|----------------------|
| Dextrosa monohidratada en forma de polvo | 12,9 % |
| Ácido cítrico anhidro en forma de polvo | 2,3 % |
| Amoniaco acuoso de 28 % | 2,6 % |
| Silano A-1100 | 0,05 % |
| Agua | 82,1 % |

50 Se usó el aglutinante en la fabricación de un producto de aislamiento de fibra de vidrio sobre una línea de fabricación convencional, pulverizándose el aglutinante sobre fibras de vidrio justo después de someter a formación de fibras, usando dispositivos internos de hilado y recogiendo las fibras revestidas, uniéndolas para dar lugar a una malla y curándolas de modo normal.

55 El aglutinante tuvo un pH de aproximadamente 8 cuando se aplicó sobre fibras de vidrio.

El producto aislante de fibra de vidrio tuvo:

ES 2 526 345 T3

- un contenido de aglutinante de aproximadamente un 5 % en peso determinado por medio de pérdida tras ignición
 - un espesor de aproximadamente 150 mm
- 5 • una densidad de aproximadamente 9 kg/m³

Esto resulta apropiado como producto de aislamiento de rollo residencial de baja densidad; se envasó en un rollo bajo compresión.

10 La Tabla 1 muestra las características deseadas y los resultados logrados:

| | Unidades | Límite de Aceptación | Preferido | Más Preferido | El Más Preferido | Resultado logrado |
|--|--------------|----------------------|-----------|---------------|------------------|-------------------|
| Espesor recuperado | % de nominal | ≥ 95 | ≥ 100 | ≥ 110 | ≥ 120 | 103 |
| Resistencia a la Separación Común | g/g | ≥ 95 | ≥ 100 | ≥ 150 | ≥ 200 | 122 |
| Resistencia la Separación por Alteración a la Intemperie | g/g | ≥ 75 | ≥ 80 | ≥ 100 | ≥ 150 | 112 |

Ensayo de Espesor Recuperado:

15 Se somete a ensayo el Espesor Recuperado y se mide de acuerdo con el Anexo A del patrón Británico BS EN 823 :1995 (incorporado por referencia en la presente memoria) y se expresa en forma de un % de espesor nominal y anunciado para el producto medido.

Ensayo de Resistencia de Separación Ordinaria y Resistencia de Separación por Alteración a la Intemperie:

20 La resistencia de separación es una medida de la resistencia de tracción de las mallas de fibras minerales determinada por medio de colocación de una muestra con forma de O sobre mordazas cilíndricas, separando las mordazas y midiendo la carga para romper las fibras. Aunque se puede medir en Newton por gramo, la resistencia de separación se expresa en gramos/gramo, siendo la carga de rotura total de seis muestras de ensayo dividida entre el peso total.

25 El ensayo se lleva a cabo en mallas de fibra mineral tal y como se recibieron para el ensayo (Resistencia de Separación Ordinaria) y posteriormente con un ensayo de alteración acelerada a la intemperie como se explica a continuación (Resistencia de Separación por Alteración a la Intemperie).

30 Se corta un primer grupo de seis muestras con la forma y dimensiones de la Figura 1 a partir de un malla de fibra mineral objeto de ensayo; el eje largo de las muestras debería ser paralelo a la dirección de la cinta transportadora y las muestras se deberían tomar a través de la anchura completa de la malla mineral. Posteriormente, se toma un segundo conjunto de seis muestras de la misma manera. Las dimensiones de la Figura 1 está en mm.

Se registra el peso total del primer grupo de seis muestras W1 en gramos.

40 Se registra el peso total del segundo grupo de seis muestras W2 en gramos; posteriormente se colocan estas muestras en un autoclave precalentado y acondicionado sobre un compartimiento de malla metálica de alambre fuera de la parte inferior de la cámara bajo vapor húmedo a 35 kN/m² durante una hora. Posteriormente, se retiran, se secan en un horno a 100 °C durante cinco minutos y se someten a ensayo de manera inmediata para evaluar la resistencia de separación.

45 Para someter a ensayo la resistencia de separación, se monta cada muestra a su vez sobre las mordazas de la máquina de resistencia de tracción y se registra la carga máxima de rotura en gramos o Newton. Si se mide la carga de rotura en Newton, se convierte en gramo multiplicando por 101,9. Se obtienen seis resultados en gramos para cada conjunto de muestras. G1, G2, G3, G4, G5 y G6 para el primer conjunto de muestras y G7, G8, G9, 10, G11 y G12 para el segundo conjunto de muestras.

50 Se calcula la Resistencia de Separación Ordinaria a partir del primer conjunto de muestras usando la fórmula Resistencia de Separación Ordinaria = (G1+G2+G3+G4+G5+G6)/W1.

ES 2 526 345 T3

Se calcula la Resistencia de Separación por Alteración a la Intemperie a partir del segundo conjunto de muestras usando la fórmula Resistencia de Separación por Alteración a la Intemperie = $(G7+G8+G9+G10+G11+G12)/W2$.

En otro ejemplo, se preparó un aglutinante acuoso por medio de mezcla de:

5

| | % en peso aproximado |
|--|----------------------|
| Dextrosa monohidratada en forma de polvo | 19,1 % |
| Ácido cítrico anhidro en forma de polvo | 3,4 % |
| Amoniaco acuoso de 28 % | 2,6 % |
| Silano A-1100 | 0,07 % |
| Agua | 73,5 % |

Se usó este aglutinante en la fabricación de paneles para tejados de lana mineral en una línea de fabricación convencional, pulverizándose el aglutinante sobre las fibras justo después de la formación de fibras y recogiendo las fibras revestidas, uniéndolas en una malla, comprimiéndolas y curándolas de la forma habitual.

10

El panel para tejados curado tenía:

- un contenido de aglutinante de aproximadamente un 3 % en peso tal y como viene determinado por medio de pérdida tras ignición
- un espesor de aproximadamente 80 mm
- una densidad de aproximadamente 150 kg/m³

15

20 Se envasó como parte de una pila de paneles de aislamiento.

La Tabla 2 muestra los resultados de las características deseadas y los resultados logrados.

Tabla 2

| | Unidades | Límite de Aceptación | Preferido | Más Preferido | El Más Preferido | Resultado logrado |
|--|----------|----------------------|-----------|---------------|------------------|-------------------|
| Resistencia a la Separación Común | kPa | ≥ 60 | ≥ 70 | ≥ 80 | ≥ 90 | 72,3 |
| Resistencia la Separación por Alteración a la Intemperie | kPa | ≥ 25 | ≥ 30 | ≥ 40 | ≥ 50 | 54,6 |

25

Ensayo de Resistencia de Compresión Ordinaria y Resistencia de Compresión por Alteración a la Intemperie:

Se mide la Resistencia de Compresión Ordinaria de acuerdo con la Norma Británica BS EN 826:1996 (incorporada por referencia en el presente documento).

30

Se mide la Resistencia de Compresión por Alteración a la Intemperie de acuerdo con la Norma Británica BS EN 826:1996 sobre muestras que se han sometido al siguiente procedimiento de alteración a la intemperie acelerada: se cortan las muestras con un tamaño y posteriormente se colocan en un autoclave precalentado y se acondicionan en un compartimiento de malla metálica de alambre fuera de la parte inferior de la cámara bajo un vapor húmedo a 35 kN/m² durante una hora. Posteriormente, se retiran, se secan en un horno a 100 °C durante cinco minutos y se someten a ensayo para la resistencia de compresión.

35

En ambos casos, se determina la resistencia de compresión en la dirección de espesor del producto; las dimensiones de la cara de las muestras en contacto con el aparato de ensayo de compresión son preferentemente de 200 mm x 200 mm.

40

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un material aislante de fibra mineral envasado que comprende fibras minerales y un aglutinante orgánico libre de formaldehído en una cantidad de menos del 15 % en peso, habiéndose aplicado dicho aglutinante a las fibras del material aislante en forma líquida a un pH mayor de 5, **caracterizado por que** el material aislante de fibra mineral tiene:
- 10 a) un Espesor Recuperado de al menos un 95 % de espesor nominal; y
b) una Resistencia de Separación Ordinaria de al menos 95 g/g; y
c) un Resistencia de Separación por Alteración a la Intemperie de al menos 75 g/g.
- 15 2. Un material aislante de fibra mineral envasado de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el Espesor Recuperado es de al menos un 100 %, preferentemente de al menos un 110 %.
3. Un material aislante de fibra mineral envasado de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la Resistencia de Separación Ordinaria es de al menos 100 g/g, preferentemente de al menos 150 g/g.
- 20 4. Un material aislante de fibra mineral envasado de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la Resistencia de Separación por Alteración a la Intemperie es de al menos 80 g/g, preferentemente de al menos 100 g/g.
- 25 5. Un material aislante de fibra mineral envasado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material aislante es un producto enrollado que tiene una densidad de entre 5 y 40 kg/m³, que está envasado bajo compresión.
- 30 6. Un material aislante de fibra mineral envasado que comprende fibras minerales y un aglutinante orgánico libre de formaldehído en una cantidad de menos del 15 % en peso, habiéndose aplicado dicho aglutinante a las fibras del material aislante en forma líquida a un pH mayor de 5 **caracterizado por que** el material aislante de fibra mineral tiene:
- 35 a) una densidad dentro del intervalo de 100-200 kg/m³; y
b) una Resistencia de Compresión Ordinaria de al menos 60 kPa; y
c) una Resistencia de Compresión por Alteración a la Intemperie de al menos 25 kPa.
7. Un material aislante de fibra mineral envasado de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la Resistencia de Compresión Ordinaria es de al menos 70 kPa, preferentemente de al menos 80 kPa.
- 40 8. Un material aislante de fibra mineral envasado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, en el que la Resistencia de Compresión por Alteración a la Intemperie es de al menos 30 kPa, preferentemente de al menos 40 kPa.
9. Un material aislante de fibra mineral envasado de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el aglutinante se aplica a las fibras del material aislante en forma líquida a un pH menor de 11.
- 45 10. Un material aislante de fibra mineral envasado de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el aglutinante se aplica a las fibras del material aislante en forma líquida a un pH de entre 6 y 10.
- 50 11. Un material aislante de fibra mineral envasado de acuerdo con cualquiera reivindicación anterior, en el que el contenido de aglutinante es de entre un 2 y un 8 % en peso.
12. Un material aislante de fibra mineral envasado de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el aglutinante está basado en un azúcar reductor.
- 55 13. Un material aislante de fibra mineral envasado de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el aglutinante comprende al menos un producto de reacción de Maillard.
14. Un material aislante de fibra mineral envasado de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el aglutinante está basado en productos de reacción obtenidos por medio de curado de una solución acuosa que comprende ácido cítrico, amoniaco y dextrosa.
- 60 15. Un método de fabricación de un material aislante de fibra mineral envasado seleccionado entre el grupo que consiste en:
- 65 (i) un material que tiene
a) un Espesor Recuperado de al menos un 95 %; y

ES 2 526 345 T3

- b) una Resistencia de Separación Ordinaria de al menos 95 g/g; y
- c) una Resistencia de Separación por Alteración a la Intemperie de al menos 75 g/g; y

(ii) un material que tiene

5

- a) una Resistencia de Compresión Ordinaria de al menos 60 kPa; y
- b) una Resistencia de Compresión por Alteración a la Intemperie de al menos 25 kPa;
caracterizado por que el método comprende las etapas de

10

- i) aplicar un aglutinante orgánico libre de formaldehído en solución acuosa a las fibras minerales a un pH mayor de 5 y
- ii) curar el producto de manera que contenga una cantidad de menos del 15 % en peso de aglutinante y
- iii) envasar el material aislante.

15

Fig 1

