

## **Panel de yeso**

### **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a paneles de yeso y  
5 métodos para producir tales paneles de yeso.

### **Antecedentes de la invención**

Los paneles de yeso, también conocidos como cartones  
de yeso o paneles de escayola, son muy conocidos en la  
técnica. Los paneles de yeso adecuados para su uso en  
10 condiciones húmedas tales como en cocinas y baños, o  
incluso en exteriores, son menos comunes.

El documento WO2006024549 divulga un panel de yeso que  
tiene revestimientos que aumentan la resistencia al agua de  
los paneles. Sin embargo, las mejoras actuales en la  
15 resistencia al agua de los paneles de escayola también dan  
como resultado normalmente un empeoramiento de ciertas  
propiedades mecánicas, tales como la resistencia a la  
cizalladura. Por otra parte, los paneles de escayola que  
tienen una excelente resistencia a la cizalladura tienen  
20 normalmente una resistencia al agua baja. En consecuencia,  
se necesitan paneles de escayola que tengan buenas  
propiedades de repelencia del agua, así como también una  
buena resistencia a la cizalladura.

### **Compendio de la invención**

25 Es un objeto de la presente invención proporcionar un  
panel de yeso, o tablero, que tiene buenas propiedades de  
repelencia del agua, así como también una buena resistencia  
a la cizalladura. La expresión "buenas propiedades de  
repelencia del agua" significa que el panel de yeso no se  
30 debilitará o se debilitará únicamente en un grado muy  
pequeño cuando se coloque en condiciones húmedas, por

ejemplo, exteriores o en áreas húmedas tales como baños, cocinas o edificios de piscinas.

Los presentes inventores han observado que se pueden obtener paneles de yeso que tienen unas propiedades de  
5 resistencia a la cizalladura y resistencia al agua sorprendentemente buenas proporcionando paneles de yeso de elevada densidad que comprendan un agente repelente del agua, un contenido elevado de fibras de alcohol polivinílico o vidrio, y un agente fluidificante.

10 Más particularmente, en la presente se proporcionan los siguientes aspectos:

Aspecto 1. Un panel de yeso que comprende un núcleo, teniendo dicho núcleo una densidad aparente de al menos  $1025 \text{ kg/m}^3$  y que comprende una mezcla de:

- 15 - yeso;  
- uno o más agentes fluidificantes seleccionados a partir de la lista constituida por un éter de policarboxilato y un polifosfonato polioxisilquileo, en una cantidad total de al menos  $2400 \text{ g/m}^3$ ;  
20 - uno o más agentes repelentes del agua; y  
- fibras de vidrio en una cantidad total de al menos  $3200 \text{ g/m}^3$ .

Aspecto 2. El panel de yeso de acuerdo con el aspecto 1, donde dicho núcleo comprende fibras de vidrio en  
25 una cantidad comprendida entre  $3200$  y  $12\ 000 \text{ g/m}^3$ .

Aspecto 3. El panel de yeso de acuerdo con el aspecto 1 o 2, donde dicho agente fluidificante es un éter de policarboxilato.

Aspecto 4. El panel de yeso de acuerdo con  
30 cualquiera de los aspectos 1 a 3, donde dicho núcleo tiene una densidad aparente de al menos  $1050 \text{ kg/m}^3$ ,

preferentemente al menos 1100 kg/m<sup>3</sup>.

Aspecto 5. El panel de yeso de acuerdo con cualquiera de los aspectos 1 a 4, donde dicho núcleo comprende una mezcla de uno o más minerales arcillosos y uno o más agentes repelentes del agua de tipo polisiloxano.

Aspecto 6. El panel de yeso de acuerdo con cualquiera de los aspectos 1 a 5, donde el peso total de dicho uno o más polisiloxanos está entre un 1% en peso y un 50% en peso, en función del peso total del uno o más minerales arcillosos.

Aspecto 7. El panel de yeso de acuerdo con el aspecto 5 o 6, donde dicho núcleo comprende dichos uno o más minerales arcillosos en una cantidad total comprendida entre 10 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup>.

Aspecto 8. El panel de yeso de acuerdo con cualquiera de los aspectos 1 a 7, donde dicho núcleo tiene una densidad aparente de al menos 1100 kg/m<sup>3</sup> y comprende:

- de un 70% en peso a un 97% en peso de yeso;
- uno o más agentes fluidificantes de tipo éter de policarboxilato, en una cantidad total de al menos 4000 g/m<sup>3</sup>;
- al menos 2500 g/m<sup>3</sup> de un polisiloxano;
- al menos 10 000 g/m<sup>3</sup> de uno o más minerales arcillosos; y
- al menos 3200 g/m<sup>3</sup> de fibras de vidrio.

Aspecto 9. El panel de yeso de acuerdo con cualquiera de los aspectos 1 a 8, donde dicho núcleo tiene una densidad aparente de al menos 1100 kg/m<sup>3</sup>; y comprende uno o más agentes fluidificantes de tipo éter de policarboxilato, en una cantidad total de al menos 6000 g/m<sup>3</sup>.

Aspecto 10. El panel de yeso de acuerdo con cualquiera de los aspectos 1 a 9, donde dicho núcleo tiene una resistencia a la compresión de al menos 20 N/mm<sup>2</sup>, medida de acuerdo con la norma ASTM C473-12.

5       Aspecto 11. El panel de yeso de acuerdo con cualquiera de los aspectos 1 a 10, donde dicho núcleo tiene dos caras, y donde al menos una de dichas caras está provista de un forro.

10       Aspecto 12. Un método para proporcionar un panel de yeso de acuerdo con cualquiera de los aspectos 1 a 11, donde dicho método comprende los pasos de:

(i) proporcionar una suspensión espesa acuosa de yeso que comprende escayola, agua, uno o más agentes fluidificantes, uno o más agentes repelentes del agua y  
15       fibras de vidrio; en cantidades relativas de modo que se obtenga un núcleo de acuerdo con cualquiera de los aspectos 1 a 11;

(ii) conformar dicha suspensión espesa para obtener un tablero; y

20       (iii) permitir que dicho tablero se endurezca, para obtener de esta manera un panel de escayola de acuerdo con cualquiera de los aspectos 1 a 11.

Aspecto 13. El método de acuerdo con el aspecto 12, donde dicha suspensión espesa comprende:

25       - agua y escayola, donde la proporción entre el agua y la escayola es igual o inferior a 0.70;

      - uno o más agentes fluidificantes de tipo éter de policarboxilato, en una cantidad total comprendida entre un 0.2% en peso y un 2.0% en peso en función del peso seco de  
30       dicha escayola;

      - entre un 0.1% en peso y un 2.0% en peso de un agente

repelente del agua basado en silicona,

- entre un 0.1% en peso y un 10% en peso de un mineral arcilloso, en función del peso seco de dicha escayola; y

- fibras de vidrio en una cantidad total comprendida entre un 0.25% en peso y un 1.5% en peso en función del peso seco de dicha escayola.

Aspecto 14. El método de acuerdo con el aspecto 12 o 13, donde dicha suspensión espesa tiene una proporción entre el agua y la escayola comprendida entre 0.45 y 0.70, más preferentemente comprendida entre 0.45 y 0.60.

Aspecto 15. El método de acuerdo con cualquiera de los aspectos 12 a 14, donde dicha suspensión espesa tiene una proporción entre el agua y la escayola comprendida entre 0.45 y 0.63; y donde dicha suspensión espesa comprende dichos uno o más agentes fluidificantes de tipo éter de policarboxilato en una cantidad total comprendida entre un 0.5% en peso y un 2.0% en peso en función del peso seco de dicha escayola.

Los paneles de yeso descritos en la presente pueden tener un aumento de la resistencia mecánica en condiciones húmedas, tal como un aumento de la resistencia a la cizalladura, tanto para paredes de esqueletos de acero como de esqueletos de madera. Los paneles de yeso se pueden utilizar para aplicaciones de recubrimiento externas o para aplicaciones internas.

Más particularmente, el panel de yeso descrito en la presente se puede utilizar como un panel de cizalladura en el lado externo de las paredes en lugar de un panel de virutas orientadas (OSB, por sus siglas en inglés). A diferencia de OSB, el panel de yeso descrito en la presente no requiere la presencia de una membrana que proteja de la

lluvia gracias a su elevada resistencia mecánica en condiciones húmedas. También se puede instalar como un panel de cizalladura interior donde los cuartos húmedos tales como los baños están enfrentados a las paredes  
5 externas.

En las paredes exteriores con un esqueleto metálico, el panel de yeso descrito en la presente se podría montar como un panel de recubrimiento tanto en la construcción de esqueletos estructurales (SFS, por sus siglas en inglés)  
10 como en paredes de relleno (instaladas en una estructura de columnas y vigas). El panel de yeso puede proporcionar rigidez y resistencia mecánica adicionales a la acción del viento perpendicular. Gracias a la contribución mecánica del producto al esqueleto metálico, la pared puede resistir  
15 una carga por la acción del viento mayor. Además, permite una cierta optimización del esqueleto metálico al incluir la contribución del producto en el cálculo mecánico. De manera similar a la construcción con madera, el producto también se puede instalar en el lado interior de la pared  
20 donde los cuartos húmedos están enfrentados con las paredes externas.

Las reivindicaciones independientes y dependientes exponen rasgos particulares y preferidos de la invención. Los rasgos de las reivindicaciones dependientes se pueden  
25 combinar con rasgos de las otras reivindicaciones dependientes o independientes, y/o con rasgos expuestos en la descripción anteriormente y/o posteriormente según sea apropiado.

Las características, rasgos y ventajas anteriores y  
30 otros diferentes de la presente invención serán aparentes a partir de la siguiente descripción detallada que ilustra, a

modo de ejemplo, los principios de la invención. Se proporciona la descripción únicamente a modo de ejemplo, sin que limite el alcance de la invención.

**Descripción de las realizaciones ilustrativas**

5        La presente invención se describirá en referencia a realizaciones particulares.

Se ha de tener en cuenta que la expresión "que comprende", utilizada en las reivindicaciones, no se debe interpretar como restringida a los medios enumerados posteriormente; no excluye otros elementos o pasos. Por lo tanto, se debe interpretar que especifica la presencia de los rasgos, pasos o componentes enunciados según se les hace referencia, pero no excluye la presencia o adición de uno o más rasgos, pasos o componentes, o grupos de estos, adicionales. Por lo tanto, el alcance de la expresión "un dispositivo que comprende los medios A y B" no se debería limitar a dispositivos constituidos únicamente por los componentes A y B. Significa que, con respecto a la presente invención, los únicos componentes relevantes del dispositivo son A y B.

A lo largo de esta memoria descriptiva, se hace referencia a "una realización". Tales referencias indican que un rasgo particular, descrito en relación con la realización se incluye en al menos una realización de la presente invención. Por lo tanto, la aparición de la frase "en una realización" en diversos lugares a lo largo de esta memoria descriptiva no se refiere en todos los casos necesariamente a la misma realización, aunque este podría ser el caso. Además, los rasgos o características particulares se pueden combinar de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones, como será evidente

para un experto en la técnica.

Los siguientes términos y expresiones se proporcionan únicamente para ayudar a comprender la invención.

5 Cuando se hace referencia al porcentaje en peso (% en peso), esto se debe entender, a menos que se indique de otra manera, como el peso del componente expresado como porcentaje respecto al peso total de la composición en la cual el componente está presente.

10 El término "yeso" utilizado en la presente se refiere al sulfato de calcio dihidratado (DH), de fórmula  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . El yeso que está presente en paneles de escayola normalmente se obtiene mediante la hidratación de la escayola.

15 El término "escayola" o la expresión "estuco", tal como se utiliza en la presente y se acepta de manera general en la terminología de la técnica, se refiere a yeso parcialmente deshidratado de fórmula  $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , donde x puede variar entre 0 y 0.5. También se hace referencia al término "escayola" en la presente como "sulfato de calcio hidratable". La expresión "peso seco" cuando se refiere a 20 la escayola en una composición de escayola, se refiere al peso del sulfato de calcio incluida el agua de hidratación (es decir, el  $x\text{H}_2\text{O}$  de la fórmula anterior), pero excluida el agua añadida a la composición.

25 La escayola se puede obtener mediante la calcinación del yeso, es decir, el tratamiento térmico del yeso con el fin de eliminar (una parte de) el agua combinada. Para la preparación de la escayola, se puede utilizar yeso natural o sintético. El yeso natural se puede obtener a partir de 30 roca de yeso o arena de yeso. El yeso sintético se origina normalmente a partir de la desulfuración de los gases de

combustión (FGD, por sus siglas en inglés) o producción de ácido fosfónico. El yeso obtenido a partir de FGD también se conoce como desulfoyeso (DSG, por sus siglas en inglés).

La escayola donde  $x$  es 0.5 se conoce como "sulfato de calcio hemihidratado" (HH) o "sulfato de calcio semihidratado" (SH), es decir,  $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ . El sulfato de calcio HH puede presentarse en diferentes formas cristalinas; conocidas como  $\alpha$  y  $\beta$ . El sulfato de calcio HH también se conoce como "escayola de yeso" o "escayola de París".

La escayola donde  $x$  es 0 se conoce como "anhidrita de sulfato de calcio" o "sulfato de calcio anhidro". La "anhidrita de sulfato de calcio III" (AIII) se refiere a HH deshidratada con la posibilidad de absorber agua o vapor de manera reversible. La "anhidrita de sulfato de calcio II" (AII) se refiere al sulfato de calcio completamente deshidratado ( $\text{CaSO}_4$ ). Se forma AII a temperaturas más elevadas y, preferentemente, no se utiliza para la preparación de paneles de escayola.

Los métodos para la calcinación del yeso son conocidos en la técnica y no se analizarán en más detalle en este texto.

Las expresiones "panel de escayola" y "panel de yeso", se utilizan indistintamente en la presente y se refieren a un tablero o panel que comprende un núcleo de yeso, que se puede obtener a partir de una suspensión espesa de escayola tal como se describe en la presente. En consecuencia, la expresión "panel de escayola" se refiere a un panel o tablero que se puede obtener mediante el endurecimiento (hidratación) de la escayola. El término "panel" o "tablero", tal como se utiliza la presente, se refiera a

cualquier tipo de componente de la pared, techo o suelo de cualquier tamaño necesario.

El término "alquilo", por sí mismo o como parte de otro sustituyente, se refiere a un grupo hidrocarbonado saturado lineal o ramificado unido mediante enlaces carbono-carbono sencillos.

Cuando se utiliza un subíndice en la presente después un átomo de carbono, el subíndice se refiere al número de átomos de carbono que puede contener el grupo mencionado. Por lo tanto, por ejemplo, alquilo C<sub>1-4</sub> se refiere a un alquilo de uno a cuatro átomos de carbono. Son ejemplos de grupos alquilo C<sub>1-4</sub> el metilo, etilo, propilo, isopropilo, butilo, isobutilo y *tert*-butilo.

El término "alquileno", por sí mismo o como parte de otro sustituyente, se refiere a grupos alquilo que son divalentes, es decir, con dos enlaces sencillos para unirse a otros dos grupos. Los grupos alquileno pueden ser lineales o ramificados y pueden estar sustituidos tal como se indica en la presente. Los ejemplos no limitantes de grupos alquileno incluyen metileno (—CH<sub>2</sub>—), etileno (—CH<sub>2</sub>—CH<sub>2</sub>—) y metilmetileno (—CH(CH<sub>3</sub>)—).

"Alquileno C<sub>1-6</sub>", por sí mismo o como parte de otro sustituyente, se refiere a grupos alquilo C<sub>1-6</sub> que son divalentes, es decir, con dos enlaces sencillos para unirse a otros dos grupos. Los grupos alquileno pueden ser lineales o ramificados y pueden estar sustituidos tal como se indica en la presente.

El término "arilo", por sí mismo o como parte de otro sustituyente, se refiere a un grupo hidrocarbilo aromático, poliinsaturado que tiene un único anillo (es decir, fenilo) o múltiples anillos aromáticos condensados entre sí (por

ejemplo, naftaleno) o unidos de manera covalente; donde al menos un anillo es aromático. Los grupos arilo típicos pueden contener de 6 a 10 átomos y se denominan "arilo C<sub>6-10</sub>". Los anillos arilo pueden no estar sustituidos o estar  
5 sustituidos con entre 1 y 4 sustituyentes en el anillo. El arilo puede estar sustituido con halo, ciano, nitro, hidroxí, carboxi, amino, acilamino, alquilo, heteroalquilo, haloalquilo, fenilo, ariloxi, alcoxi, heteroalquiloxi, carbamilo, haloalquilo, metilendioxí, heteroariloxi o  
10 cualquier combinación de estos. Los ejemplos de arilo C<sub>6-10</sub> incluyen fenilo, naftilo, indanilo o 1,2,3,4-tetrahidronaftilo.

El término "alcoxi", tal como se utiliza en la presente, se refiere a un sustituyente de fórmula -OR<sup>a</sup>,  
15 donde R<sup>a</sup> es alquilo. La expresión alcoxi C<sub>1-6</sub> se refiere a un sustituyente de fórmula -OR<sup>b</sup>, donde R<sup>b</sup> es alquilo C<sub>1-6</sub>.

El término "arileno", por sí mismo o como parte de otro sustituyente, se refiere a grupos arilo que son divalentes, es decir, con dos enlaces sencillos para unirse  
20 a otros dos grupos. Por ejemplo, la expresión "(alquil C<sub>1-6</sub>) (arileno C<sub>6-10</sub>)", por sí misma o como parte de otro sustituyente, se refiere a un grupo arilo C<sub>6-10</sub> tal como se ha definido en la presente, donde se reemplaza un átomo de hidrógeno por un alquilo C<sub>1-6</sub> tal como se ha definido en la  
25 presente.

La expresión "metal monovalente", tal como se utiliza en la presente, se refiere a un metal se refiere a un metal que es parte de un enlace iónico donde dicho metal forma un ion que tiene una carga de +1. Son ejemplos de metales  
30 monovalentes los metales (por lo tanto, no se incluye el hidrógeno) del Grupo 1 de la tabla periódica IUPAC. Los

metales monovalentes preferidos son el Na, K y Li.

La expresión "metal divalente", tal como se utiliza en la presente, se refiere a un metal se refiere a un metal que es parte de un enlace iónico donde dicho metal forma un  
5 ion que tiene una carga de +2. Son ejemplos de metales divalentes los metales del Grupo 2 de la tabla periódica IUPAC. Los metales divalentes preferidos son el Mg y Ca.

La expresión "metal trivalente", tal como se utiliza en la presente, se refiere a un metal se refiere a un metal  
10 que es parte de un enlace iónico donde dicho metal forma un ion que tiene una carga de +3. Son ejemplos de metales trivalentes el Al y Fe.

El término "aproximadamente", tal como se utiliza en la presente cuando se refiere a un valor medible tal como  
15 un parámetro, una cantidad, una duración temporal y similares, se pretende que englobe variaciones de +/-10% o menos, preferentemente de +/-5% o menos, más preferentemente de +/-1% o menos, y aún más preferentemente de +/-0.1% o menos de y desde el valor especificado,  
20 siempre que tales variaciones sean apropiadas para realizarlas en la invención divulgada. Se debe entender que el valor al cual se refiere el modificador "aproximadamente" está en sí mismo divulgado de manera específica, y preferente.

25 En la presente se proporciona un panel de yeso, también denominado en la presente como "panel" o "panel de escayola". Los paneles de yeso son muy conocidos en la técnica y normalmente comprende un núcleo que comprende yeso, donde el núcleo normalmente se comprime entre un par  
30 de revestimientos o forros. Las dimensiones y forma del panel de yeso descrito en la presente no son cruciales.

Normalmente, el panel de yeso tendrá un grosor estándar comprendido entre 5 y 100 mm. En realizaciones preferidas, el panel de yeso tendrá un grosor de aproximadamente 12.5 mm. El panel de yeso tiene normalmente una forma rectangular, aunque también se pueden contemplar otras formas.

El panel de yeso de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención se puede utilizar en exteriores o en áreas húmedas. El producto es particularmente adecuado para ser utilizado en paredes externas que tienen un esqueleto de madera o un esqueleto metálico como soporte.

Más específicamente, en la presente se proporciona un panel de yeso que comprende una lámina o núcleo de yeso. El núcleo de yeso, también denominado en la presente "núcleo", comprende:

- yeso;
- un agente fluidificante, preferentemente seleccionado a partir de la lista constituida por un éter de policarboxilato y polifosfonato polioxialquileno, preferentemente sales de estos;
- un agente repelente del agua; y
- fibras de vidrio.

Los componentes anteriores están presentes en el núcleo como una mezcla. Esto se explicará con más detalle posteriormente en la presente.

El núcleo de yeso del panel de escayola descrito en la presente comprende normalmente yeso como su componente principal. En realizaciones particulares, el núcleo comprende al menos un 60% en peso de yeso, preferentemente al menos un 70% en peso de yeso, más preferentemente al menos un 85% en peso de yeso. En realizaciones particulares,

el núcleo comprende entre un 70% en peso y un 97% en peso de yeso, más particularmente entre un 70% en peso y un 95% en peso de yeso, por ejemplo, entre un 85% en peso y un 92% en peso de yeso. Las concentraciones de yeso a las que se  
5 hace referencia en la presente se refieren al contenido de yeso puro, es decir, excluidas las impurezas. El contenido de yeso puro del núcleo se puede determinar mediante Calorimetría Diferencial de Barrido/Análisis Termogravimétrico (DSC/TGA).

10 El yeso puede tener un origen natural o sintético. Preferentemente, el yeso se obtiene a partir de escayola de elevada pureza (es decir, que tiene un contenido de escayola elevado y, preferentemente, un contenido de sulfato de calcio HH elevado), preferentemente una escayola  
15 que tiene un contenido de sulfato de calcio HH de al menos un 93% en peso (en función del peso total de la escayola). Los presentes inventores han observado que el yeso obtenido partir de escayola de este tipo proporciona unas propiedades mecánicas particularmente buenas. En  
20 realizaciones particulares, el yeso se obtiene al menos parcialmente a partir de la hidratación de escayola sintética, más particularmente escayola que se ha obtenido mediante la calcinación de yeso sintético, preferentemente DSG. La escayola sintética contiene normalmente pocas  
25 impurezas (normalmente menos de un 5%). En realizaciones específicas, la escayola se obtiene al menos parcialmente mediante la calcinación de DSG que contiene principalmente cristales de yeso de tipo aguja. En realizaciones  
30 se puede obtener a partir de yeso de desecho reciclado. Normalmente este tipo de escayola también tiene una pureza

elevada. En ciertas realizaciones, la escayola utilizada para elaborar el núcleo de yeso puede ser una mezcla de escayola obtenida a partir de DSG y escayola obtenida a partir de yeso de desecho reciclado.

5 El núcleo de yeso del panel de escayola descrito en la presente tiene normalmente una densidad que es relativamente elevada. Aumentar la densidad del panel puede aumentar la resistencia del panel. La producción de paneles de elevada densidad conlleva preferentemente el uso de  
10 suspensiones espesas de escayola que contienen cantidades relativamente bajas de agua añadida. Tales suspensiones espesas normalmente tienen una fluidez deficiente. Con el fin de restaurar la fluidez hasta unos niveles aceptables, se puede añadir un agente fluidificante. Los agentes  
15 fluidificantes también se conocen como "fluidificadores", "dispersantes" y "plastificantes". La cantidad de agente fluidificante añadido puede depender del tipo de agente fluidificante utilizado y la fluidez deseada de la suspensión espesa.

20 Los fluidificadores preferidos son polímeros seleccionados a partir de la lista constituida por un éter de policarboxilato (PCE, por sus siglas en inglés) tal como polioxialquileno policarboxilatos; y un polifosfonato polioxialquileno. Preferentemente, se utilizan sales de  
25 polímeros de este tipo, tales como sales de sodio. En realizaciones particulares, los fluidificadores son o comprenden miembros de la lista constituida por un policarboxilato polietilenglicol y polifosfonato polietilenglicol.

30 En realizaciones preferidas, el núcleo comprende uno o más fluidificadores que son éteres de policarboxilato (PCE).

Esta clase de fluidificadores son eficaces en un intervalo de concentración amplio, y de esta manera permiten una fluidez suficiente de la suspensión espesa de escayola durante la elaboración del panel de escayola, incluso con  
5 proporciones entre el agua y la escayola muy bajas (por ejemplo, menos de 0.65). Los PCE son polímeros peine solubles en agua que tienen normalmente un esqueleto con carga (negativa) y cadenas laterales sin carga. Los esqueletos pueden estar compuestos de polímeros basados en  
10 monómeros seleccionados entre el ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido maleico, vinilo, alilo y mezclas de estos. Las cadenas laterales, a menudo constituidas por polialquilenglicol, se pueden injertar mediante esterificación o amidación en el esqueleto preformado que  
15 porta grupos de ácido carboxílico o incluirse mediante copolimerización de monómeros del esqueleto con macromonómeros que portan una cadena lateral.

El núcleo de yeso del panel de escayola descrito en la presente puede comprender un tipo de éter de  
20 policarboxilato o una mezcla de diferentes tipos de éteres de policarboxilato.

En realizaciones preferidas, el uno o más PCE tienen una masa molecular comprendida entre 10 000 Dalton y 400 000 Dalton. En realizaciones adicionales, el uno o más  
25 PCE tienen un peso molecular entre 20 000 Dalton y 60 000 Dalton.

Los ejemplos de compuestos de PCE adecuados y métodos para la preparación de estos se describen en la patente EP2411346 (Lafarge Gypsum), patente US6777517 (Degussa),  
30 patente US5798425 (Süddeutsche Kalkstickstoff), solicitud de patente US2006/0278130 (United States Gypsum), y

solicitud de patente WO2012/028668 (Sika), que se incorporan por la presente a modo de referencia.

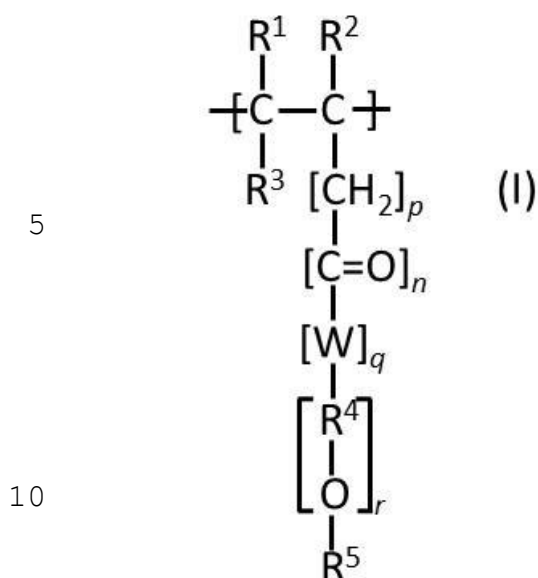
Los ejemplos de PCE comercializados adecuados incluyen, sin carácter limitante: Ethacryl<sup>TM</sup> M y Ethacryl<sup>TM</sup> G (que se pueden obtener de Coatex, Arkema Group, Francia); Viscocrete® G2 (que se puede obtener de Sika AG, Suiza); neomere®FLOW 580N, neomere®FLOW 570S, y CHRYSO®Fluid Premia 180 (que se pueden obtener de Chryso SAS, Francia); Melflux® 1086L (que se puede obtener de BASF, Alemania); y  
10 Mighty G21 (que se puede obtener de Kao Specialties Americas).

Los PCE son polímeros y por lo tanto comprenden al menos una unidad repetitiva. A menudo, los PCE son copolímeros que comprenden dos o más comonómeros, es decir,  
15 diferentes unidades repetitivas. Los PCE pueden comprender copolímeros aleatorios o estadísticos, copolímeros en gradiente, copolímeros alternantes y/o copolímeros en bloques.

En realizaciones particulares, el uno o más  
20 fluidificadores comprenden al menos un PCE que comprende una unidad repetitiva de Fórmula (I):

25

30



donde

$p$  es un número entero de 0 a 2;

$n$  y  $q$  son independientemente 0 o 1; preferentemente  $q$  es 1 si  $n$  es 1;

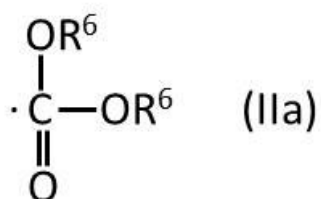
$r$  es un número entero de 0 a 500, preferentemente al menos 2;

$W$  es oxígeno, nitrógeno o un radical NH bivalente; preferentemente  $W$  es oxígeno;

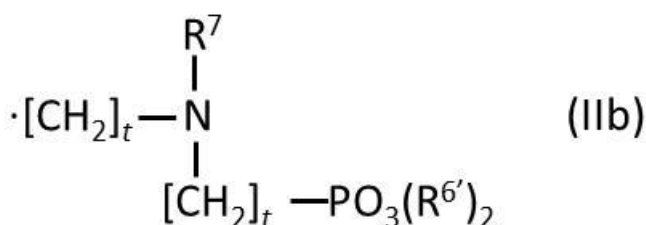
$R^1$ ,  $R^2$  y  $R^3$  se seleccionan independientemente a partir de la lista constituida por hidrógeno, un grupo hidrocarbonado alifático que comprende de 1 a 20 átomos de carbono, y  $-\text{COOR}^8$ ; donde  $R^8$  es hidrógeno, alquilo  $\text{C}_{1-4}$ , un metal monovalente, un metal divalente, un metal trivalente o un radical de amonio (cuaternario); donde preferentemente no más de uno de  $R^1$ ,  $R^2$  y  $R^3$  es  $-\text{COOR}^8$ ; preferentemente  $R^1$  y  $R^3$  son hidrógeno;

$R^4$  es alquileo  $\text{C}_{2-20}$ , preferentemente alquileo  $\text{C}_{2-4}$ ; y

$R^5$  es hidrógeno, alquilo  $\text{C}_{1-20}$ , o un radical de Fórmula (IIa) o (IIb):



5



10

donde

$\text{R}^6$  y  $\text{R}^{6'}$  son hidrógeno, alquilo  $\text{C}_{1-20}$ , un metal monovalente, un metal divalente, un metal trivalente o un radical de amonio (cuaternario);

15

$t$  es un número entero de 0 a 18; y

$\text{R}^7$  es hidrógeno, alquilo  $\text{C}_{1-18}$ , o un radical de fórmula  $-\text{[CH}_2\text{]}_t\text{PO}_3(\text{R}^{6'})_2$ , donde  $t$  y  $\text{R}^{6'}$  tienen el mismo significado que se ha definido anteriormente.

20

En realizaciones particulares, el uno o más fluidificadores pueden comprender al menos un PCE que comprende una unidad repetitiva de Fórmula (I), donde:  $p$  es un número entero de 0 a 2;  $n$  y  $q$  son 1;  $r$  es un número entero de 2 a 250;  $\text{W}$  es oxígeno;  $\text{R}^1$ ,  $\text{R}^2$ , y  $\text{R}^3$  son hidrógeno;  $\text{R}^4$  es alquilenos  $\text{C}_{2-4}$ ; y  $\text{R}^5$  tiene el mismo significado que se ha definido anteriormente.

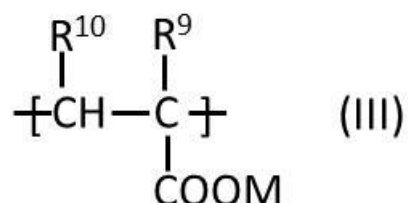
25

En realizaciones particulares, el uno o más fluidificadores pueden comprender al menos un PCE que comprende una unidad repetitiva de Fórmula (I), donde:  $p$  es un número entero de 0 a 2;  $n$  es 0;  $q$  es 1;  $r$  es un número entero de 2 a 250;  $\text{W}$  es oxígeno;  $\text{R}^1$ ,  $\text{R}^2$ , y  $\text{R}^3$  son hidrógeno;  $\text{R}^4$  es alquilenos  $\text{C}_{2-4}$ ; y  $\text{R}^5$  tiene el mismo significado que se

30

ha definido anteriormente. En realizaciones adicionales,  $p$  puede ser 0 o 1.

En realizaciones particulares, el uno o más fluidificadores pueden comprender un PCE que comprende al menos una unidad repetitiva que satisface la Fórmula (III):



donde

$\text{R}^9$  es hidrógeno o alquilo  $\text{C}_{1-4}$ ;

$\text{R}^{10}$  es hidrógeno o alquilo  $\text{C}_{1-4}$  o  $-\text{COOM}'$ ; y

$\text{M}$  y  $\text{M}'$  se seleccionan independientemente entre hidrógeno, alquilo  $\text{C}_{1-6}$  o un metal monovalente, un metal divalente o un metal trivalente. Preferentemente,  $\text{M}$  es Na o K.

En realizaciones preferidas,  $\text{R}^{10}$  es hidrógeno y  $\text{M}$  es Na o K. En realizaciones preferidas adicionales,  $\text{R}^9$  y  $\text{R}^{10}$  son hidrógeno; y  $\text{M}$  es Na o K.

En realizaciones particulares, el uno o más fluidificadores pueden comprender al menos un PCE, el cual es un polímero que comprende una unidad repetitiva de Fórmula (III) mostrada anteriormente, donde:

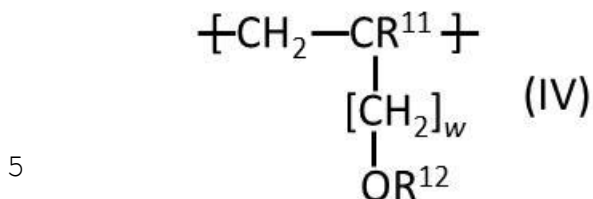
$\text{R}^9$  es hidrógeno;

$\text{R}^{10}$  es un radical de fórmula  $-\text{COOM}'$ , donde  $\text{M}'$  es Na o K; y

$\text{M}$  es un radical de fórmula  $-\text{[CH}_2\text{CH}_2\text{O]}_p\text{CH}_3$  donde  $p$  es un número entero de 1 a 100.

En realizaciones preferidas, el uno o más fluidificadores pueden comprender un PCE que tiene una

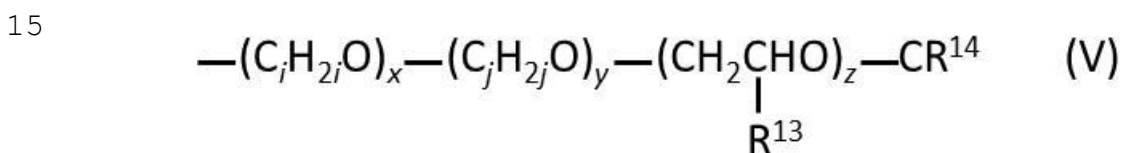
unidad repetitiva que satisface la Fórmula (IV)



donde  $R^{11}$  es hidrógeno, o un grupo hidrocarbonado alifático saturado o insaturado que comprende de 1 a 5 átomos de carbono, que puede ser lineal o ramificado;

$w$  es un número entero comprendido entre 0 y 3, y preferentemente 0 o 1; y

$R^{12}$  se deriva de un grupo de éter (poli)alquilenglicólico insaturado, preferentemente de acuerdo con la Fórmula (V):



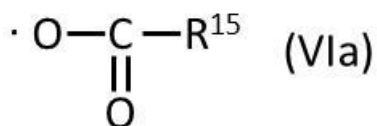
donde  $i$  y  $j$  son independientemente un número entero entre 2 y 5; preferentemente al menos uno de  $i$  y  $j$  es 2;

$x$  e  $y$  son independientemente un número entero comprendido entre 1 y 350;

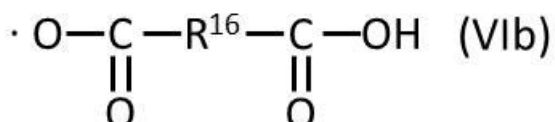
$z$  es un número entero comprendido entre 0 y 200;

$R^{13}$  es un grupo arilo  $C_{6-10}$  sustituido o no sustituido, preferentemente fenilo; y

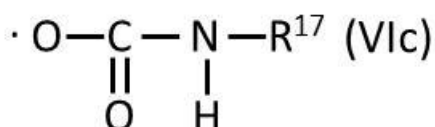
$R^{14}$  es hidrógeno, un grupo hidrocarbonado alifático que comprende de 1 a 20 átomos de carbono, un radical de Fórmula (IIa) o (IIb) (donde  $R^6$ ,  $R^{6'}$  y  $t$  tienen el mismo significado que se ha definido anteriormente), o un grupo de Fórmula (IIIa), (IIIb) o (IIIc):



5



10



donde  $\text{R}^{15}$  y  $\text{R}^{17}$  son independientemente alquilo  $\text{C}_{1-20}$ ,  
arilo  $\text{C}_{6-12}$ , aralquilo  $\text{C}_{7-20}$  o alquilarilo  $\text{C}_{7-20}$ ; y  $\text{R}^{16}$  es  
15 alquileno  $\text{C}_{1-20}$ , arileno  $\text{C}_{6-12}$ , aralquileno  $\text{C}_{7-20}$ , o  
alquilarileno  $\text{C}_{7-20}$ .

En realizaciones particulares, el uno o más  
fluidificadores puede comprender un PCE que tiene dos o más  
unidades repetitivas seleccionadas entre una unidad  
20 repetitiva de Fórmula (I), una unidad repetitiva de Fórmula  
(III) y una unidad repetitiva de Fórmula (IV) tal como se  
han descrito anteriormente.

Los compuestos de PCE deben comprender al menos una  
unidad repetitiva que comprenda un grupo carboxilo, o sal o  
25 éster de este. Preferentemente, el uno o más compuestos de  
PCE comprenden al menos un 50% en peso de una o más  
unidades repetitivas que comprenden un grupo carboxilo, o  
una sal o éster de este. Preferentemente, el compuesto de  
PCE comprende al menos una unidad repetitiva:

30 - de Fórmula (I) donde  $n$  y  $q$  son 1, W es oxígeno; y  $\text{R}^1$ ,  
 $\text{R}^2$ ,  $\text{R}^3$ ,  $\text{R}^4$ ,  $\text{R}^5$ ,  $p$ ,  $q$ , y  $r$  son como se han definido  
anteriormente; y/o

- de Fórmula (III) donde  $R^9$ ,  $R^{10}$  y M son como se han definido anteriormente.

Preferentemente, se utiliza una forma salina para los restos carboxilo; más preferentemente sales de Na y/o K.

5        En realizaciones particulares, el uno o más fluidificadores pueden comprender al menos un PCE que comprende una unidad repetitiva que se origina a partir de un monómero seleccionado entre:

10        - monómeros insaturados de ácido monocarboxílico o dicarboxílico, tal como ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido maleico, anhídrido maleico, ácido fumárico, ácido itacónico, anhídrido itacónico o ácido citracónico, y sus sales de metales monovalentes o divalentes, amonio cuaternario o aminas orgánicas;

15        - ésteres y diésteres de los monómeros insaturados de ácido monocarboxílico o dicarboxílico mencionados anteriormente que tienen un grupo funcional alcohol que tiene entre 1 y 30 átomos de carbono;

20        - amidas y diamidas de los monómeros insaturados de ácido monocarboxílico o dicarboxílico mencionados anteriormente que tienen un grupo funcional amino que tiene entre 1 y 30 átomos de carbono;

25        - ésteres y diésteres de los monómeros insaturados de ácido monocarboxílico o dicarboxílico mencionados anteriormente que tienen un grupo funcional alcoxi(poli(alquilenglicol)es) obtenido mediante la adición de entre 1 y 500 moles de óxido de alquilenos que tiene entre 2 y 18 átomos de carbono a los alcoholes y aminas mencionados anteriormente;

30        - ésteres y diésteres de los monómeros insaturados de ácido monocarboxílico o dicarboxílico mencionados

anteriormente que tienen un grupo funcional glicol que posee entre 2 y 18 átomos de carbono o que poseen entre 2 y 500 poli(alquilenglicol)es como número de adición molar de los glicoles anteriores;

5       - ácidos sulfónicos insaturados, tales como  
vinilsulfonato, (met)alilsulfonato, 2-  
(met)acriloxietilsulfonato, 3-(met)acriloxipropilsulfonato,  
3-(met)acriloxi-2-hidroxipropilsulfonato, éter 3-  
(met)acriloxi-2-hidroxipropil sulfofenílico, 3-  
10 (met)acriloxi-2-hidroxipropiloxisulfobenzoato, 4-  
(met)acriloxibutilsulfonato, ácido  
(met)acrilamidometilsulfónico, ácido  
(met)acrilamidoetilsulfónico, ácido 2-metilpropanosulfónico  
(met)acrilamida y ácido estirenosulfónico, o sus sales de  
15 metales monovalentes o divalentes, amonio cuaternario o  
aminas orgánicas;

- compuestos vinilaromáticos, tales como estireno,  $\alpha$ -metilestireno, viniltolueno y *p*-metilestireno;

- amidas insaturadas, tales como (met)acrilamida,  
20 (met)acrilalquilamida, *N*-metilol(met)acrilamida y *N,N*-  
dimetil(met)acrilamida;

- ésteres insaturados, tales como acetato de vinilo y propionato de vinilo;

- aminas insaturadas, tales como (met)acrilato de  
25 aminoetilo, (met)acrilato de metilaminoetilo, (met)acrilato  
de dimetilaminoetilo, (met)acrilato de dimetilaminopropilo,  
(met)acrilato de dibutilaminoetilo y vinilpiridina;

- compuestos alílicos tales como alcohol (met)alílico  
y éter glicidil (met)alílico; para los cuales la masa molar  
30 de dicho copolímero está entre 15 000 y 250 000 Dalton, no  
comprendiendo dicho copolímero unidades reticulantes.

En realizaciones particulares, el núcleo comprende un agente fluidificante que es una sal de polioxiálquileno policarboxilato, más particularmente una sal de polioxi-etileno policarboxilato o poli(etilenglicol) policarboxilato, aún más particularmente una sal sódica de polioxi-etileno policarboxilato.

Los fluidificadores en el núcleo de los paneles de escayola descritos en la presente están presentes normalmente en el núcleo en una cantidad de al menos 2400 g/m<sup>3</sup>; preferentemente al menos 4800 g/m<sup>3</sup>. En realizaciones adicionales, el(los) fluidificador(es) está(n) presente(s) en el núcleo una cantidad de al menos 5000 g/m<sup>3</sup>, o incluso al menos 6000 g/m<sup>3</sup>.

Muchos fluidificadores no son muy eficaces cuando se utilizan en dosis elevadas. Convenientemente, los fluidificadores de tipo PCE son eficaces hasta dosis relativamente elevadas, y sus dosis ideales se pueden determinar en función del costo así como también de la eficacia. Normalmente, el núcleo comprenderá como mucho 20 000 g/m<sup>3</sup> de fluidificadores. En realizaciones preferidas, el núcleo comprende como mucho 15 000 g/m<sup>3</sup> de fluidificadores, por ejemplo, aproximadamente 8000 g/m<sup>3</sup> de fluidificadores. En realizaciones particulares, el núcleo comprende el(los) fluidificador(es) en una cantidad comprendida entre 2400 g/m<sup>3</sup> y 10 000 g/m<sup>3</sup>.

El núcleo del panel de escayola descrito en la presente comprende fibras, más particularmente fibras de vidrio. Los presentes inventores descubrieron sorprendentemente que, cuando se utilizan combinados con un agente repelente del agua, el uso de cantidades relativamente elevadas de fibras de vidrio puede hacer

posible obtener paneles de yeso que tienen propiedades mecánicas y de resistencia al agua excelentes.

En el contexto de la presente invención, se entiende que el término "fibra" se refiere a cuerpos alargados en los que la longitud tiene una dimensión mucho mayor que la anchura y el grosor. Preferentemente, la longitud es al menos 10, al menos 50 o incluso al menos 100 veces superior a la anchura y grosor. Las fibras pueden tener una forma curvada o recta. Además, el término "fibras" incluye monofilamentos, fibras divididas y fibras estables. Las fibras pueden tener una sección transversal regular o irregular. La forma de la sección transversal de las fibras puede ser circular o de otra forma.

Las fibras de vidrio están presentes en el núcleo en una cantidad total de al menos 3200 g/m<sup>3</sup>.

En realizaciones particulares, el núcleo puede comprender además fibras que no sean fibras de vidrio, tales como fibras de poli(alcohol vinílico) (PVA). La presencia o ausencia de otras fibras dependerá normalmente de las propiedades deseadas y la aplicación del panel de escayola. En realizaciones particulares, el núcleo no comprende fibras que no sean fibras de vidrio.

Las fibras (de vidrio) tienen normalmente una longitud (promedio numérica) promedio comprendida entre 3 mm y 24 mm, preferentemente comprendida entre 10 mm y 15 mm; por ejemplo, de aproximadamente 13 mm. Las fibras (de vidrio) tienen preferentemente un diámetro comprendido entre 5 µm y 25 µm, más preferentemente comprendido entre 8 µm y 20 µm, de la manera más preferente comprendido entre 10 µm y 15 µm; por ejemplo, de aproximadamente 13 µm.

Preferentemente, las fibras de vidrio están compuestas

de vidrio de aluminio-borosilicato con menos de un 1% en peso de óxidos alcalinos; tales composiciones de vidrio se conocen como "vidrio E". Sin embargo, se contempla que también se puedan utilizar otras composiciones de vidrio.

5 El núcleo comprende al menos 3200 g/m<sup>3</sup> de fibras de vidrio, preferentemente al menos 4000 g/m<sup>3</sup>. En realizaciones adicionales, el núcleo comprende fibras de vidrio en un intervalo entre 3200 g/m<sup>3</sup> y 12 000 g/m<sup>3</sup>; preferentemente en el intervalo entre 4000 g/m<sup>3</sup> y 10 400  
10 g/m<sup>3</sup>. En realizaciones particulares, el núcleo comprende fibras de vidrio en un intervalo entre 3200 g/m<sup>3</sup> y 10 000 g/m<sup>3</sup>. En realizaciones adicionales, el núcleo comprende fibras de vidrio en un intervalo entre 4000 g/m<sup>3</sup> y 10 000 g/m<sup>3</sup>.

15 El núcleo del panel de escayola descrito en la presente comprende uno o más agentes repelentes del agua, que están dispersados en la matriz nuclear. La expresión "agente repelente del agua" se refiere a un componente o compuesto que está presente en la suspensión espesa de  
20 escayola para la preparación del núcleo, y que de esta manera incrementa la hidrofobicidad del núcleo y/o puede mejorar las propiedades hidrófugas del núcleo.

El agente repelente del agua normalmente es un material hidrófobo. En el presente contexto, y como se  
25 entiende habitualmente, el término "hidrófobo" connota una propiedad de un material, que refleja su repelencia del agua. Para los propósitos de la presente, se define un material hidrófobo como un material que, cuando se proporciona como una superficie plana, muestra un ángulo de  
30 contacto con el agua de al menos 90° y de hasta 180°.

El panel de yeso descrito en la presente puede tener

propiedades de repelencia del agua excelentes, incluso con cantidades relativamente bajas de los agentes repelentes del agua. En realizaciones particulares, el(los) agente(s) repelente(s) del agua pueden estar presentes en una  
5 cantidad total de entre 1500 g/m<sup>3</sup> y 6000 g/m<sup>3</sup>; preferentemente en una cantidad total de entre 2400 g/m<sup>3</sup> y 5600 g/m<sup>3</sup>; aún más preferentemente en el intervalo entre 2400 g/m<sup>3</sup> y 4800 g/m<sup>3</sup>.

Los agentes repelentes del agua adecuados incluyen,  
10 sin carácter limitante: siliconas; ceras; resinas sintéticas termoplásticas tales como poli(acetato de vinilo); poli(cloruro de vinilo); y un copolímero de acetato de vinilo y cloruro de vinilo y resinas acrílicas. En realizaciones preferidas, el(los) agente(s) repelente(s)  
15 del agua es(son) silicona(s) (hidrófobas).

En realizaciones preferidas, el uno o más agentes repelentes del agua pueden comprender o ser un polisiloxano, más particularmente un organopolisiloxano, por ejemplo, un polialquilhidrosiloxano. Son polialquilhidrosiloxanos  
20 particularmente preferidos los polimetilhidrosiloxanos (PMHS).

En realizaciones particulares, el(los) agente(s) repelente(s) del agua comprende(n) un polisiloxano que es un compuesto repelente del agua macromolecular lineal,  
25 cíclico o ramificado que contiene unidades de polisiloxano, donde cada una de las cuales se elige a partir del grupo constituido por los grupos (R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>R<sup>3</sup>SiO<sub>1/2</sub>), (R<sup>1</sup>R<sup>2</sup>SiO) y (R<sup>2</sup>SiO<sub>3/2</sub>), donde R<sup>1</sup> se selecciona a partir de la lista constituida por hidrógeno, halo o alcoxi; y R<sup>2</sup> y R<sup>3</sup> se  
30 seleccionan independientemente entre alquilo o fenilo. En realizaciones particulares, R<sup>1</sup> se selecciona a partir de la

lista constituida por hidrógeno, halo o alcoxi  $C_{1-6}$ ; y  $R^2$  y  $R^3$  se seleccionan independientemente entre alquilo  $C_{1-6}$  o fenilo.

El término "halo", tal como se utiliza la presente, se  
5 refiere a un átomo halógeno, más particularmente F, Cl, Br o I. Preferentemente, "halo" es Cl.

En realizaciones preferidas, el uno o más agentes repelentes del agua pueden comprender un polisiloxano; donde el núcleo del panel de escayola comprende además uno  
10 o más minerales arcillosos, más particularmente uno o más filosilicatos de aluminio seleccionados a partir del grupo constituido por caolinita, illita, haloisita, montmorillonita, vermiculita, talco, sepiolita, paligoquita y pirofillita. Una sinergia entre los minerales arcillosos  
15 y los polisiloxanos puede dar como resultado propiedades repelentes del agua significativamente mejoradas. En el contexto de la presente invención, los minerales arcillosos como tales no se consideran un agente repelente del agua. Los minerales arcillosos preferidos son la caolinita y/o  
20 illita. Más preferentemente, el mineral arcilloso es o comprende caolinita.

En realizaciones particularmente preferidas, el panel de escayola puede comprender una mezcla de uno o más agentes repelentes del agua de tipo polisiloxano, y uno o  
25 más minerales arcillosos.

En realizaciones particulares, el núcleo comprende una o más siliconas en una cantidad comprendida entre 2400 y 5600 g/m<sup>3</sup>; y uno o más minerales arcillosos. Normalmente, el peso total de una o más siliconas está entre un 1% en  
30 peso y un 50% en peso, en función del peso total del uno o más minerales arcillosos. En realizaciones adicionales, el

peso total de una o más siliconas está entre un 5% en peso y un 20% en peso, en función del peso total del uno o más minerales arcillosos.

En realizaciones particulares, el núcleo comprende dichos uno o más minerales arcillosos en una cantidad total comprendida entre 10 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup>.

La composición de escayola descrita en la presente puede comprender además uno o más aditivos tales como pigmentos, rellenos, acelerantes, retardantes, almidones y agentes anticombamamiento.

Un conjunto adecuado de retardantes incluye, sin carácter limitante: proteínas lisadas o degradadas tales como queratina degradada hidrolíticamente; ácidos hidroxicarboxílicos o sales de estos, tales como ácido cítrico y ácido málico; ácidos fosfónicos o sales de estos; y fosfatos y sales de estos, tales como monofosfato de calcio o tripolifosfato de sodio.

En realizaciones particulares, el panel de yeso comprende uno o más agentes anticombamamiento, por ejemplo, ácido tartárico. Tales aditivos pueden reducir el combamamiento y pueden mejorar la resistencia a la cizalladura del panel de yeso resultante. En realizaciones adicionales, el panel de yeso comprende ácido tartárico en una cantidad comprendida entre 80 g/m<sup>3</sup> y 400 g/m<sup>3</sup>, preferentemente en una cantidad comprendida entre 80 g/m<sup>3</sup> y 240 g/m<sup>3</sup>, por ejemplo, de aproximadamente 160 g/m<sup>3</sup>.

En realizaciones particulares, el núcleo comprende preferentemente poli(alcohol vinílico) (PVA) no fibroso, o un copolímero de PVA-poli(acetato de vinilo) que comprende al menos un 50% en peso de monómeros de alcohol vinílico. La adición de PVA puede dar como resultado una mejora de la

unión entre el núcleo y los forros y puede además dar como resultado una mejora de la resistencia mecánica. En realizaciones preferidas, el núcleo comprende PVA en un intervalo entre 2000 g/m<sup>3</sup> y 3600 g/m<sup>3</sup>. El PVA está presente normalmente en el núcleo como una película que envuelve los cristales de yeso.

Sin embargo, se contempla que en ciertas realizaciones, el núcleo no comprenda PVA (no fibroso). Ya que el PVA puede formar espuma, preferiblemente no se utiliza en la preparación de los núcleos que tienen una densidad muy elevada, más particularmente superior a 1100 kg/m<sup>3</sup>, en particular superior a 1200 kg/m<sup>3</sup>.

En realizaciones particulares, el núcleo puede comprender almidón. El almidón puede ser almidón natural, o un derivado de almidón tal como un almidón sustituido. El almidón se puede obtener a partir de, por ejemplo, papa, tapioca o maíz. A menudo se utilizan los almidones para mejorar la adhesión de un revestimiento a un núcleo. Se cree además que los almidones sustituidos actúan como aglutinantes eficaces para la fase inorgánica de los paneles de escayola, por ejemplo, yeso, e incrementan de esta manera la resistencia del núcleo del panel de escayola. Los almidones sustituidos preferidos incluyen, sin carácter limitante, almidón hidroxietilado, almidón hidroxipropilado y/o almidón acetilado. Preferentemente, el almidón es insoluble en agua fría, pero se disuelve a una temperatura de procesamiento más elevada durante la formación, endurecimiento o secado del panel de escayola. Se cree que esto limita la migración excesiva del almidón, de manera que permanece en el núcleo del panel de escayola, y proporciona un aglutinante para los cristales de yeso.

El panel de yeso descrito en la presente es preferentemente un panel de densidad elevada. Los presentes inventores han observado que, junto con la presencia de un agente repelente del agua en el núcleo, una densidad elevada puede aumentar la resistencia al agua de los paneles. Más particularmente, resultó sorprendente para los presentes inventores observar que un incremento en la densidad del panel permite reducir la cantidad de repelentes del agua, a la vez que se mantiene una resistencia al agua excelente del núcleo. Además, una densidad elevada puede proporcionar una mejor resistencia. El núcleo tiene una densidad aparente de al menos 1000 kg/m<sup>3</sup>, más particularmente al menos 1025 kg/m<sup>3</sup>. En realizaciones preferidas, el núcleo tiene una densidad aparente de al menos 1050 kg/m<sup>3</sup>. En realizaciones adicionales, el núcleo tiene una densidad aparente de al menos 1100 kg/m<sup>3</sup>, o incluso al menos 1150 kg/m<sup>3</sup>. En tales realizaciones, el núcleo comprende preferentemente uno o más agentes fluidificantes como los descritos anteriormente.

En realizaciones preferidas, el núcleo tiene una densidad aparente comprendida entre 1000 kg/m<sup>3</sup> y 1500 kg/m<sup>3</sup>, más preferentemente entre 1000 kg/m<sup>3</sup> y 1300 kg/m<sup>3</sup>. En realizaciones adicionales, el núcleo puede tener una densidad aparente comprendida entre 1000 kg/m<sup>3</sup> y 1250 kg/m<sup>3</sup>, preferentemente comprendida entre 1050 kg/m<sup>3</sup> y 1250 kg/m<sup>3</sup>. En realizaciones particulares, el núcleo puede tener una densidad aparente comprendida entre 1100 kg/m<sup>3</sup> y 1225 kg/m<sup>3</sup>.

El panel de yeso descrito en la presente tiene típicamente dos caras opuestas. En realizaciones preferidas, al menos una cara está provista de un forro. Más preferentemente, ambas caras están provistas de un forro de

este tipo. Ambas caras pueden estar provistas del mismo tipo de forro o un tipo diferente. El forro puede ser un forro hidrófobo, de manera que proteja aún más el panel frente a la humedad.

5           En realizaciones particulares, el forro puede ser un forro de papel o un forro de tipo esterilla de fibra de vidrio. En realizaciones particulares, el forro comprende al menos una capa de una tela no tejida y una composición aglutinante. En realizaciones preferidas, la composición  
10           aglutinante representa entre un 10 y un 40% en peso del peso total de la esterilla; donde la composición aglutinante comprende un copolímero que comprende una unidad comonomérica de un éster vinílico de un ácido monocarboxílico alifático ramificado en alfa, estando dicho  
15           copolímero presente en una cantidad entre un 25 y un 100% en peso del peso de la composición aglutinante. En realizaciones adicionales, la composición aglutinante representa entre un 15% en peso y un 35% en peso de la esterilla total.

20           La tela no tejida puede comprender fibras seleccionadas entre fibras orgánicas, fibras minerales, fibras poliméricas sintéticas y mezclas de estas. Las fibras minerales pueden ser fibras de vidrio y/o basalto. Las fibras sintéticas pueden ser fibras de poliamida,  
25           fibras de poliaramida, fibras de polietileno, fibras de polipropileno y/o fibras de poliéster. Las fibras orgánicas pueden ser fibras a base de celulosa, tales como fibras de lino, pulpa de madera, algodón, sisal, abacá, viscosa, rayón y/o lyocel. Preferentemente estas fibras orgánicas  
30           representan al menos un 25% en peso del material fibroso no tejido.

Además, se describe en la presente un método para la elaboración de un panel de yeso como se ha descrito anteriormente. Los métodos para la elaboración de un panel de escayola basados en una suspensión espesa o composición  
5 de escayola determinadas son muy conocidos en la técnica. Más particularmente, el método descrito en la presente puede comprender:

- (i) proporcionar una pasta o suspensión espesa de yeso acuosa;
- 10 (ii) conformar dicha pasta o suspensión espesa para obtener un tablero; y
- (iii) permitir que dicho tablero se endurezca.

En el paso (i) se proporciona una pasta o suspensión espesa de escayola acuosa. La suspensión espesa se puede  
15 preparar mezclando escayola con agua y aditivos (tales como agentes fluidificantes, agentes repelentes de agua y fibras) en una mezcladora como existe constancia en la técnica. El momento de introducción de los aditivos no es crucial. Por ejemplo, se pueden introducir uno o más aditivos  
20 directamente en el agua añadida o se pueden introducir directamente en la mezcla.

En realizaciones preferidas, la pasta o suspensión espesa comprende escayola (sulfato de calcio hidratable), agua, un agente fluidificante, un agente repelente de agua  
25 y fibras de vidrio; en cantidades que permitan obtener un panel de escayola como se ha descrito anteriormente.

Como se ha descrito anteriormente, el agente fluidificante se selecciona preferentemente a partir de la lista constituida por un éter de policarboxilato, y un  
30 polifosfonato polioxialquilenos; y preferentemente sales de estos.

En realizaciones preferidas, la pasta o suspensión espesa de escayola tiene una proporción entre el agua y la escayola baja; es decir, el peso del agua añadida a la suspensión espesa o pasta respecto al peso seco de la escayola en esta pasta o suspensión espesa. Se ha observado que, para una densidad concreta del panel de escayola final, la reducción de esta proporción entre el agua y la escayola tiende a incrementar la resistencia a la compresión del panel. Más particularmente, la pasta o suspensión espesa de escayola puede tener una proporción entre el agua y la escayola igual o inferior a 0.70; es decir, como máximo 0.70 partes de agua por 100 partes de escayola (partes en peso). De acuerdo con algunas realizaciones, la proporción entre el agua y la escayola puede ser igual o inferior a 0.65, o incluso igual o inferior a 0.60, o incluso igual o inferior a 0.55. En realizaciones particulares, la proporción entre el agua y la escayola está comprendida entre 0.45 y 0.70, preferentemente entre 0.45 y 0.63, más preferentemente entre 0.45 y 0.60. En realizaciones específicas, la proporción entre el agua y la escayola puede estar comprendida entre 0.50 y 0.70; o entre 0.50 y 0.63.

Juntas, la escayola y el agua añadida constituyen normalmente al menos un 82% en peso de la suspensión espesa, preferentemente al menos un 85% en peso, más preferentemente al menos un 90% en peso.

Preferentemente, la escayola tiene un contenido de sulfato de calcio HH de al menos un 93% en peso (en función del peso total de la escayola), preferentemente más de un 94% en peso. La escayola utilizada en la suspensión espesa se puede obtener de yeso sintético o natural; y se obtiene

preferentemente de yeso sintético, tal como DSG.

La pasta o suspensión espesa de escayola puede comprender un agente repelente del agua tal como se ha descrito anteriormente. De manera adicional o alternativa,  
5 la pasta o suspensión espesa puede contener uno o más compuestos que se curan para formar una resina de silicona hidrófoba en un entorno alcalino; preferentemente a un pH comprendido entre 7.5 y 9.5. Los ejemplos de compuestos adecuados incluyen, sin carácter limitante, alquil- y/o  
10 vinilalcóxisisilanos; alquil- y/o vinilsiloxanos; alquil y/o vinilsilanoles; alquilsiliconatos; y mezclas de estos.

Los paneles de yeso descritos en la presente son preferentemente paneles de densidad elevada. En consecuencia, la suspensión espesa utilizada en el paso (i)  
15 normalmente no comprenderá agentes espumantes (dedicados). Preferentemente, la suspensión espesa está esencialmente exenta de alquilsulfatos, alquiletersulfatos, alquiletercarboxilatos, alquilfenoles etoxilados, alquilsulfonatos, alquilpoliglucósidos, betaínas, óxidos de  
20 amina, alquilpolisacáridos y alquilsulfosuccinatos.

En realizaciones particulares, la suspensión espesa de escayola comprende:

- agua y escayola (sulfato de calcio hidratable), donde la proporción entre el agua y la escayola está  
25 comprendida entre 0.45 y 0.70;

- uno o más agentes fluidificantes de tipo éter de policarboxilato, en una cantidad total comprendida entre un 0.18% en peso y un 2.0% en peso en función del peso seco de dicha escayola;

30 - entre un 0.1% en peso y un 2.0% en peso de un agente repelente del agua basado en silicona,

- entre un 0.5% en peso y un 10% en peso de un mineral arcilloso, en función del peso seco de dicha escayola; y

- fibras de vidrio en una cantidad total comprendida entre un 0.25% en peso y un 5% en peso en función del peso seco de dicha escayola.

En realizaciones particulares, la suspensión espesa de escayola comprende:

- agua y escayola (sulfato de calcio hidratable), donde la proporción entre el agua y la escayola está comprendida entre 0.45 y 0.70;

- uno o más agentes fluidificantes de tipo éter de policarboxilato, en una cantidad total comprendida entre un 0.2% en peso y un 1.5% en peso en función del peso seco de dicha escayola;

- entre un 0.1% en peso y un 1.0% en peso de un agente repelente del agua basado en silicona,

- entre un 1.0% en peso y un 5.0% en peso de un mineral arcilloso, en función del peso seco de dicha escayola; y

- fibras de vidrio en una cantidad total comprendida entre un 0.3% en peso y un 1.5% en peso en función del peso seco de dicha escayola.

En realizaciones particulares, la suspensión espesa de escayola comprende:

- agua y escayola (sulfato de calcio hidratable), donde la proporción entre el agua y la escayola está comprendida entre 0.45 y 0.70;

- uno o más agentes fluidificantes de tipo éter de policarboxilato, en una cantidad total comprendida entre un 0.3% en peso y un 1.5% en peso en función del peso seco de dicha escayola;

- entre un 0.1% en peso y un 1.0% en peso de un agente repelente del agua basado en silicona,

5       - entre un 1.0% en peso y un 5.0% en peso de un mineral arcilloso, en función del peso seco de dicha escayola; y

- fibras de vidrio en una cantidad total comprendida entre un 0.3% en peso y un 1.5% en peso en función del peso seco de dicha escayola.

10       En realizaciones particulares, la suspensión espesa de escayola comprende:

- agua y escayola (sulfato de calcio hidratable), donde la proporción entre el agua y la escayola está comprendida entre 0.45 y 0.60;

15       - uno o más agentes fluidificantes de tipo éter de policarboxilato, en una cantidad total comprendida entre un 0.3% en peso y un 1.0% en peso en función del peso seco de dicha escayola;

- entre un 0.1% en peso y un 0.8% en peso de un agente repelente del agua basado en silicona,

20       - entre un 1.0% en peso y un 5.0% en peso de un mineral arcilloso, en función del peso seco de dicha escayola; y

25       - fibras de vidrio en una cantidad total comprendida entre un 0.3% en peso y un 1.5% en peso en función del peso seco de dicha escayola.

30       La escayola se proporciona normalmente como un polvo. El tamaño de partícula de la escayola en la suspensión espesa normalmente es menor que el tamaño de partícula original de la escayola seca antes de mezclarla para obtener la suspensión espesa. El tamaño de partícula se puede expresar mediante d50. El término "d50" en el sentido

de la presente invención es una medida del tamaño de partícula promedio y se define de la siguiente manera: 50% (en número) de las partículas (por ejemplo, granos) en la muestra correspondiente tiene un tamaño que es igual o inferior al valor de d50 proporcionado. La expresión "tamaño de partícula" representa especialmente el diámetro de una esfera cuyo volumen es idéntico al de la partícula que se está considerando que tiene una forma arbitraria. Los tamaños de partícula a los que se hace referencia en la presente se pueden medir utilizando Espectrometría de Difracción de Láser (LDS, por sus siglas en inglés) más especialmente de acuerdo con ISO13320-1:1999. Para las mediciones, la escayola se dispersa preferentemente en alcohol tal como isopropanol, para evitar la hidratación de la escayola. Antes de la medición, se puede someter la escayola en alcohol a ultrasonidos durante 2 minutos con el fin de obtener una dispersión óptima de las partículas.

En realizaciones particulares, la escayola seca (es decir, antes de mezclarla con el agua) tiene un d50 comprendido entre 0.5  $\mu\text{m}$  y 150  $\mu\text{m}$ , preferentemente comprendido entre 1.0  $\mu\text{m}$  y 50  $\mu\text{m}$ , y más preferentemente comprendido entre 2  $\mu\text{m}$  y 25  $\mu\text{m}$ , por ejemplo, de aproximadamente 7  $\mu\text{m}$ . En realizaciones particulares, la escayola seca tiene un d50 comprendido entre 10 y 100  $\mu\text{m}$  antes de la mezcla, preferentemente comprendido entre 15 y 75  $\mu\text{m}$ .

En el paso (ii) la composición de escayola se conforma para obtener un tablero. Esto se puede realizar utilizando métodos conocidos. Normalmente, la composición de escayola se deposita entre dos revestimientos o forros, es decir, láminas de material de cubierta. A continuación, la

suspensión espesa se conforma o prensa para obtener un tablero. Normalmente, la suspensión espesa de escayola se vierte sobre la superficie de un forro de este tipo, y se puede proporcionar el segundo forro después de este vertido.

5 La suspensión espesa de yeso se puede comprimir entre dichos forros. Los forros o revestimientos pueden comprender o estar hechos de papel o cartón; y/o pueden comprender tela no tejida que comprende fibras minerales, de vidrio y/o poliméricas. El panel producido en el paso

10 (ii) tiene una longitud indefinida y se cortará en el tamaño requerido.

En el paso (iii), se permite que se endurezca el panel obtenido en el paso (b). Más particularmente, se permite que se endurezca la composición de escayola en el tablero.

15 Esto es algo muy conocido en la técnica. Normalmente, el método descrito en la presente también comprenderá el paso de secado del tablero. El secado se lleva a cabo normalmente en un secador a temperatura elevada, preferentemente la temperatura del secador se fija entre

20 100 °C y 250 °C. La temperatura real del panel de escayola durante el secado no excede preferentemente los 100 °C. El secado ocurre normalmente después del endurecimiento del tablero. Más particularmente, la velocidad de rehidratación es preferentemente tan cercana al 100% como sea posible,

25 preferentemente de al menos un 97%.

### **EJEMPLOS**

Los siguientes ejemplos se proporcionan a efectos de ilustrar la presente invención y de ningún modo se pretende, y de ninguna manera se debe interpretar, que limitan el

30 alcance de la presente invención.

#### **1. Preparación del panel de escayola**

### 1.1 Preparación de la suspensión espesa de escayola

Se prepararon paneles de escayola a partir de cinco suspensiones espesas de escayola diferentes. Las suspensiones espesas de escayola se prepararon dispersando escayola obtenida a partir de DSG en agua con una proporción agua/escayola como en la Tabla 1. Las suspensiones espesas también comprenden otros componentes tal como se expone en la Tabla 1. Todas las cantidades en la Tabla 1 se expresan en porcentaje en peso respecto al peso total de la escayola. A diferencia del resto de la presente descripción, el peso de escayola DSG en la Tabla 1 es el peso incluidas impurezas (menos de un 5% en peso de la escayola DSG). Las suspensiones espesas 4 y 5 se preparan a partir de un lote diferente de escayola del de las suspensiones 1 a 3.

En todas las suspensiones espesas, se utilizaron el mismo tipo de silicona, arcilla, fluidificador, fibras de vidrio, polvo de PVA, ácido tartárico y fungicida. El fluidificador es una sal sódica de poliéter policarboxilato (PCP, por sus siglas en inglés) (Ethacryl™ M, que se puede adquirir de Coatex). Las fibras de vidrio son vidrio E y tienen un diámetro de aproximadamente 13 µm y una longitud de aproximadamente 13 mm. La arcilla es caolinita.

**Tabla 1** - Composición de las suspensiones espesas de escayola utilizadas para la elaboración del panel de escayola

|                         | Suspensi<br>ón<br>espesa 1 | Suspensi<br>ón<br>espesa 2 | Suspensi<br>ón<br>espesa 3 | Suspensi<br>ón<br>espesa 4 | Suspensi<br>ón<br>espesa 5 |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Escayola<br/>DSG</b> | 100                        | 100                        | 100                        | 100                        | 100                        |

|    |                                   |       |       |       |       |       |
|----|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5  | <b>Agua<br/>añadida<br/>total</b> | 69    | 59.5  | 53.2  | 52.3  | 53    |
|    | <b>Silicona</b>                   | 0.5   | 0.36  | 0.33  | 0.33  | 0.33  |
|    | <b>Mineral<br/>arcilloso</b>      | 5     | 2.7   | 2.5   | 2.47  | 2.48  |
|    | <b>Fluidificad<br/>or</b>         | 0.35  | 0.64  | 0.83  | 0.82  | 0.83  |
|    | <b>Fibras de<br/>vidrio</b>       | 1     | 0.91  | 0.41  | 0.41  | 0.83  |
| 10 | <b>Polvo de<br/>PVA</b>           | 0.35  | 0.23  | 0     | 0     | 0     |
| 15 | <b>Ácido<br/>tartárico</b>        | 0.02  | 0.02  | 0.02  | 0.02  | 0.02  |
|    | <b>Fungicida</b>                  | 0.08  | 0.07  | 0.07  | 0.07  | 0.07  |
|    | <b>Retardante</b>                 | 0.004 | 0.006 | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
|    | <b>Acelerante</b>                 | 0.26  | 0.27  | 0.37  | 0.31  | 0.31  |
|    | <b>Almidón</b>                    | 0.35  | 0.27  | 0.25  | 0.25  | 0.25  |

### 1.2 Preparación del panel de escayola

20 Cada una de las suspensiones espesas 1-5 descritas anteriormente se utilizó para la elaboración de un panel de escayola. Se elaboraron los paneles en una línea de producción de paneles de yeso estándar, donde la suspensión espesa se vertió entre dos capas de un forro. El forro está

25 compuesto por una tela no tejida que comprende una mezcla de fibras de vidrio y fibras de celulosa; y tiene un peso básico de 120 g/m<sup>2</sup> y un grosor de aproximadamente 300 µm. Aunque todos los paneles se hacen con el mismo tipo de forro, los paneles 4 y 5 se prepararon con bovinas de

30 forros más viejas. Después de verter la suspensión espesa, se permitió que la escayola se endureciera y se secaron los

tableros obtenidos.

## **2. Caracterización del panel de yeso**

Se estudiaron diversas propiedades de los paneles y se compararon con las propiedades de dos paneles comercializados que tenían el mismo grosor: panel de fibra de yeso GTEC® Ladura (Siniat) y Fermacell®. El GTEC® Ladura se clasifica como un panel duro de yeso (GHB, por sus siglas en inglés) y es más fuerte, duro y pesado que el panel de escayola estándar. El núcleo comprende escayola y fibras de vidrio y fibras de madera duras atrapadas en el núcleo. El panel Fermacell® es un panel de densidad elevada que se comercializa por tener una buena resistencia a la humedad y tiene un núcleo que comprende fibras de papel y yeso.

Los paneles de yeso tales como Ladura y Fermacell® se utilizan a menudo como paneles de cizalladura en el lado interno de las paredes externas que tienen un esqueleto de madera. Para el lado externo de una pared este tipo, es habitual utilizar un panel de virutas orientadas (OSB) protegido con una membrana que proteja de la lluvia, más particularmente OSB de Clase 3 de acuerdo con EN 335 (madera para aplicaciones exteriores, humidificación frecuente en periodos de tiempo cortos).

### *2.1 Peso y grosor*

Se midió la densidad, peso y grosor del panel para todos los paneles. Los resultados se exponen en la Tabla 2. Los resultados muestran que, reduciendo la proporción entre el agua y la escayola, se pueden obtener tableros con una densidad elevada. La pérdida de fluidez de la suspensión espesa al reducir la proporción entre el agua y la escayola se puede compensar añadiendo un fluidificante.

**Tabla 2** - Características de los paneles de escayola

|    | <b>Panel<br/>1</b>                                             | <b>Panel<br/>2</b>            | <b>Panel<br/>3</b>            | <b>Panel<br/>4</b>            | <b>Panel<br/>5</b>            | <b>Ladu<br/>ra</b>            | <b>Fermac<br/>ell</b> |
|----|----------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| 5  | <b>Suspen<br/>sión<br/>espesa</b>                              | Suspen<br>sión<br>espesa<br>1 | Suspen<br>sión<br>espesa<br>2 | Suspen<br>sión<br>espesa<br>3 | Suspen<br>sión<br>espesa<br>4 | Suspen<br>sión<br>espesa<br>5 | n/a<br>n/a            |
| 10 | <b>Densid<br/>ad del<br/>panel<br/>(kg/m<sup>3</sup><br/>)</b> | 1036                          | 1105                          | 1189                          | 1218                          | 1215                          | 1056<br>1150          |
| 15 | <b>Peso<br/>del<br/>panel<br/>(kg/m<sup>2</sup><br/>)</b>      | 12.95                         | 13.95                         | 15.14                         | 15.25                         | 15.38                         | 13.0<br>8<br>14.37    |
| 20 | <b>Grosor<br/>del<br/>panel<br/>(mm)</b>                       | 12.5                          | 12.62                         | 12.73                         | 12.52                         | 12.66                         | 12.2<br>2<br>12.5     |

## 2.2 Propiedades de absorción de agua

Se evaluaron las propiedades de absorción de agua de los paneles según Cobb dos horas (2H) de acuerdo con EN 520 y las pruebas 2H de absorción de agua de acuerdo con EN 520 y EN15 283-1. Los resultados se resumen en la Tabla 3. Los paneles 1-5 muestran propiedades de absorción de agua excelentes en comparación con los paneles LaDura y Fermacell®, tanto en la superficie como en el núcleo. Aunque las propiedades de absorción de agua fueron excelentes para todos los paneles, se observó una absorción

de agua más elevada para los paneles 4 y 5 en comparación con los paneles 1 a 3, que se pueden atribuir a las diferencias en la escayola y el forro.

**Tabla 3** - Rehidratación y propiedades de absorción de agua

|                                                                         | Panel<br>1 | Panel<br>2 | Panel<br>3 | Panel<br>4 | Panel<br>5 | LaDura | Fermacell®         |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|--------------------|
| <b>Absorción<br/>de agua<br/>superficial<br/>(2H) (g/m<sup>2</sup>)</b> | 72         | 65         | 56         | 113        | 108        | ≤180   | > 300              |
| <b>Absorción<br/>de agua<br/>total (%) -<br/>Con forro</b>              | 1.6        | 1.45       | 1.22       | 2.32       | 2.88       | ≤ 5    | n/a (sin<br>forro) |
| <b>Absorción<br/>de agua<br/>total (%) -<br/>Sin forro</b>              | 1.34       | 1.88       | 1.46       | 2.01       | 2.83       | n/a    | > 10               |

### 2.3 Resistencia a la flexión

Se estudió la resistencia a la flexión de todos los paneles. Resultados de la prueba se resumen en la Tabla 4. Se estudió la resistencia a la flexión o curvatura en seco en la dirección longitudinal (dirección de la máquina, MD) así como también en la dirección transversal (dirección cruzada, CD) de acuerdo con EN 15 283-1. Se estudió la resistencia a la flexión o rotura en húmedo en la dirección longitudinal así como también en la dirección transversal de acuerdo con EN 15 283-1, después de un acondicionamiento de 7 días a 30 °C y 90% de humedad relativa. Se estudió la carga de rotura después de 2 horas de inmersión en agua de

acuerdo con EN 15 283-1. Los resultados muestran un módulo de Young (módulo E) y una carga de rotura (tanto en la dirección de la máquina como en la dirección cruzada) con una mejora clara para los paneles 1-5, en comparación con los paneles LaDura y Fermacell®. La elevada resistencia de los paneles 4 y 5 es particularmente sorprendente, en vista del ligero empeoramiento de las propiedades de absorción del agua. Para los paneles 3 a 5, la resistencia a la flexión en húmedo es incluso mejor que la resistencia a la flexión en seco de los paneles LaDura y Fermacell®. Sin desear ceñirse a ninguna teoría, se cree que el módulo E elevado está influenciado principalmente por la densidad de los paneles, mientras que el aumento de la carga de rotura se consigue principalmente mediante el contenido de fibra de vidrio elevado.

**Tabla 4** - Propiedades mecánicas

|                                              | Panel<br>1 | Panel<br>2 | Panel<br>3 | Panel<br>4 | Panel<br>5 | LaDura | Fermacell |
|----------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|-----------|
| <b>Resistencia a la flexión en seco - MD</b> |            |            |            |            |            |        |           |
| Módulo E<br>(N/mm <sup>2</sup> )             | 5200       | 6100       | 6720       | 7230       | 7010       | 5190   | 4080      |
| Carga de<br>rotura<br>(daN)                  | 107        | 109        | 102        | 85.8       | 100        | 75     | 54        |
| <b>Resistencia a la flexión en seco - CD</b> |            |            |            |            |            |        |           |
| Módulo E<br>(N/mm <sup>2</sup> )             | 4244       | 5130       | 5740       | 6310       | 6010       | 4170   | 3800      |
| Carga de<br>rotura<br>(daN)                  | 48         | 39         | 41         | 41         | 60         | 34     | 38.5      |

|    |                                                                      |      |      |      |      |      |     |      |
|----|----------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|
|    | <b>Resistencia a la flexión en húmedo (días 30 °C 90% HR) - MD</b>   |      |      |      |      |      |     |      |
| 5  | Módulo E<br>(N/mm²)                                                  | 4250 | 4770 | 5610 | 5560 | 5790 | n/a | 2570 |
|    | Carga de rotura<br>(daN)                                             | 98   | 97   | 89   | 71   | 93   | n/a | 30.5 |
|    | <b>Resistencia a la flexión en húmedo (7 días 30 °C 90% HR) - CD</b> |      |      |      |      |      |     |      |
| 10 | Módulo E<br>(N/mm²)                                                  | 3150 | 4280 | 4790 | 5010 | 5060 | n/a | n/a  |
|    | Carga de rotura<br>(daN)                                             | 41   | 47   | 48   | 43   | 43   | n/a | n/a  |
| 15 | <b>Resistencia a la flexión después de 2 horas de inmersión - MD</b> |      |      |      |      |      |     |      |
|    | Módulo E<br>(N/mm²)                                                  | 1640 | 3010 | 3335 | 4245 | 3900 | n/a | n/a  |
| 20 | Carga de rotura<br>(daN)                                             | 64   | 71   | 64   | 45   | 59   | n/a | n/a  |
|    | <b>Resistencia a la flexión después de 2 horas de inmersión - CD</b> |      |      |      |      |      |     |      |
| 25 | Módulo E<br>(N/mm²)                                                  | 1720 | 2510 | 3490 | 3575 | 3710 | n/a | n/a  |

#### 2.4 Resistencia a la compresión

Se midió la resistencia a la compresión (resistencia compresiva) de los paneles a partir de una muestra de 5×5 cm<sup>2</sup> extraída del panel, de acuerdo con el patrón ASTM C473-12. Los resultados se resumen en la Tabla 5 y muestran un incremento significativo de la resistencia del panel en

comparación con los tableros LaDura y Fermacell®. Para todos los paneles 1 a 5, la resistencia a la compresión en húmedo es incluso mejor que la resistencia a la compresión en seco de LaDura y Fermacell®. Para los paneles 4 y 5, la resistencia con inmersión es todavía mejor que la resistencia a la compresión en seco de LaDura y Fermacell®. Esto resulta particularmente sorprendente dadas las propiedades de absorción de agua menos favorables en comparación con los paneles 1 a 3.

**Tabla 5** - Resistencia a la compresión (todos los valores en N/mm<sup>2</sup>)

|                                                     | Pane<br>1 1 | Pane<br>1 2 | Pane<br>1 3 | Pane<br>1 4 | Pane<br>1 5 | LaDur<br>a | Fermacel<br>l |
|-----------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|---------------|
| <b>Resistencia en seco (N/mm<sup>2</sup>)</b>       | 17.3        | 20.8        | 25          | 28.7        | 28.7        | 10.8       | 9.9           |
| <b>Resistencia en húmedo (7 días 30 °C, 90% HR)</b> | 11.2        | 12.1        | 15.1        | 17.9        | 18.2        | n/a        | 5.3           |
| <b>Resistencia con inmersión (2 horas)</b>          | 7.3         | 8.6         | 10.6        | 11.7        | 12.5        | n/a        | 2.3           |

#### 2.5 Resistencia al empotramiento

Se midió la resistencia al empotramiento de los paneles 1 a 5 de acuerdo con EN 383. El método de prueba tiene como objetivo evaluar la resistencia al esfuerzo cortante de puntas en el panel en condiciones ambientales (23 °C, 50% HR). Además de las condiciones normales definidas en EN 383, se llevaron a cabo las pruebas en paneles de acuerdo con la invención después de 2 horas de

inmersión en agua. Por lo general, se estudiaron tres diámetros de punta para simular los diámetros de fijación típicos (2.5 mm, 3.0 mm y 3.5 mm), en la dirección de la máquina así como también en la dirección cruzada. Los resultados se promediaron y se resumen en la Tabla 6, y muestran un incremento de la resistencia al empotramiento de los paneles 1 a 5 cuando se comparan con los paneles LaDura y Fermacell®. La resistencia al empotramiento es un parámetro principal para el cálculo de la resistencia a la cizalladura de las paredes de madera de acuerdo con el Eurocódigo 5. En consecuencia, se puede esperar que los paneles 1 a 5 proporcionen una mejor resistencia a la cizalladura en comparación con los paneles LaDura y Fermacell®.

**Tabla 6 - Resistencia al empotramiento**

|                                                                                 | Pane<br>1 1 | Pane<br>1 2 | Pane<br>1 3 | Pane<br>1 4 | Pane<br>1 5 | LaDur<br>a | Fermacel<br>l |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|---------------|
| Resistencia<br>al<br>empotramient<br>o en seco<br>(N/mm <sup>2</sup> )          | 33.5        | 43.1        | 42.1        | 58.5        | 54.5        | 23.9       | 31.9          |
| Resistencia<br>al<br>empotramient<br>o con<br>inmersión<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 20.2        | 22.2        | 25.1        | 26.8<br>*   | 30.5<br>*   | n/a        | n/a           |

\*Valores de dirección de la máquina y dirección cruzada únicamente para la punta de 3.0 mm

2.6 Factor de seguridad (K mod)

El K mod es un factor de seguridad que se utiliza junto con la resistencia al empotramiento en el cálculo de la resistencia a la cizalladura de acuerdo con el Eurocódigo 5 (EN 1995-1-2). Cuanto más cercano a 1 esté K mod, mayor será la resistencia a la cizalladura calculada. Este factor tiene en cuenta la influencia de la duración de la carga aplicada a los paneles en varias condiciones climatológicas y se determina de acuerdo con EN 1156 ("Wood based panel. Determination of duration of load and creep factors"). Se realizaron pruebas para tres clases de servicio: Clase 1 (condiciones ambientales, es decir 20 °C y hasta un 65% HR), Clase 2 (condiciones semihúmedas, es decir, 20 °C y hasta un 85% HR) y Clase 3 (condiciones húmedas y muy húmedas, es decir, 20 °C y más de un 85% HR). No se permiten Ladura y Fermacell® para la Clase 3 debido a su sensibilidad a la humedad. En consecuencia, no se proporciona K mod de Clase 3 para estos paneles.

Se estudió el factor K mod del panel 1 y se observó que era más elevado que el Factor K mod de los paneles Ladura y Fermacell®. Junto con la mejor resistencia al empotramiento, esto significa que el panel 1 también tiene una mayor resistencia a la cizalladura.

**Tabla 7 - Factor K mod**

|                | <b>Panel 1</b> | <b>LaDura</b> | <b>Fermacell®</b> |
|----------------|----------------|---------------|-------------------|
| <b>Clase 1</b> | 1              | 0.85          | 0.8               |
| <b>Clase 2</b> | 1              | 0.7           | 0.6               |
| <b>Clase 3</b> | 0.9            | n/a*          | n/a*              |

\*No permitido en la Clase 3.

A la vista de los resultados anteriores, es evidente que el panel de yeso descrito en la presente es sumamente adecuado para su uso en exteriores o en áreas húmedas. El

producto es particularmente adecuado para ser utilizado en paredes externas que tienen un esqueleto de madera o un esqueleto metálico como soporte.

5        Se hace constar que con relación a esta fecha, el mejor método conocido por la solicitante para llevar a la práctica la citada invención, es el que resulta claro de la presente descripción de la invención.

10

15

20

25

30