

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 662 915**

51 Int. Cl.:

C04B 14/26 (2006.01)

C04B 38/10 (2006.01)

C04B 111/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2013** **PCT/FR2013/051232**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.12.2013** **WO13182786**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2013** **E 13731386 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017** **EP 2855998**

54 Título: **Productos de aislamiento térmico de altos rendimientos**

30 Prioridad:

05.06.2012 FR 1255200

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

10.04.2018

73 Titular/es:

SAINT-GOBAIN ISOVER (100.0%)
18 Avenue d'Alsace
92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es:

GOLETTO, VALÉRIE y
SAISON, TAMAR

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 662 915 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

Productos de aislamiento térmico de altos rendimientos

La presente invención se refiere a un producto o material de aislamiento térmico de alto rendimiento, a su procedimiento de fabricación, así como a su utilización en el ámbito de la construcción para aislar las paredes (exteriores o interiores) de edificios o aislar bajo techo o rellenar intersticios en materiales (paredes huecas, o "cavity walls", tuberías, etc.), pudiendo presentarse este producto aislante en forma de paneles, o eventualmente en forma de gránulos o agregados, bloques, capas, proyectados, moldeados, etc.

Ya se trate del mercado de obra nueva o de reformas, la demanda de productos de aislamiento, en particular térmico, eficaces, sigue siendo importante. Además de aumentar las propiedades de aislamiento y el cumplimiento de las especificaciones de construcción, también es creciente la demanda de productos que ofrecen una mayor comodidad de uso, durabilidad, ahorro de materias primas, etc., en particular bajo una perspectiva de desarrollo sostenible. Es particularmente conveniente en esta investigación de materiales que ofrecen un mejor aislamiento térmico, que dichos materiales presenten también, incluso mejoren, otras propiedades investigadas en la construcción de edificios, particularmente en términos de alivio de carga, de resistencia mecánica, de aislamiento acústico, etc.

Se conoce actualmente una gran variedad de aislantes térmicos. Entre los productos más comunes se pueden citar aislantes fibrosos, basados en fibras naturales o sintéticas tales como la lana de vidrio o lana de roca, aislantes celulares de tipo polímero expandido tal como poli(estireno) expandido o extrudido, o espumas fenólicas o de poliuretano. Los rendimientos térmicos de los materiales aislantes esencialmente minerales se traducen en valores de conductividad térmica λ comúnmente superiores a 35, en particular del orden de 40 mW/m.K, valores que pueden ser menores en el caso de aislantes esencialmente orgánicos, por ejemplo en el caso de aislantes celulares que incorporan un gas de menor conductividad térmica que el aire para mejorar los rendimientos térmicos. Sin embargo, un inconveniente de estos materiales es la dificultad de conservar el gas dentro de la matriz a lo largo del tiempo, perdiendo el material parte de su rendimiento térmico a medida que envejece. Además, para los aislantes orgánicos, la reacción al fuego es mala debido a su naturaleza.

También se pueden usar materiales en los que se ha llevado a cabo un vacío para formar, por ejemplo, paneles en vacío. Estos aislantes son difíciles de utilizar porque no se pueden cortar ni perforar, y pueden experimentar una pérdida gradual de vacío durante largos periodos.

También se pueden citar como aislantes los aerogeles, generalmente en forma de gránulos translúcidos o de polvo fino, particularmente eficientes en términos de aislamiento térmico, pero cuyas débiles propiedades mecánicas exigen utilizarlos con protecciones o un agente de refuerzo, o los aerogeles dentro de esteras (o telas) formadas a partir de fibras entrelazadas (mecánicamente resistentes) para las que puede ser difícil dar una forma determinada. Estos aerogeles son difíciles y caros de obtener a escala industrial, requieren condiciones de secado delicadas y su combinación con otros aislantes para obtener una firmeza mecánica o una forma adecuada puede ser compleja. Por tanto, su utilización sigue siendo limitada.

Los documentos WO 2010/126792, WO 2011/095745 y WO 03/097227 se refieren a composiciones basadas en aerogeles.

El documento CN 102070320 describe un mortero para aislamiento térmico basado en dolomita ligeramente calcinada.

El documento WO 2010/046909 se refiere a agregados de cemento hidráulico aislantes y termorresistentes. Por tanto existe una fuerte demanda para desarrollar productos o materiales eficientes en términos de aislamiento térmico, pero más fáciles y menos costosos de fabricar industrialmente que los aerogeles en particular. Aparte de sus buenos rendimientos térmicos (mejorados en comparación con los productos minerales comunes), es deseable que el producto tenga una buena firmeza (especialmente en el envejecimiento, o en términos de resistencia mecánica u otros: químico, fuego, etc.). También es deseable que estas mejoras se realicen sin aumentar la carga del producto, siendo preferiblemente investigado un producto aligerado. También es deseable que sea fácil de extender durante su endurecimiento y permita la realización de todas las formas deseables, en particular por moldeo (o eventualmente mediante la extensión o proyección de una capa).

La presente invención ha desarrollado así nuevos productos (o materiales) aislantes que permiten alcanzar este objetivo y paliar los inconvenientes mencionados anteriormente, siendo estos nuevos materiales esencialmente minerales, que se obtienen directamente (sin tener que recurrir a una reacción química que modifica su composición química) a partir de partículas minerales de (o que poseen una) porosidad convenientemente sub- (o por debajo de) micrométrica (es decir, que comprende poros de diámetros inferiores a 1 μm), en particular a partir de partículas minerales de carbonatos, presentando estos carbonatos particularmente la ventaja de ser materias primas de bajo costo. Sin embargo, al poder los materiales obtenidos a partir de los carbonatos usuales agrietarse al secarse durante su obtención y al ser menos eficientes que los obtenidos a partir de otras materias primas microporosas inorgánicas tales como las partículas de sílice, la presente invención ha buscado más particularmente obtener productos aislantes basados en carbonatos más eficientes, presentando estos productos a la vez resistencia (en

particular al fuego) y firmeza (en particular mecánica, no agrietándose particularmente al secarse), y buenos rendimientos térmicos (al menos equivalentes a los de las espumas orgánicas tradicionales de poli(estireno) expandido o de poliuretano cuyos valores de conductividad térmica son al menos inferiores a 35 mW/m.K), y siendo además ligeros y económicos.

5 La presente invención responde a los objetivos anteriores proponiendo un nuevo producto aislante térmico y un conveniente procedimiento de obtención de dicho producto, comprendiendo este procedimiento las etapas siguientes:

- al menos una etapa de producción de una espuma (acuosa (o húmeda)), a partir de una mezcla (o conjunto), generalmente acuosa (dispersión, en particular suspensión en agua), (a base) de partículas (sólidas) minerales mixtas (basadas en carbonatos de calcio y de magnesio), estando formadas estas partículas por una parte cálcica cristalizada y por una parte magnésica cristalizada (en particular en forma de láminas), estando agregados los cristales de la parte cálcica y los de la parte magnésica en forma de agregados compuestos (siendo estos agregados por sí mismos o habiendo sido, al menos parcialmente, aglomerados en forma de aglomerados), comprendiendo dicha parte cálcica al menos un carbonato seleccionado del grupo que consiste en calcita, aragonito y sus mezclas, comprendiendo dicha parte magnésica hidromagnesita (convenientemente en forma de láminas), presentando estas partículas convenientemente una densidad aparente (medida en particular según la norma EN459.2) superior o igual a 100 kg/m³ e inferior o igual a 250 kg/m³, y presentando convenientemente una superficie específica S superior a 5 m²/g, en particular superior a 20 m²/g.
- al menos una etapa de conformación (generalmente para dar forma a un monolito y/o una capa), en particular mediante moldeo o vertido o proyección (sobre una superficie o pared) de esta espuma;
- al menos una etapa de secado (dejando secar o secando) al menos parcial de la espuma o del material así obtenido.

La presente invención se refiere también a un nuevo producto (o material) aislante térmico, al menos en forma de una espuma (es decir, en forma de una espuma o que comprende al menos una espuma, o a base de al menos una espuma) rígida y/o sólida, formado a partir de (o hecho a partir de, o a base de, o formado por) partículas minerales (convenientemente de porosidad sub-micrométrica) mixtas (a base de carbonatos de calcio y de magnesio) formadas por una parte cálcica cristalizada y por una parte magnésica cristalizada (convenientemente en forma de láminas) estando agregados los cristales de la parte cálcica y los de la parte magnésica en forma de agregados compuestos (siendo estos agregados por sí mismos o habiendo sido, al menos parcialmente, aglomerados en forma de aglomerados), comprendiendo dicha parte cálcica al menos un carbonato seleccionado del grupo que consiste en calcita, aragonito y sus mezclas, comprendiendo dicha parte magnésica hidromagnesita (convenientemente en forma de láminas), presentando estas partículas convenientemente una densidad aparente superior o igual a 100 kg/m³ e inferior o igual a 250 kg/m³, presentando este producto a la vez una buena firmeza y resistencia y propiedades térmicas mejoradas (particularmente en comparación con materiales obtenidos a partir de partículas de carbonatos que no responden a la definición anterior) como se ha investigado según la invención.

Convenientemente, las partículas seleccionadas en la presente invención son tales que presentan una porosidad sub- (o por debajo de) micrométrica, estando constituida esta porosidad por poros (llamados sub-micrométricos) de diámetros (es decir, que presentan una distribución de diámetros) comprendidos entre 10 nm y 1 µm (es decir, que cada poro de esta categoría tiene un diámetro comprendido en este intervalo, siendo la distribución del conjunto de los diámetros de estos poros más o menos estrecha o cerrada), en particular entre 100 nm y 1 µm, principalmente entre 500 nm y 1 µm.

Las partículas son también convenientemente de tamaño micrométrico (se ha de señalar que las partículas, antes de dispersarse en un medio (dispersión utilizada en el procedimiento según la invención), generalmente se presentan en forma de un polvo, estando formado cada grano de polvo, de tamaño generalmente del orden de uno a varios milímetros, por un número más o menos importante de partículas, eventualmente aglomeradas), es decir, que estas partículas presentan convenientemente un tamaño (se considera en esta invención el diámetro medio D50- o diámetro de al menos 50% (en peso) de las partículas) de al menos 500 nm, preferiblemente al menos 750 nm, de manera particularmente preferida al menos 900 nm, en particular al menos 1 µm, particularmente algunos micrómetros (en particular entre 0,5 µm (o 1 µm) y 6 µm, por ejemplo aproximadamente 2-3 µm).

Convenientemente también, la densidad de las partículas a granel (o densidad aparente de las partículas, en mezcla con el aire) es superior o igual a 100 kg/m³ e inferior o igual a 250 kg/m³, y en particular inferior a 200 kg/m³, y la densidad de la torta obtenida por secado a 40°C de una dispersión de estas partículas en agua es inferior a 600 kg/m³, y preferiblemente inferior a 450 kg/m³.

Además, el volumen poroso de los poros sub-micrométricos de las partículas es preferiblemente al menos 0,8 cm³/g (es decir, 0,8 cm³ por gramo de material), en particular al menos 1 cm³/g (incluso al menos 1,3 cm³/g) y puede ser de hasta al menos 2 cm³/g o hasta 2,3 cm³/g en particular.

Además, las partículas son convenientemente de superficie específica S superior a $5 \text{ m}^2/\text{g}$, preferiblemente superior a $15 \text{ m}^2/\text{g}$, y en particular superior a $20 \text{ m}^2/\text{g}$.

Convenientemente, la densidad (aparente o global, es decir, medida sobre todo el producto) del producto o material aislante obtenido es inferior a $300 \text{ kg}/\text{m}^3$, en particular inferior a $200 \text{ kg}/\text{m}^3$, en especial inferior a $150 \text{ kg}/\text{m}^3$, incluso si fuera necesario inferior a $100 \text{ kg}/\text{m}^3$.

De acuerdo con la invención, se obtienen productos (espumas de carbonatos) estables que presentan una buena firmeza y buenas propiedades de aislamiento térmico, como se explica e ilustra más adelante, a la vez que son económicos. En particular se observa una estabilización de las partículas y de las interfases de la espuma (siendo estabilizadas las interfases de la espuma por las partículas sub-micrométricas seleccionadas), lo que permite una buena conformación de la espuma y una buena estabilidad de las partículas y de la espuma húmeda (con respecto al drenaje, maduración de Ostwald, coalescencia, etc.), siendo importante la estabilidad de esta espuma húmeda porque permite conservar la estructura porosa durante su secado y por tanto obtener una espuma cohesiva/sólida (por el contrario, las partículas aislantes de tipo aerogel no permitirían obtener tal espuma cohesiva/sólida, al oponerse estas partículas a la formación de espuma o tener tendencia a provocar un desmoronamiento de la espuma formada independientemente). El procedimiento según la invención permite además el control del tamaño de las burbujas de la espuma y de la fracción de aire incorporada, permitiendo también la obtención de espumas aligeradas/de densidad controlada. Los materiales obtenidos no se agrietan durante el secado y experimentan una densificación reducida.

El procedimiento según la invención puede comprender una etapa previa de preparación de la mezcla de partículas minerales antes mencionada (en particular mediante la puesta en suspensión (del polvo formado) de las partículas en agua), o esta mezcla (en particular acuosa) puede haberse preparado previamente independientemente del procedimiento y ser una mezcla lista para usar incorporando dichas partículas.

Convenientemente, la mezcla de partículas es tal que la fracción seca, y en particular tal que la proporción de las partículas mencionadas anteriormente, es al menos 15% en peso, en particular al menos 16% en peso de la mezcla, y es generalmente inferior al 40%, en particular inferior al 35%, en peso de la mezcla.

La obtención de la espuma que comprende las partículas/la mezcla de partículas (a partir de dicha mezcla o de dichas partículas) se puede realizar:

- mediante formación directa de espuma: es decir, por introducción de un gas en la mezcla de partículas mediante métodos diversos tales como: agitación mecánica, burbujeo de un gas, por ejemplo a través de una frita (placa porosa a través de la cual se hace pasar el gas para generar la espuma), burbujeo in situ de un gas disuelto (por ejemplo pentano) o de un gas por reacción química, en particular por descomposición (por ejemplo del peróxido de hidrógeno en agua y dióxígeno), etc, y/o

- por incorporación: es decir, la incorporación a la mezcla de partículas (en dispersión) de una espuma acuosa ya preformada, por ejemplo preparada por formación de espuma por medio de una disolución acuosa en la que se introduce un gas mediante uno de los métodos anteriores,

llevándose a cabo la propia formación de espuma generalmente en presencia de al menos un tensioactivo (añadido a la mezcla de partículas en el caso de formación directa de espuma, o estando el tensioactivo presente en la disolución que se espuma para formar la espuma acuosa en el caso de incorporación).

Convenientemente, en el procedimiento según la invención se lleva a cabo una sola etapa de secado después de la etapa de utilización de la espuma (en particular aproximadamente a 40°C o más, por ejemplo alrededor de 80°C); el procedimiento está además convenientemente desprovisto de una etapa de sinterización, una operación de secado adicional o de sinterización que puede conducir a una densificación del producto perjudicial para la obtención de las propiedades térmicas investigadas.

El producto aislante térmico según la invención incluye (o comprende o combina) convenientemente dos series de porosidades diferentes (o distintas), de las que una primera serie (llamada de macroporosidad) está constituida por poros (llamados macroporos) de diámetros (es decir, que presentan una distribución de diámetros) comprendidos entre 10 micrómetros y 3 milímetros, en particular comprendidos entre algunas decenas y algunas centenas de micrómetros (y en particular entre 10 y $500 \mu\text{m}$), y una segunda serie (llamada de porosidad sub-micrométrica) constituida por poros (llamados sub-micrométricos) ya mencionados anteriormente. Estas dos porosidades/tipos de poros se diferencian significativamente por su tamaño (clasificado en este caso por su diámetro), estando presentes los poros de una categoría (tales como los poros sub-micrométricos) entre los poros de otra categoría (tales como los macroporos). Convenientemente, solo (estas) dos porosidades/tipos de poros están presentes (o al menos mayoritarios) en el producto, sin embargo no se excluye que el producto pueda comprender más de dos porosidades/tipos de poros. El diámetro que permite clasificar los poros sub-micrométricos se calcula a partir de las medidas de volúmenes porosos mediante porosimetría de mercurio, usando la ecuación de Washburn, siendo medido el diámetro de los macroporos mediante microscopía electrónica de barrido (MEB) o por tomografía de rayos X.

El producto presenta, como ya se ha mencionado en relación con las partículas, poros (y está formado por partículas que presentan poros) sub-micrométricos de diámetros entre 10 nm y 1 µm, en particular entre 100 nm y 1 µm (variando los diámetros dentro de estos límites según las partículas iniciales utilizadas, por ejemplo según su superficie específica, pudiendo además la distribución de diámetros ser más o menos estrecha o cerrada), siendo el volumen poroso para estos poros sub-micrométricos convenientemente superior a 0,8 cm³/g (pudiendo el volumen poroso sub-micrométrico en el producto disminuir ligeramente con respecto al de las partículas iniciales utilizadas, pero permaneciendo de todos modos superior a 0,8 cm³/g). Para los macroporos, el volumen poroso es preferiblemente superior a 1 cm³/g (es decir, 1 cm³ por gramo de material), preferiblemente superior a 3 cm³/g, y en particular varía de 5 a 15 cm³/g.

El volumen poroso para los poros sub-micrométricos (V_{sm}) se determina por porosimetría de mercurio realizada en aparatos de referencia Pascal 140 y Pascal 440 comercializados por la sociedad Thermo Scientific, y se considera que es igual al volumen acumulado de mercurio introducido en los poros para presiones de mercurio superiores a 1,47 MPa (presión calculada por la ecuación de Washburn –Washburn, 1921 – para un diámetro de poro de 1 micrómetro) y llegando en particular hasta 400 MPa con los aparatos mencionados anteriormente, asumiéndose que los poros son cilíndricos, suponiendo que la tensión superficial del mercurio es igual a 480 dinas/cm y el ángulo de contacto de las partículas minerales/mercurio igual a 140°, siendo dado el volumen poroso en cm³ por gramo de material. El volumen poroso de los macroporos (V_m) se determina por la fórmula:

$$V_m = 1/\rho_a - 1/\rho_s - V_{sm}$$

siendo ρ_a la densidad aparente del material (correspondiente a la relación de su masa a su volumen), siendo $1/\rho_a$ el volumen específico del material, siendo ρ_s la densidad del esqueleto (parte del producto ocupada por materia densa /sin poros), (en su mayor parte) mineral, medida por picnómetro de helio (norma ASTM C604- “método de prueba estándar para la densidad relativa verdadera de materiales refractarios por comparación con el picnómetro de gas”), y siendo $1/\rho_s$ el volumen específico del esqueleto.

El volumen poroso total ($V_p = V_m + V_{sm}$) del material (o producto) aislante térmico según la invención es convenientemente superior a 1,8 cm³/g, y preferiblemente está comprendido entre 5,5 y 18 cm³/g.

La creación de una porosidad sub-micrométrica (o volumen poroso a escala sub-micrométrica) que encierra aire en una estructura (una espuma) que ya tiene macroporos (procedente esta macroporosidad en particular de la formación de espuma y que corresponde a las burbujas de aire introducidas), y en las zonas (o “paredes”) entre dichos (macro)poros (estando estas paredes, de algunos micrómetros de espesor en particular, formadas y estabilizadas por las partículas seleccionadas como se ha explicado anteriormente), mejora los rendimientos térmicos del producto, mientras que proporciona un producto comparativamente más ligero debido a la presencia de estos poros adicionales, siendo proporcionada esta porosidad adicional en las paredes de la espuma particularmente por la porosidad intra-partícula (presente inicialmente en las partículas utilizadas y resultante en particular de su síntesis), y resultante también del apilamiento de estas partículas porosas para constituir las paredes de la espuma (porosidad entre partículas). Las espumas así obtenidas según la invención presentan propiedades de aislamiento térmico mejoradas en comparación con las espumas inorgánicas más convencionales de la misma densidad, o en comparación con los aislantes celulares orgánicos comunes de tipo poli(estireno), a la vez que son (más) económicas y permanecen ligeras, y mientras que tienen una mejor resistencia al envejecimiento y al fuego que los productos orgánicos con rendimientos de aislamiento térmico equivalentes. Los productos/espumas según la invención son compatibles tanto para su uso como material de relleno como para su uso en superficie, en particular en fachada.

El producto aislante térmico según la invención se presenta así en forma de (al menos) una espuma sólida y generalmente rígida basada en partículas porosas y, como ya se ha mencionado, se obtiene en particular a partir de la mezcla de al menos los elementos siguientes: agua (o eventualmente una espuma acuosa), partículas antes mencionadas (según la definición de la invención) de porosidad sub-micrométrica (generalmente en dispersión/suspensión en agua), teniendo dichas partículas (inicialmente, tal como se introdujeron en la mezcla) preferiblemente una superficie específica S de al menos 5 m²/g (siendo dada la superficie específica en m² por gramo de partícula(s)), en particular superior a 20 m²/g, y si es necesario (al menos) un tensioactivo y/o eventualmente un aglutinante orgánico y/o un aglutinante mineral y/o fibras (o refuerzos), etc., como se explica más adelante. En vez de “producto aislante térmico”, también es posible definir, si es necesario, el producto según la invención como “una espuma destinada a aislamiento térmico”, siendo esta espuma sólida y generalmente rígida, inorgánica (en su mayor parte, como se indica más adelante), estando formada esta espuma (que forma el producto mencionado anteriormente según la invención) por partículas como las mencionadas anteriormente según la invención.

Los rendimientos térmicos del aislante según la invención dan como resultado valores de conductividad térmica λ (global) inferiores a 40 mW/m.K, en particular comprendidos entre 20 y 40 mW/m.K (aproximadamente), en particular inferiores a 35 mW/m.K (aproximadamente), decrecientes en particular hasta 30 mW/m.K, incluso aún menos (siendo los rendimientos térmicos tanto mejores cuanto más baja es la conductividad térmica). La conductividad térmica λ (en W/m.K) representa la cantidad de calor que pasa a través del aislante (de un metro de espesor, por m² y cuando la diferencia de temperatura entre las dos caras es de 1°K). Los valores de conductividad térmica λ

(comparados a presión y temperatura idénticas, en particular a presión atmosférica (1 bar (100 kPa)) y temperatura ambiente, se miden en el marco de la invención con un medidor de flujo de la serie HFM 436 de la sociedad NETZSCH™ siguiendo los protocolos establecidos por las normas ASTM C518 e ISO 8301. La temperatura de caracterización es del orden de 25°C, y las medidas se realizan a presión atmosférica, estimándose la precisión de las medidas en 5%.

El producto según la invención es más fácil de obtener que los aerogeles (que en particular no generan la doble porosidad definida anteriormente) u otras espumas inorgánicas, obtenidos partiendo de precursores/materias primas y actuando una reacción química para constituir la sustancia mineral que los forma (mientras que, en el caso del producto según la invención, la sustancia mineral utilizada – las partículas – ya está formada y conformada simplemente sin recurrir a tratamientos destinados a degradarlos o a modificar su composición química, como aparece en el procedimiento según la invención). La estructura porosa del producto según la invención y/o dicho producto se forma así convenientemente sin reacción química ni alteración como se menciona anteriormente. Se puede hacer la misma observación en comparación con estructuras o espumas meso- o nano-porosas existentes en otros ámbitos o aplicaciones (por ejemplo utilizadas para tamices moleculares y obtenidas por ejemplo mediante sol-gel a partir de precursores), que, de especificidades y restricciones diferentes, resultan en particular de reacciones químicas o de operaciones mecánicas de degradación. El producto según la invención se obtiene en particular por un procedimiento de implementación más simple y económico.

La densidad aparente del producto (o espuma) según la invención es convenientemente inferior a 300 kg/m³, pudiendo esta densidad variar según la formulación (aditivos, pH ...) y las condiciones de formación de espuma (tiempo de formación de espuma, velocidad de agitación, geometría de tanque y paleta, etc.). La densidad está determinada por la relación de la masa de un volumen dado de material a dicho volumen. Generalmente, la densidad del producto aislante según la invención es inferior o igual a 200 kg/m³, en particular inferior a 150 kg/m³, convenientemente inferior a 130 kg/m³, incluso inferior a 100 kg/m³.

El producto según la invención es predominantemente (en al menos 80% en peso, incluso al menos 90%), incluso únicamente, mineral/inorgánico (pudiendo ser las materias orgánicas eventualmente presentes, si fuera necesario, un aglutinante orgánico, un injerto orgánico, etc.), lo que permite garantizar en particular una buena firmeza al fuego. El producto está además formado esencialmente (en al menos 80% en peso, incluso al menos 90%) por las partículas mencionadas anteriormente tales como las conformadas en una estructura de espuma. Estas partículas son sólidas y porosas, y se utilizan directamente para formar el producto sin modificación de su fórmula.

Las partículas mencionadas anteriormente están generalmente (inicialmente) en forma de un polvo (estando cada grano formado generalmente por un conjunto de partículas), y tienen una granulometría que varía preferiblemente de 0,5 µm a 200 µm (en particular entre 1 y 100 µm) con un diámetro medio D50 generalmente del orden de algunos micrómetros, midiéndose este diámetro mediante análisis granulométrico por difracción láser según la norma ISO 13320-1: 2000 en particular. El polvo se dispersa si fuese necesario particularmente en agua (pudiendo añadirse también en particular aceite, por ejemplo para un efecto tensioactivo y de consolidación, y/o un aglutinante en particular), y se utiliza (o se incorpora) en forma de dicha dispersión para formar el producto según la invención, siendo la proporción de partículas en dispersión/suspensión (las partículas que se dispersan en el medio) en agua convenientemente al menos 15%, en particular al menos 16% en peso (con respecto a la dispersión).

La superficie específica inicial S de estas partículas es convenientemente superior a 5 m²/g, en particular superior a 10 m²/g, en especial superior a 20 m²/g, llegando esta superficie específica en particular hasta 30 m²/g.

Las superficies específicas, expresadas en m²/g, se miden mediante adsorción de nitrógeno (teoría de la adsorción múltiple de gases mediante determinaciones de Brunauer, Emmett et Teller – método BET) de acuerdo con la norma ISO 9277: 2010.

Las partículas de carbonatos que responden a la definición según la invención son en particular partículas de carbonatos obtenido(a)s por síntesis, en particular por precipitación. Las parte magnésica que forma dichas partículas se cristaliza preferiblemente en forma de láminas (y en particular comprende hidromagnesita en forma de láminas), estando agregados los cristales de la parte cálcica y los de la parte magnésica en forma de agregados compuestos y siendo estos agregados por sí mismos y/o habiendo sido, al menos parcialmente, aglomerados en forma de aglomerados.

La parte magnésica que forma las partículas puede comprender también uno o más de otros compuestos de magnesio, en particular periclase y/o oxihidróxido de magnesio y/o brucita. La hidromagnesita presente en la parte magnésica es en particular de la fórmula Mg₅(CO₃)₄(OH)₂·4H₂O y está convenientemente presente en una cantidad comprendida entre 10 y 60% en peso con respecto al peso de las partículas.

La parte cálcica que forma las partículas puede comprender también hidróxido cálcico, por ejemplo en forma de portlandita. La parte cálcica está convenientemente presente en una cantidad que varía de 35 a 75% en peso con respecto al peso total de las partículas y la parte magnésica está convenientemente presente en una cantidad que varía de 25 a 65% en peso con respecto al peso total de las partículas. Preferiblemente también, la relación molar Ca/Mg en la composición de las partículas está comprendida entre 0,4 y 1,2.

Convenientemente, los agregados compuestos que forman las partículas están constituidos por un núcleo cálcico sobre el que se agregan láminas de hidromagnesita.

Las partículas se pueden obtener en particular mediante molienda(s) de aglomerados, obtenidos en particular por síntesis, en aglomerados y/o agregados más pequeños, si fuera necesario en varias etapas (por ejemplo de un tamaño inferior o igual a 2 mm, y/o de un tamaño más pequeño, estando formados los granos de polvo generalmente obtenidos después de la molienda por conjuntos, eventualmente por aglomerados, de partículas. Preferiblemente, la sustancia mineral que forma dichos aglomerados se obtiene según el método de síntesis descrito en la solicitud de patente BE2012/0199 presentada en Bélgica el 22 de marzo de 2012 por la sociedad Lhoist incorporada aquí por referencia.

Aparte de las partículas minerales, el material según la invención se forma a partir de agua o de una fase acuosa (no estando excluida la presencia de otro medio también, por ejemplo aceite y/o un alcohol, en particular glicerol), medio(s) que se hace (ha hecho) espumar para formar una espuma acuosa (o líquido de aspecto jabonoso, obtenido por un apilamiento desordenado de burbujas de gas en una fase acuosa), comprendiendo además la fase acuosa de partida aún no espumada convenientemente al menos un compuesto tensioactivo como se ha indicado anteriormente.

Como tensioactivo (o agente espumante) se puede utilizar al menos un (sal de) tensioactivo aniónico, en particular seleccionado de uno de los siguientes compuestos de fórmula general: $R-X^-, Y^+$, en donde R es una cadena alifática de 10 a 24 átomos de carbono, X^- es un grupo que lleva una carga negativa (grupo carboxilato, sulfato, sulfonato, etc.), e Y^+ es un contra-cation seleccionado de los grupos amonio, sodio y potasio, por ejemplo sales de carboxilato que comprenden 12 a 24 átomos de carbono, seleccionadas en particular de las sales de miristato, palmitato, estearato, oleato, o la base conjugada del ácido behénico, o carboxilatos provenientes del tratamiento de los ácidos grasos del sebo, o incluso otras bases conjugadas de ácidos grasos como por ejemplo jabones/geles de ducha que comprenden ácidos grasos provenientes de fuentes naturales tales como el sebo, aceite de coco, etc., por ejemplo tensioactivos tales como estearato amónico, etc.

Se puede utilizar también o alternativamente al menos una sal de tensioactivo catiónico seleccionada por ejemplo de las sales de alquiltrimetilamonio que contienen un grupo alquilo que comprende de 10 a 22 átomos de carbono, en particular seleccionada de al menos uno de los compuestos siguientes: bromuro (o cloruro) de dodeciltrimetilamonio, bromuro (o cloruro) de tetradeciltrimetilamonio, bromuro (o cloruro) de hexadeciltrimetilamonio, bromuro (o cloruro) de octadeciltrimetilamonio, bromuro (o cloruro) de cetiltrimetilamonio, cloruro de cetilbencildimetilamonio, bromuro de cetiltriethylamonio, cloruro de sebo-trimetilamonio, etc.

En el caso de utilizar un tensioactivo aniónico y un tensioactivo catiónico conjuntamente, la preparación de una espuma acuosa se puede hacer por ejemplo como se describe en la solicitud WO96/25475 o a partir de kits bicomponentes comercializados por la sociedad Allied Foam (denominados por ejemplo: 425A y 510B), constituidos por una primera mezcla acuosa que contiene un tensioactivo aniónico y por una segunda mezcla acuosa que comprende un tensioactivo catiónico y un látex, etc.

También se puede utilizar como tensioactivo(s) uno o varios zwitteriones. Entre los zwitteriones, se pueden mencionar en particular aminoácidos o derivados, moléculas sintetizadas a partir de aminoácidos, etc.

Generalmente, la mezcla (para la obtención del producto aislante o la mezcla de partículas) o la (fase acuosa que proporciona la) espuma acuosa comprende menos del 5% (en peso), convenientemente menos del 2%, incluso menos del 1% de tensioactivo preferiblemente aniónico, y/o zwitterión(es) (siendo la proporción mínima de tensioactivo(s) en general al menos 0,08% en relación con la mezcla o al menos 0,1% en relación con el agua).

También se pueden añadir otros aditivos (generalmente en la mezcla de partículas o la mezcla utilizada para obtener la espuma/el producto según la invención o en la espuma), como agentes reológicos (plastificante tal como la glicerina, etc.), tensioactivos, cargas minerales, u otros materiales que refuerzan la firmeza mecánica (fibras de vidrio u orgánicas, silicato, yeso, cemento, aglutinantes orgánicos de tipo látex como se explica a continuación...), o que limitan la desproporción de las burbujas y que reducen su tamaño (produciéndose la espuma por ejemplo bajo atmósfera de perfluorohexano), etc.

En particular, para prevenir la maduración se pueden añadir convenientemente co-tensioactivos de tipo tensioactivos catiónicos o polímeros catiónicos, o saponinas, o polímeros no iónicos de tipo éter de celulosa (tal como hidroxipropilmetilcelulosa).

La mezcla (para la obtención del producto aislante o la mezcla de partículas) también puede comprender al menos un aglutinante, orgánico y/o mineral, utilizado por ejemplo para permitir la unión de las partículas entre sí y/o la unión de las partículas al resto de la estructura del material.

Para reforzar mecánicamente la espuma en particular, el aglutinante puede ser un aglutinante orgánico como se ha indicado anteriormente; en particular puede ser convenientemente un látex (seleccionado en particular de los que tienen tendencia a formar películas), en particular una emulsión o dispersión acuosa de una o varias sustancias poliméricas naturales o sintéticas, generalmente termoplásticas. Este aglutinante de látex tiene preferiblemente una

temperatura de transición vítrea T_g inferior a 50°C, en particular entre -50°C y 25°C, preferiblemente entre -20°C y 10°C, convenientemente entre -10°C y 0°C, y preferiblemente tiene una temperatura de formación de película inferior a la temperatura ambiente, con el fin de obtener la firmeza investigada para los materiales aislantes a aplicar sobre un soporte en el ámbito de la construcción de edificios en particular. El látex puede contener un (co)polímero de tipo vinílico (por ejemplo a base de acetato de vinilo, en particular de homopolímero de poli(acetato de vinilo), o de copolímero de acetato de vinilo y de ácido y/o éster (met)acrílico, maleico, de olefina y/o de cloruro de vinilo, o a base de copolímero cloruro de vinilo/etileno), o de tipo acrílico (en particular un copolímero acrilonitrilo/éster acrílico, o estireno/ácido o éster acrílico silanizado y/o derivado de ácido carboxílico). El látex puede ser en particular un copolímero estireno-acrílico o cualquier acrílico. Estos látex son por ejemplo los comercializados por la sociedad BASF en la gama a la que se hace referencia con el nombre Acronal®, en particular Acronal® S 400.

En particular, el producto aislante térmico según la invención se puede preparar a partir de al menos los elementos siguientes, en las cantidades expresadas en porcentaje en peso con respecto a la masa total de la mezcla: 43 a 85% de agua, 15 a 37% de partículas minerales de carbonatos mencionados anteriormente y 0 a 20%, en particular 1 a 20%, de aditivo(s) (aglutinante, tensioactivo, etc.).

La etapa de conformación comprende generalmente operaciones de vaciado o moldeo de la espuma que comprende las partículas en cavidades de forma o sección apropiada(s), o de proyección de la espuma sobre una superficie o pared. El término moldeo debe tomarse en el sentido amplio y abarca cualquier forma de conformación, como el vaciado en molde abierto, extrusión a través de una boquilla y corte del producto extrudido, etc., siendo el secado generalmente consecutivo a la conformación.

El procedimiento según la invención convenientemente no requiere e incluso excluye después del secado cualquier tratamiento térmico de consolidación del material, pudiendo este tratamiento en este caso degradar los rendimientos térmicos.

El producto aislante térmico obtenido es sólido (y generalmente rígido) y multi- (en particular bi-) poroso. Está generalmente (diseñado) en forma de un panel cuyo espesor es al menos igual a 5 mm. También se puede obtener en forma de al menos una capa (aplicada por ejemplo sobre una placa de yeso), o el material en estado aún húmedo puede impregnarse o extenderse sobre un manto (por ejemplo no tejido...), o el material puede asociarse con una matriz de fibras u otra capa, etc.

La presente invención también se refiere al uso del producto aislante/de la espuma según la invención en el ámbito de la construcción, especialmente para aislar paredes de edificios o aislar bajo techo.

La presente invención y sus ventajas se comprenderán mejor con la lectura de los ejemplos descritos a continuación, a modo ilustrativo y no limitativo.

Ejemplo según la invención

En este ejemplo, se ha producido una espuma de carbonato a partir de partículas de carbonatos formadas por una parte cálcica cristalizada y por una parte magnésica cristalizada en las proporciones siguientes: 56% de CaCO_3 , del cual el 41% es en forma de calcita y el 15% en forma de aragonito, 42% de hidromagnesita en forma de láminas, 0,5% de brucita y 1,1% de portlandita. La densidad aparente de las partículas era 188 kg/m³ aproximadamente y la superficie específica era 27,3 m²/g. Estas partículas tenían un tamaño de 3,77 μm (d₅₀), poros sub-micrométricos de diámetros superiores a 100 nm e inferiores a 1 micrómetro y un volumen poroso de 1,07 cm³/g.

Se ha operado como sigue:

Se dispersaron en 161,25 g de agua 26,25 g de polvo (partículas) de carbonato mencionado anteriormente usando una paleta IKA (agitador de hélice), después se añadieron a esta dispersión 5,83 g de un látex (aglutinante orgánico) comercializado por la sociedad BASF con la referencia Acronal S400. La mezcla se homogeneizó con una paleta IKA a la velocidad de 1500 rpm.

En un segundo recipiente se preparó una espuma acuosa a partir de dos disoluciones de tensioactivos comercializadas por la sociedad Allied Foam bajo las referencias AFT 425 A y AFT 510B y compuestas como sigue:

- referencia AFT 425A constituida por (porcentajes en peso):
 - Mezcla de tensioactivos catiónicos pertenecientes a la clase de alquilos de cadena larga: 50-60%
 - Mezcla de tensioactivos fenoxilo no iónicos: 10-20%
 - Etanol: 5-8%
 - Agua: 12-35%
- referencia AFT 510B constituida por:

- Mezcla de polímeros acrílicos: 25-35%
- Mezcla de tensioactivos aniónicos pertenecientes a la clase de los ácidos grasos: 15-30%
- Agua: 35-60%

5 Se tomaron 10 g de AFT425A a los que se añadieron 100 g de agua. Se hizo espumar la mezcla por acción mecánica mediante un robot doméstico de la marca Kenwood durante 3 min a velocidad máxima. Después se añadieron 20 g de la disolución AFT 510 B con agitación en aproximadamente 1 min y el conjunto se mezcló durante 3 min 30 a velocidad máxima por medio del robot doméstico.

10 Para preparar la espuma de carbonato, se tomaron 9,45 g de la espuma líquida resultante que se introdujeron con la espátula en la dispersión acuosa a base de carbonato y de Acronal S400. El conjunto se homogeneizó mediante la paleta IKA a la velocidad de 600 rpm.

La espuma húmeda se vació después en un molde de teflón y se colocó en un horno a 40°C durante una noche.

15 El producto según la invención obtenido, en forma de una espuma sólida/rígida que tiene dos gamas de porosidades (en particular macroporos de diámetros comprendidos entre 10 μm y 3 mm, y poros sub-micrométricos de diámetros superiores a 100 nm e inferiores a 1 micrómetro), se ha caracterizado según los métodos mencionados anteriormente en el texto, siendo los valores obtenidos los siguientes:

- Densidad: 103 kg/m³;
- volumen poroso sub-micrométrico: 0,84 cm³/g;
- Conductividad térmica: 33 mW/m.K +/- 5%.

20 Los valores indicados anteriormente muestran que los productos inorgánicos aislantes térmicos obtenidos tenían una baja densidad al mismo tiempo que rendimientos térmicos convenientes.

Ejemplo comparativo 1:

Se procedió como en el ejemplo anterior, reemplazando el carbonato de dicho ejemplo por un carbonato comercializado con la referencia Socal P2 por la sociedad Solvay, estando este carbonato formado por calcita pura. La densidad aparente de las partículas era 480 kg/m³.

25 No fue posible obtener una muestra con una densidad equivalente que tenga una firmeza suficiente para poder ser manipulada y permitir una medida de conductividad térmica.

Ejemplo comparativo 2:

30 Se procedió como en el ejemplo según la invención, reemplazando las partículas de carbonato por partículas de aerogeles comercializadas con la referencia P300 por la sociedad Cabot. La densidad aparente de las partículas era 65-85 kg/m³.

35 Después de dispersar las partículas en el agua, se obtuvo una pasta húmeda (y no una dispersión fluida), permaneciendo en forma de una pasta la mezcla obtenida tras la adición del aglutinante látex. Tras la introducción de la espuma acuosa en la pasta se observó, en el caso de parar la agitación, una separación progresiva de fases con una fase acuosa fluida abajo y partículas de aerogeles sobrenadantes. Vaciando, tras la agitación, la mezcla en el molde y colocándolo una noche en un horno a 40°C, se obtuvo un producto muy frágil presentándose, no en forma de una espuma rígida o sólida, sino en forma de un apilamiento de partículas de aerogeles aglomeradas por compactación y aglutinadas por el aglutinante látex, habiendo causado la incorporación de las partículas de aerogel el desmoronamiento de la espuma acuosa preformada.

40 Además, la adición durante la dispersión de las partículas en agua de 5,83 g de un tensioactivo catiónico (para hacer compatibles con el agua las partículas de aerogel) comercializado con la referencia Barlox 12 (a base de óxido de alquildimetilamina ramificada) por la sociedad Lonza no cambió el aspecto de la mezcla obtenida (pasta húmeda y fluido no dispersante), ni la observación, tras la introducción de la espuma acuosa y parada de la agitación, de una separación de fases (fase acuosa muy fluida y partículas de aerogeles sobrenadantes), y condujo tras el secado a un producto que no presentaba una firmeza suficiente para permitir su manipulación, siendo las partículas de aerogel aún más débilmente aglomeradas por el aglutinante.

Ejemplo comparativo 3:

En este ejemplo comparativo se trató de obtener una espuma de aerogeles por formación de espuma in-situ como sigue:

Se preparó una disolución que contenía 120 g de agua y 7,5 g del tensioactivo catiónico Barlox 12 del ejemplo comparativo anterior.

5 Se dispersaron en esta disolución 33,75 g de las partículas de aerogeles P300 del ejemplo comparativo anterior, usando una paleta IKA de 1500 rpm hasta mojar el conjunto de las partículas de aerogeles, después se añadieron a la pasta obtenida 24 g de un látex (aglutinante) comercializado por la sociedad BASF con la referencia Acronal S400. Se mezcló y se trató de espumar la mezcla por acción mecánica mediante un robot doméstico de la marca Kenwood a velocidad máxima durante 10 min.

10 No fue posible obtener una espuma, manteniendo la mezcla el aspecto de una pasta. Vaciando la mezcla en un molde de teflón y colocándolo en un horno a 40°C durante una noche, se obtuvo un producto, no en forma de una espuma rígida o sólida, sino en forma de un apilamiento de partículas de aerogeles compactadas unidas por el aglutinante látex que tenía una densidad del orden de 200 kg/m³.

15 Los productos según la invención son particularmente apropiados para aislamiento térmico de alto rendimiento, particularmente en el ámbito de la construcción para aislar paredes (exteriores o interiores) de edificios o aislar bajo techo. Los productos según la invención tienen también propiedades o se pueden utilizar con ventajas en aislamiento acústico y aplicaciones de aligeramiento de materiales.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un producto aislante térmico, que comprende las etapas siguientes:

- al menos una etapa de producción de una espuma a partir de una mezcla de partículas minerales formadas por una parte cálcica cristalizada y una parte magnésica cristalizada, estando agregados los cristales de la parte cálcica y los de la parte magnésica en forma de agregados compuestos, comprendiendo dicha parte cálcica al menos un carbonato seleccionado del grupo que consiste en calcita, aragonito y sus mezclas, comprendiendo dicha parte magnésica hidromagnesita;

- al menos una etapa de conformación, en particular por moldeo o vaciado o proyección de esta espuma;

- al menos una etapa de secado al menos parcial de la espuma o del material así obtenido.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la mezcla de partículas es tal que la fracción seca, y preferiblemente tal como la proporción de partículas, es al menos 15%, en particular al menos 16% en peso de la mezcla, y es generalmente inferior al 40% en peso de la mezcla.

3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que se añade a la mezcla de partículas o a la espuma al menos un aditivo tal como un tensioactivo, un aglutinante orgánico o inorgánico, un agente reológico, un agente de superficie y/o refuerzos.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que se añade a la mezcla de partículas o a la espuma un aglutinante orgánico de tipo látex.

5. Producto aislante térmico, al menos en forma de una espuma rígida y/o sólida, formándose este material a partir de partículas minerales formadas por una parte cálcica cristalizada y una parte magnésica cristalizada, estando agregados los cristales de la parte cálcica y los de la parte magnésica en forma de agregados compuestos, comprendiendo dicha parte cálcica al menos un carbonato seleccionado del grupo que consiste en calcita, aragonito y sus mezclas, comprendiendo dicha parte magnésica hidromagnesita.

6. Producto aislante térmico según la reivindicación 5, caracterizado por que las partículas son de porosidad sub-micrométrica, estando esta porosidad constituida por poros de diámetros comprendidos entre 10 nm y 1 μ m, en particular entre 100 nm y 1 μ m, en especial entre 500 nm y 1 μ m.

7. Producto aislante térmico según cualquiera de las reivindicaciones 5 ó 6, caracterizado por que las partículas tienen un tamaño de al menos 500 nm, preferiblemente al menos 750 nm, de manera particularmente preferida al menos 900 nm, en particular al menos 1 μ m, especialmente algunos micrómetros.

8. Producto aislante térmico según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado por que el volumen poroso de los poros sub-micrométricos de las partículas es al menos 0,8 cm³/g, en particular al menos 1 cm³/g.

9. Producto aislante térmico según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizado por que las partículas tienen una densidad aparente superior o igual a 100 kg/m³ e inferior o igual a 250 kg/m³, y son convenientemente de superficie específica S superior a 5 m²/g, en particular superior a 20 m²/g.

10. Producto aislante térmico según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, caracterizado por que su densidad es inferior a 300 kg/m³, en particular inferior a 200 kg/m³, en especial inferior a 150 kg/m³, incluso inferior a 100 kg/m³.

11. Producto aislante térmico según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, caracterizado por que integra dos gamas de porosidades diferentes, de las cuales convenientemente una primera gama está constituida por macroporos de diámetros comprendidos entre 10 micrómetros y 3 nm, y una segunda gama constituida por poros sub-micrométricos de diámetros entre 10 nm y 1 μ m, siendo el volumen poroso total del material aislante térmico convenientemente superior a 1,8 cm³/g.

12. Producto aislante térmico según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, caracterizado por que es en su mayor parte inorgánico.

13. Producto aislante térmico según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 12, caracterizado por que la parte magnésica que forma las partículas está cristalizada en forma de láminas, y en particular comprende hidromagnesita en forma de láminas, estando agregados los cristales de la parte cálcica y los de la parte magnésica en forma de agregados compuestos y siendo estos agregados por sí mismos o habiendo sido convenientemente al menos parcialmente aglomerados en forma de aglomerados, estando los agregados compuestos preferiblemente constituidos por un núcleo cálcico sobre el que se agregan láminas de hidromagnesita.

14. Producto aislante térmico según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 13, caracterizado por que la parte magnésica que forma las partículas comprende también periclase y/o oxihidróxido de magnesio y/o brucita, y por que la parte magnésica está convenientemente presente en una cantidad que varía de 25 a 65% en peso con relación al peso total de las partículas.

15. Producto aislante térmico según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 14, caracterizado por que la hidromagnesita tiene la fórmula $Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 4H_2O$ y está convenientemente presente en una cantidad comprendida entre 10 y 60% en peso con relación al peso de las partículas.
- 5 16. Producto aislante térmico según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 15, caracterizado por que la parte cálcica que forma las partículas comprende también hidróxido cálcico, por ejemplo en forma de portlandita, y está convenientemente presente en una cantidad que varía de 35 a 75% en peso con relación al peso total de las partículas.
17. Producto aislante térmico según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 16, caracterizado por que la relación molar Ca/Mg en las partículas está comprendida entre 0,4 y 1,2.
- 10 18. Producto aislante térmico según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 17, caracterizado por que se obtiene a partir de la mezcla de al menos los elementos siguientes: agua o una espuma acuosa, partículas minerales formadas por una parte cálcica cristalizada y por una parte magnésica cristalizada, estando agregados los cristales de la parte cálcica y los de la parte magnésica en forma de agregados compuestos, comprendiendo dicha parte cálcica al menos un carbonato seleccionado del grupo que consiste en calcita, aragonito y sus mezclas, comprendiendo dicha 15 parte magnésica hidromagnesita, estando estas partículas generalmente incorporadas en la espuma o en el agua en forma de una dispersión/suspensión, teniendo dichas partículas una superficie específica S preferiblemente superior a $5 \text{ m}^2/\text{g}$, en particular superior a $20 \text{ m}^2/\text{g}$, y si fuese necesario un aglutinante orgánico y/o un aglutinante mineral, y/o un tensioactivo y/o refuerzos.
- 20 19. Producto aislante térmico según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 18, caracterizado por que se obtiene a partir de una mezcla que comprende también un aglutinante orgánico, en particular un aglutinante látex.
20. Utilización del producto según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 19 para aislamiento térmico de edificios.