



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **3 014 404**

⑯ Int. Cl.:

B32B 3/04 (2006.01)
B32B 5/30 (2006.01)
B32B 27/28 (2006.01)
B32B 27/12 (2006.01)
B32B 7/02 (2009.01)
B32B 5/16 (2006.01)
B32B 5/02 (2006.01)
B32B 27/08 (2006.01)
B32B 27/14 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.04.2022** PCT/EP2022/059138

⑦ Fecha y número de publicación internacional: **13.10.2022** WO22214552

⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.04.2022** E 22721294 (1)

⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2025** EP 4319975

⑮ Título: **Panel y método para la fabricación del mismo**

⑯ Prioridad:

07.04.2021 EP 21167263

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.04.2025

⑯ Titular/es:

PLANTICS HOLDING B.V. (100.00%)
Westervoortsedijk 73 BF
6827 AV Arnhem, NL

⑯ Inventor/es:

BAKKER, WRIDZER JAN WILLEM y
GERARDIN, LUCAS

⑯ Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 3 014 404 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

Panel y método para la fabricación del mismo

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención se refiere a un panel, en particular, un panel de sándwich, y a un método de fabricación del panel.

10 **Antecedentes y sumario de la invención**

Existe un interés aumentado en el mercado (por ejemplo, en los campos de los muebles, el transporte y la construcción y edificación) en artículos derivados de recursos renovables, en particular de recursos de origen biológico. Además de ser derivados de recursos renovables, estos artículos deben combinar idealmente un aspecto y sensación atractivos 15 y naturales con buenas propiedades de resistencia y durabilidad. La técnica describe diversos esfuerzos para lograr este propósito.

20 El documento WO 2012/140237, por ejemplo, describe métodos para fabricar un material compuesto que comprende el 10-98 % en peso de una carga particulada o fibrosa de origen biológico y al menos un 2 % en peso de un poliéster de origen biológico, en donde el método comprende combinar la carga y el poliéster (o un precursor de los mismos), y someter la combinación a una etapa de curado.

25 El documento WO 2012/140238 describe un método para fabricar materiales laminados. Se recubre un portador con una capa de un poliéster de origen biológico. El material compuesto se cura luego para dar un material laminado que comprende un portador y una capa de recubrimiento. El portador es, generalmente, una losa de madera. Diversas capas transportadas pueden pegarse entre sí usando el poliéster.

30 El documento WO 2021/023495 describe materiales laminados que comprenden un panel y un portador provisto de un poliéster de origen biológico. El panel, generalmente, está hecho de madera. Las capas portadoras (sin calcular el poliéster) tienen un peso por unidad de superficie de 5-200 g/m². Están destinados a proporcionar buenas propiedades superficiales al material laminado, por ejemplo, dureza o un aspecto superficial deseado, por ejemplo, proporcionando un color, patrón, impresión o textura deseados, o para funcionar como pegamento entre capas de panel individuales.

35 El documento EP 3034555 describe dispersiones de resina sin formaldehído curables para la fabricación de productos de fibra mineral, tales como productos aislantes de lana mineral.

40 Un objeto de la invención es proporcionar paneles sostenibles con buenas propiedades, tales como buena resistencia a la flexión, dureza y/o resistencia al agua, que puedan ser relativamente económicos y ligeros, que sean fáciles de fabricar, que no contengan componentes químicos dañinos y que tengan un aspecto atractivo. Los paneles según la invención pueden encontrar aplicación como materiales en muebles, por ejemplo, cocinas, alacenas y tableros, y otras áreas (tales como construcción y edificación, y transporte).

45 En un aspecto, la invención se refiere a un panel que comprende una capa de núcleo y al menos una capa superficial unida a la capa de núcleo, en el que la capa de núcleo comprende material particulado unido con una resina y la capa superficial comprende material fibroso unido con una resina, comprendiendo las resinas un polímero derivado de un poliol alifático con 2-15 átomos de carbono y un ácido policarboxílico alifático con de 3 a 15 átomos de carbono, en el que el polímero tiene un grado de polimerización, determinado gravimétricamente, de al menos 0,6, y en el que la razón del contenido de resina (en % en peso) de la capa de núcleo con respecto al contenido total de resina (en % en peso) de la(s) capa(s) superficial(es) está en el intervalo de 1:1,5 a 1:15.

50 El panel según la invención contiene dos capas distintas, una capa de núcleo y una capa superficial. Normalmente, la capa de núcleo es la capa que proporciona volumen al panel, pero también es la más débil. Los inventores han descubierto que la capa de núcleo puede estar soportada estructuralmente por al menos una capa superficial, preferiblemente dos capas superficiales que intercalan la capa de núcleo. Sorprendentemente, incluso una capa superficial muy delgada puede dotar al panel de una buena resistencia a la flexión y dureza, como se demuestra en los ejemplos.

60 Los materiales compuestos descritos en el documento WO 2012/140237 no tienen una estructura que comprende una capa de núcleo que comprende un material particulado y al menos una capa superficial que comprende un material fibroso.

65 Los materiales laminados descritos en el documento WO 2012/140238 tampoco proporcionan un panel que comprende una capa superficial que comprende un material fibroso y una resina como se define en el presente documento. En su lugar, el material laminado del documento WO 2012/140238 comprende un recubrimiento de (solo) un polímero derivado de un polialcohol alifático y un ácido tricarboxílico. Tales recubrimientos pueden ser duros, pero tienen una resistencia a la flexión mucho menor que los materiales compuestos de un material fibroso y una resina

como se define en el presente documento.

Los materiales laminados descritos en el documento WO 2021/023495 no describen un panel que contiene una resina que comprende un polímero como se define en el presente documento. De hecho, los paneles descritos en el mismo solo se describen en términos muy generales. Los paneles están recubiertos con una capa portadora de bajo peso por unidad de superficie. Los ejemplos muestran que la capa portadora es, generalmente, papel recubierto con un poliéster. En consecuencia, la capa portadora descrita en el documento WO 2021/023495 no es particularmente adecuada para proporcionar estabilidad estructural, en contraste con la(s) capa(s) superficial(es) como se describe en el presente documento.

En otro aspecto, la invención se refiere a un método de fabricación de un panel según la invención que comprende las etapas de

- proporcionar una base de capa de núcleo combinando material particulado y polímero derivado de un poliol alifático con 2-15 átomos de carbono y un ácido policarboxílico alifático con 3-15 átomos de carbono, o precursores de los mismos;

- opcionalmente, curar la base de capa de núcleo bajo presión para formar una capa de núcleo que comprende polímero con un grado de polimerización de al menos 0,6;

- proporcionar una base de capa superficial combinando material fibroso y polímero derivado de un poliol alifático con 2-15 átomos de carbono y un ácido policarboxílico alifático con 3-15 átomos de carbono, o precursores de los mismos;

- combinar la base de capa de núcleo o la capa de núcleo y al menos una base de capa superficial para formar una estructura en capas; y

- someter la estructura en capas a una etapa de curado bajo presión, en el que la etapa de curado comprende curar la estructura en capas a una temperatura interna de 100 a 220 °C durante de 5 segundos a 12 horas, para obtener un panel que comprende polímero que tiene un grado de polimerización, determinado gravimétricamente, de al menos 0,6.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un panel según la invención, en la capa de núcleo del cual se ha insertado un tornillo. Esto demuestra que el panel puede modificarse y es útil como material en construcción.

La figura 2 muestra una alacena de cocina prototipo hecha de paneles según la invención. La figura muestra que las bisagras pueden unirse de manera fiable a la capa superficial del panel.

Las figuras 3 y 4 muestran paneles obtenidos usando el método según el ejemplo 4.

La figura 5 muestra un panel obtenido usando el método según el ejemplo 5.

Descripción detallada

Panel

Como se mencionó anteriormente, la invención se refiere a un panel que comprende una capa de núcleo y al menos una capa superficial unida a la capa de núcleo, en el que la capa de núcleo comprende material particulado unido con una resina y la capa superficial comprende material fibroso unido con una resina, comprendiendo las resinas un polímero derivado de un poliol alifático con 2-15 átomos de carbono y un ácido policarboxílico alifático con de 3 a 15 átomos de carbono, en el que el polímero tiene un grado de polimerización, determinado gravimétricamente, de al menos 0,6, y en el que la razón del contenido de resina (en % en peso) de la capa de núcleo con respecto al contenido total de resina (en % en peso) de la(s) capa(s) superficial(es) está en el intervalo de 1:1,5 a 1:15.

El panel puede comprender dos capas superficiales entre las cuales se intercala la capa de núcleo. En consecuencia, la capa de núcleo puede estar dispuesta entre dos capas superficiales. El uso de esta construcción de "sándwich" es ventajoso, porque ambas capas superficiales proporcionarán soporte estructural y propiedades superficiales atractivas a la capa de núcleo. La capa de núcleo también puede estar al menos parcialmente envuelta por una o más capas superficiales, de tal manera que los lados del panel también están cubiertos con capa(s) superficial(es).

La naturaleza de la resina, los materiales fibrosos y los materiales particulados usados en el panel según la invención se analizan en detalle a continuación. Resultará evidente para el experto que pueden combinarse diferentes realizaciones de la presente invención, a menos que sean mutuamente excluyentes.

Cuando se expresan cantidades, concentraciones, dimensiones y otros parámetros en forma de un intervalo, un

intervalo preferible, un valor límite superior, un valor límite inferior o valores límite superior e inferior preferibles, debe entenderse que cualquier intervalo obtenible combinando cualquier límite superior o valor preferible con cualquier límite inferior o valor preferible también se divulga de manera específica, independientemente de si los intervalos obtenidos se mencionan claramente en el contexto. Además, debe entenderse que todos los porcentajes mencionados en el presente documento son porcentajes en peso, a menos que se especifique lo contrario.

5 *La resina*

10 El panel según la invención comprende una resina que comprende un polímero derivado de un polialcohol alifático con 2-15 átomos de carbono y un ácido policarboxílico alifático con 3-15 átomos de carbono.

15 El polialcohol alifático no comprende ningún resto aromático, átomo de nitrógeno o átomo de azufre. En algunas realizaciones, el polialcohol alifático consiste esencialmente en átomos de carbono, oxígeno e hidrógeno. El polialcohol alifático comprende al menos dos grupos hidroxilo, preferiblemente al menos tres grupos hidroxilo. En general, el número de grupos hidroxilo será de 10 o menos, preferiblemente 8 o menos, más preferiblemente 6 o menos.

20 El polialcohol alifático tiene de 2 a 15 átomos de carbono, preferiblemente de 3 a 10 átomos de carbono. Ejemplos de polialcoholes alifáticos adecuados son 1,2-propanodiol, 1,3-propanodiol, 1,2-etanodiol, glicerol, sorbitol, xilitol y manitol. Glicerol, sorbitol, xilitol y manitol son ejemplos preferidos de polialcoholes alifáticos adecuados. El glicerol es el ejemplo más preferido de un polialcohol alifático adecuado. Esto se debe a que el glicerol tiene un punto de fusión de 20 °C, lo que permite un procesamiento fácil (en comparación con, por ejemplo, xilitol, sorbitol y manitol, todos los cuales tienen puntos de fusión por encima de 90 °C). Además, el glicerol es fácilmente accesible y da como resultado polímeros que tienen propiedades deseables. En consecuencia, en algunas realizaciones, el polialcohol alifático consiste esencialmente en glicerol. Como se usa en el presente documento, "consiste esencialmente en" significa que otros componentes (en este caso: otros polialcoholes alifáticos) pueden estar presentes en cantidades que no afectan a las propiedades del material.

25 También pueden usarse mezclas de diferentes polialcoholes alifáticos. El polialcohol alifático puede comprender al menos el 50 % en moles de glicerol, sorbitol, xilitol o manitol, preferiblemente al menos el 70 % en moles, preferiblemente al menos el 90 % en moles. Preferiblemente, el resto es un polialcohol alifático que tiene de 3 a 10 átomos de carbono. El polialcohol comprende preferiblemente al menos el 70 % en moles de glicerol, preferiblemente al menos el 90 % en moles, más preferiblemente al menos el 95 % en moles.

30 En algunas realizaciones, el polialcohol alifático tiene una razón de grupos hidroxilo con respecto al número de átomos de carbono de 1:4 (es decir, un grupo hidroxilo por cuatro átomos de carbono) a 1:1 (es decir, un grupo hidroxilo por átomo de carbono). Es preferible que la razón de grupos hidroxilo con respecto al número de átomos de carbono sea de 1:3 a 1:1, más preferiblemente de 1:2 a 1:1, aún más preferiblemente de 1:1,5 a 1:1. Compuestos en los que la razón de grupos hidroxilo con respecto a átomos de carbono es 1:1 se consideran especialmente preferidos.

35 40 El ácido policarboxílico alifático tiene de 3 a 15 átomos de carbono, preferiblemente de 3 a 10 átomos de carbono. El ácido policarboxílico alifático no comprende restos aromáticos, o ningún átomo de nitrógeno o azufre. En algunas realizaciones, el ácido policarboxílico alifático consiste en átomos de carbono, oxígeno e hidrógeno. El ácido policarboxílico alifático comprende al menos dos grupos ácido carboxílico, preferiblemente tres grupos ácido carboxílico. En general, el número de grupos ácido carboxílico será de 10 o menos, preferiblemente 8 o menos, más preferiblemente 6 o menos.

45 50 El ácido policarboxílico alifático comprende al menos el 10 % en peso de ácido tricarboxílico, calculado sobre la cantidad total de ácido policarboxílico alifático. El ácido policarboxílico alifático puede comprender al menos el 30 % en peso de ácido tricarboxílico, calculado sobre la cantidad total de ácido, preferiblemente al menos el 50 % en peso, más preferiblemente al menos el 70 % en peso, aún más preferiblemente al menos el 90 % en peso, lo más preferiblemente el 95 % en peso. En algunas realizaciones, el ácido policarboxílico alifático consiste esencialmente en ácido tricarboxílico, de manera preferible esencialmente en ácido cítrico.

55 60 El ácido policarboxílico alifático puede ser una mezcla de ácidos, tal como una mezcla de ácido(s) tricarboxílico(s) y ácido(s) dicarboxílico(s). En algunas realizaciones, el ácido policarboxílico alifático comprende una combinación de al menos el 2 % en peso, preferiblemente al menos el 5 % en peso, más preferiblemente al menos el 10 % en peso de ácido dicarboxílico y al menos el 10 % en peso, preferiblemente al menos el 30 % en peso, más preferiblemente al menos el 70 % en peso, aún más preferiblemente al menos el 90 % en peso, lo más preferiblemente al menos el 95 % en peso de ácido tricarboxílico, calculado sobre la cantidad total de ácido policarboxílico alifático.

65 65 El ácido dicarboxílico, si se usa, puede ser cualquier ácido dicarboxílico que tenga dos grupos ácido carboxílico y, en general, como máximo 15 átomos de carbono. Los ejemplos de ácidos dicarboxílicos adecuados incluyen ácido itacónico, ácido málico, ácido succínico, ácido glutárico, ácido adípico, ácido sebálico y ácido oxálico. Pueden preferirse ácido itacónico y ácido succínico. En una realización, se usa un ácido tricarboxílico. El ácido tricarboxílico, si se usa, puede ser cualquier ácido tricarboxílico que tenga tres grupos ácido carboxílico y, en general, como máximo 15 átomos de carbono. Los ejemplos incluyen ácido cítrico, ácido isocítrico, ácido aconítico (tanto cis como trans) y

ácido 3-carboxi-cis,cis-mucónico. El uso de ácido cítrico se considera preferido, tanto por motivos de costes como de disponibilidad.

5 El polialcohol alifático y el ácido policarboxílico alifático usados en el proceso según la invención pueden hacerse reaccionar para formar polímeros.

10 El polímero puede obtenerse combinando el polialcohol y el ácido policarboxílico (y, opcionalmente, un polímero derivado de polialcohol y ácido policarboxílico) para formar una fase líquida y, si es necesario, curar la fase líquida obtenida en un grado deseado. Dependiendo de la naturaleza de los compuestos, esto puede hacerse, por ejemplo, calentando una mezcla de componentes hasta una temperatura donde el ácido se disolverá en el alcohol, en particular en glicerol. Dependiendo de la naturaleza de los compuestos, la temperatura puede ser, por ejemplo, una temperatura en el intervalo de 20 °C a 200 °C, preferiblemente de 40 °C a 200 °C, más preferiblemente de 60 °C a 200 °C, lo más preferiblemente de 90 °C a 200 °C. En algunas realizaciones, la combinación puede calentarse y mezclarse durante un período de 5 minutos a 12 horas, preferiblemente de 10 minutos a 6 horas. Las condiciones específicas para (pre)curar el polímero pueden aplicarse en diferentes etapas del proceso descrito en el presente documento, por ejemplo, la etapa de fabricar la resina líquida que va a ponerse en contacto con los componentes adicionales que constituirán las capas de núcleo o superficiales, las etapas de fabricación de la capa de núcleo o capa de base de núcleo o capa superficial, y la etapa de curar la estructura en capas. Las condiciones de curado específicas se describen a continuación para las diversas etapas.

20 Opcionalmente, puede usarse un catalizador adecuado para la preparación del polímero. En la técnica se conocen catalizadores adecuados para la fabricación de polímeros. Catalizadores preferidos son aquellos que no contienen metales pesados. Catalizadores útiles son ácidos fuertes como, pero sin limitarse a, ácido clorhídrico, ácido yodhídrico y ácido bromhídrico, ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico (HNO_3), ácido clorhídrico ($HClO_3$), ácido bórico, ácido perclórico ($HClO_4$), ácido trifluoroacético y ácido trifluorometanosulfónico. Puede preferirse ácido bórico. También pueden usarse catalizadores como acetato de Zn y acetato de Mn, pero puede ser menos preferido.

25 Opcionalmente, después de la polimerización y el enfriamiento de la mezcla de reacción, la mezcla puede neutralizarse (parcialmente) con una base volátil como amoniaco o una amina orgánica para estabilizar la solución de polímero. Aminas orgánicas preferidas son aminas con poco olor, tales como, pero sin limitarse a, 2-amino-2-etil-1,3-propanodiol, 2-amino-2-metil-1-propanol y 2-dimetilamino-2-metil-1-propanol.

30 Cuando se obtiene de nuevo, el polímero puede tener un grado de polimerización de entre 0,10 y 0,60, preferiblemente entre 0,20 y 0,60, más preferiblemente entre 0,30 y 0,60. En la presente memoria descriptiva, el "grado de polimerización" es la razón de la fracción de grupos funcionales que han reaccionado en un cierto punto en el tiempo con respecto al máximo de los grupos funcionales que pueden reaccionar. Por ejemplo, si no han reaccionado monómeros, el grado de polimerización es 0. El grado de polimerización puede determinarse usando análisis gravimétrico (a partir de la pérdida de agua que se produce durante la reacción de polimerización). En el ejemplo 1 se proporciona una explicación detallada de cómo puede determinarse el grado de polimerización de un polímero como se define en el presente documento. Resultará evidente que, para determinar el grado de polimerización de un polímero derivado de un poliol alifático y un ácido policarboxílico alifático con un grado de polimerización desconocido, una muestra del polímero con un grado de polimerización desconocido se cura a una temperatura de 100 a 220 °C hasta que no se pierde más agua. El grado de polimerización del polímero es entonces 1, permitiendo calcular de nuevo el grado de polimerización del polímero muestreado usando el agua perdida durante el curado, de una manera similar a la descrita en el ejemplo 1.

35 En el panel, el polímero derivado del polialcohol alifático y el ácido policarboxílico alifático puede tener un grado de polimerización de al menos 0,6, en particular al menos 0,7, más en particular al menos 0,8, incluso más en particular al menos 0,9, aún más en particular 1.

40 50 Si se desea, la resina como se usará en la fabricación del panel puede diluirse para controlar la viscosidad de la resina. Por ejemplo, la resina puede diluirse con agua. Esto puede hacerse para facilitar la impregnación de la una o más capas de material fibroso con la resina. En algunas realizaciones, la viscosidad de la resina puede estar entre $1 \cdot 10^{-3}$ Pa · s y 50 Pa · s, preferiblemente entre 0,05 Pa · s y 2,5 Pa · s, más preferiblemente entre 0,1 Pa · s y 0,15 Pa · s (a temperatura ambiente). En otras realizaciones, la viscosidad de la resina puede ser de 1 Pa · s o menos, preferiblemente 0,5 Pa · s o menos, más preferiblemente 0,1 Pa · s o menos, incluso más preferible 0,01 Pa · s o menos (a temperatura ambiente). La viscosidad puede medirse usando cualquier método bien conocido en la técnica.

La capa de núcleo

55 60 La capa de núcleo del panel según la invención es generalmente una capa de bajo coste y habitualmente proporciona volumen a granel al panel. La capa de núcleo comprende un material particulado y una resina como se describió anteriormente.

65 65 En el contexto de la presente memoria descriptiva, el término "material particulado" se refiere a un material que es diferente del material fibroso usado en la(s) capa(s) superficial(es) (véase la sección "La(s) capa(s) superficial(es)").

El material particulado puede contener, por ejemplo, material de una naturaleza diferente del material fibroso en la(s) capa(s) superficial(es). Alternativamente, el material particulado puede contener material de la misma naturaleza que el material fibroso en la(s) capa(s) superficial(es), pero tiene propiedades diferentes, tales como una longitud y resistencia de fibra diferentes.

- 5 El material particulado puede ser fibroso o no fibroso. En una realización preferida, al menos parte del material particulado no es fibroso. El material particulado en la capa de núcleo puede ser un material particulado no fibroso.
- 10 El material particulado puede estar, por ejemplo, en forma de polvo, polvillo, pulpa, fibras rotas, escamas o astillas. Los ejemplos incluyen astillas de madera, escamas de madera, serrín, briznas de cáñamo, hierba (seca) y pulpa, por ejemplo, pulpa de papel (reciclado) u otra pulpa de fibra de remolacha azucarera, frutas y verduras, etc. Ejemplos de material derivado de plantas que puede usarse como material particulado son algodón, lino, cáñamo, hierba, caña, bambú, coco, *Miscanthus*, posos de café, cáscaras de semillas, por ejemplo, de arroz, arpilla, kenaf, ramio, sisal, etc. y materiales derivados de los mismos. En general, puede usarse material vegetal que se ha triturado hasta un tamaño de partícula adecuado, y cuando sea necesario secado hasta un contenido de agua adecuado.
- 15 El material particulado puede comprender un material natural tal como un material derivado de plantas o animales. Los ejemplos de materiales de origen vegetal incluyen material a base de celulosa tal como papel nuevo o usado, cartón nuevo o usado, madera u otro material vegetal en cualquier forma, y combinaciones de los mismos.
- 20 20 Los materiales a base de celulosa pueden derivarse de la denominada pulpa virgen que se obtiene directamente del proceso de formación de pulpa de madera. Esta pulpa puede provenir de cualquier material vegetal, pero se obtiene principalmente de madera. La pulpa de madera proviene de árboles de madera blanda tales como pícea, pino, abeto, alerce y cicuta y árboles de madera dura tales como eucalipto, chopo, álamo y abedul.
- 25 25 Adicional o alternativamente, el material a base de celulosa puede comprender material de celulosa derivado de papel reciclado, tal como pulpa de celulosa obtenida de libros, papeles, periódicos y revistas regenerados, cartones de huevos, y otros productos de papel o cartón reciclado. También pueden usarse combinaciones de fuentes de celulosa.
- 30 30 Otras fuentes atractivas de material a base de celulosa son fibras de papel rechazadas, que es fibra de papel que es demasiado corta como para ser adecuada para su uso en la fabricación de papel, y cualquier material reciclado (mecánica y/o químicamente) de cualquier material (compuesto), por ejemplo, muebles reciclados hechos de materiales a base de celulosa. En particular, materiales (compuestos) hechos con la resina mencionada en el presente documento como aglutinante son fuentes atractivas del material a base de celulosa. El uso de estos materiales (reciclados) es altamente sostenible y de bajo coste, permitiendo un uso generalizado en, por ejemplo, la fabricación de muebles.
- 35 35 Se ha encontrado que el uso de materiales a base de celulosa tales como polvo de madera, pulpa de madera y pulpa derivada de otros materiales a base de celulosa, tales como el cáñamo, da resultados particularmente atractivos.
- 40 40 40 Los ejemplos de materiales derivados de animales incluyen plumas, plumón, cabello y derivados de los mismos tales como lana, pero también harina de huesos.
- 45 45 Otros ejemplos de materiales particulados adecuados incluyen materiales cerámicos, incluyendo óxidos, por ejemplo, alúmina, berilia, ceria, circonia, sílice, titania, y mezclas y combinaciones de los mismos, y no óxidos tales como carburo, boruro, nitruro, siliciuro, y mezclas y combinaciones de los mismos tales como carburo de silicio. Para los fines de la presente memoria descriptiva, el vidrio se considera un material cerámico. El vidrio puede usarse, por ejemplo, en forma de fibras cortas, perlas de vidrio, ya sean sólidas o huecas, y partículas de vidrio molido. Los materiales particulados adecuados incluyen además materiales como cargas micáceas, carbonato de calcio y minerales tales como filosilicatos. También pueden usarse arcilla, arena, etc.
- 50 50 Los materiales particulados adecuados también incluyen cargas de polímero, tales como partículas o fibras cortas de polietileno, polipropileno, poliestireno, poliésteres tales como poli(tereftalato de etileno), poli(cloruro de vinilo), poliamida (por ejemplo, nailon-6, nailon 6,6 etc.), poliacrilamida y polímeros de arilamida tales como aramida. Los materiales particulados adecuados también incluyen fibras de carbono y materiales particulados de carbono. La resina de poliéster curada triturada como se usa en la presente invención también puede usarse como material particulado. También puede usarse resina de poliéster curada triturada que contiene una carga.
- 55 55 En algunas realizaciones, el material particulado contiene uno o más materiales particulados orgánicos, por ejemplo, seleccionados del grupo que consiste en briznas, polvo de madera, astillas de madera y papel reciclado. En otras realizaciones, el material particulado (también) contiene uno o más materiales particulados inorgánicos, por ejemplo, seleccionados del grupo que consiste en vidrio (reciclado), piedra, cerámica, minerales y metales,
- 60 60 Como entenderá el experto en la técnica, también pueden usarse combinaciones de diferentes tipos y materiales en el material particulado.
- 65 65

- 5 El material particulado puede estar presente en la capa de núcleo en una cantidad de al menos el 10 % en peso, calculado sobre el peso total de la capa de núcleo, sin incluir agua. El material particulado puede estar presente en la capa de núcleo en una cantidad de como máximo el 80 % en peso, preferiblemente como máximo el 85 % en peso, más preferiblemente como máximo el 90 % en peso, incluso más preferiblemente como máximo el 95 % en peso, calculado sobre el peso total de la capa de núcleo usada, sin incluir agua. En algunas realizaciones, la cantidad de material particulado presente en la capa de núcleo es del 10 % en peso al 95 % en peso, preferiblemente del 20 % en peso al 95 % en peso, más preferiblemente del 30 % en peso al 95 % en peso, más preferiblemente del 50 % en peso al 95 % en peso, más preferiblemente del 80 % en peso al 95 % en peso.
- 10 El material particulado en la capa de núcleo puede tener una longitud máxima, determinada a lo largo del eje más largo de las partículas en el material, de menos de 50 mm, preferiblemente menos de 20 mm, más preferiblemente como máximo 15 mm, más preferiblemente como máximo 10 mm, en particular como máximo 5 mm, en particular como máximo 2 mm. Como valor mínimo, puede mencionarse una longitud promedio de las partículas de 0,001 mm. En algunas realizaciones, la longitud promedio de las partículas es de al menos 0,05 mm, en particular al menos 0,1 mm, más en particular al menos 0,5 mm. En algunas realizaciones, la longitud promedio de las partículas está en el intervalo de 0,5-5 mm, en particular 0,5-2 mm.
- 15 En algunas realizaciones, al menos el 50 % en peso de las partículas en el material particulado tienen una longitud, determinada a lo largo de su eje más largo, en el intervalo de 0,5-20 mm, en particular 0,5-10 mm, en particular 1-5 mm. En algunas realizaciones, al menos el 80 % en peso de las partículas en el material particulado tienen una longitud, determinada a lo largo de su eje más largo, en el intervalo de 0,5-20 mm, en particular 0,5-10 mm, en particular 1-5 mm. En algunas realizaciones, al menos el 90 % en peso de las partículas en el material particulado tienen una longitud, determinada a lo largo de su eje más largo, en el intervalo de 0,5-20 mm, en particular 0,5-10 mm, en particular 1-5 mm.
- 20 En algunas realizaciones, las partículas en el material particulado pueden tener una razón de aspecto en el intervalo de 10:1 a 1:1, preferiblemente en el intervalo de 8:1 a 2:1, más preferiblemente en el intervalo de 6:1 a 4:1. Como se usa en el presente documento, "razón de aspecto" se define como la longitud de la partícula, determinada a lo largo de su eje más largo, con respecto al diámetro promedio de la partícula, determinado a lo largo del eje que es perpendicular al eje más largo.
- 25 En algunas realizaciones, al menos el 50 % en peso de las partículas del material particulado tienen una razón de aspecto de menos de 500:1, preferiblemente menos de 100:1, más preferiblemente menos de 50:1, incluso más preferiblemente menos de 10:1, en particular en el intervalo de 8:1 a 1:1, en algunas realizaciones en el intervalo de 6:1 a 4:1
- 30 El material particulado en la capa de núcleo puede tener un tamaño de partícula promedio eficaz de menos de 25 mm, preferiblemente menos de 20 mm. Como se usa en el presente documento, "un tamaño de partícula promedio eficaz de menos de 25 mm" significa que al menos el 90 % de las partículas tienen un diámetro de menos de 25 mm, cuando se determina usando técnicas convencionales (por ejemplo, mediante cribado o tamizado mecánico). El tamaño de partícula promedio eficaz puede estar en el intervalo de 0,01 a 25 mm, preferiblemente en el intervalo de 2 a 25 mm, más preferiblemente en el intervalo de 2 a 20 mm, incluso más preferiblemente en el intervalo de 5 a 25 mm. En algunas realizaciones, el tamaño de partícula promedio eficaz puede ser preferiblemente de 0,1 a 6,0 mm, más preferiblemente en el intervalo de 0,2 a 3,0 mm, incluso más preferiblemente de 0,3 mm a 1,0 mm.
- 35 En algunas realizaciones, la capa de núcleo puede tener un contenido de resina en el intervalo del 1-40 % en peso, calculado sobre el peso total del material fibroso y la resina. La capa de núcleo tiene preferiblemente un contenido de resina en el intervalo del 2-30 % en peso, más preferiblemente en el intervalo del 5-20 % en peso. El uso de tal cantidad de resina en la capa de núcleo hace que la capa de núcleo sea relativamente económica, mientras que la cantidad usada es suficiente para unir el material particulado en la capa de núcleo entre sí.
- 40 La densidad de la capa de núcleo puede ser de al menos 0,1 g/cm³ a como máximo 1,4 g/cm³, preferiblemente de al menos 0,3 g/cm³ a como máximo 1,4 g/cm³, más preferiblemente de al menos 0,5 g/cm³ a como máximo 1,4 g/cm³. Puede ser deseable que la capa de núcleo tenga una densidad de como máximo 1,3 g/cm³, más preferiblemente como máximo 1,2 g/cm³, más preferiblemente como máximo 1,0 g/cm³, incluso más preferiblemente como máximo 0,8 g/cm³. Se prefiere que la capa de núcleo tenga una densidad relativamente baja (en comparación con la(s) capa(s) superficial(es)), ya que esto dará como resultado una capa de núcleo relativamente ligera. Este es ventajoso, ya que la capa de núcleo constituye el volumen del panel y, por lo tanto, cuanto más ligera sea la capa de núcleo, más ligero es el producto global. Productos más ligeros, a su vez, están asociados con una operabilidad más fácil por parte del fabricante y el consumidor.
- 45 La capa de núcleo puede tener un grosor de al menos 1,5 mm, más en particular al menos 2 mm, más en particular al menos 4 mm. La capa de núcleo puede tener un grosor de como máximo 20 cm, en particular como máximo 10 cm, más en particular como máximo 5 cm, incluso más en particular como máximo 3 cm. Para ciertas aplicaciones, tales como aplicaciones en construcción y edificación (por ejemplo, en las paredes), capas más gruesas pueden ser ventajosas, porque capas más gruesas están asociadas con resistencia mecánica y propiedades aislantes (por
- 50
- 55
- 60
- 65

ejemplo, conductividad térmica reducida). En otras aplicaciones, tales como aplicaciones de muebles (por ejemplo, tableros, vitrinas (de cocina), alacenas, armarios, etc.), capas más delgadas pueden ser ventajosas, porque capas más delgadas están asociadas con un peso global más bajo del panel.

5 *La(s) capa(s) superficial(es)*

El panel de sándwich según la invención comprende al menos una capa superficial que comprende un material fibroso y una resina como se describe en el presente documento. La(s) capa(s) superficial(es) está(n) unida(s) a la capa de núcleo y proporciona(n) soporte estructural y otras propiedades deseadas (dureza, aspecto atractivo, resistencia al agua, etc.) a la misma. Como resultado, puede usarse una capa de núcleo relativamente más débil en el panel, lo que es ventajoso porque esto, a su vez, permite que la capa de núcleo esté hecha de materiales de bajo coste. Cabe destacar que, en el documento WO 2021/023495, no la capa portadora, sino el panel de madera proporciona soporte estructural al material laminado. Es sorprendente que la(s) capa(s) superficial(es) pueda(n) proporcionar un soporte estructural deseado a materiales débiles, dado que puede usarse una cantidad relativamente baja (en comparación con el documento WO 2021/023495) de resina.

Por el contrario, un recubrimiento con un contenido de resina muy alto, pero sin fibras (largas), puede ser quebradizo y, por lo tanto, es poco probable que sea adecuado para su uso como soporte estructural de otros materiales.

20 Para obtener una capa superficial que proporcione soporte estructural a la capa de núcleo, la al menos una capa superficial puede comprender un material fibroso y el 10-90 % en peso, preferiblemente el 20-80 % en peso, más preferiblemente el 30-70 % en peso, incluso más preferiblemente el 40-60 % en peso, de una resina como se describió anteriormente. Se prefiere que las fibras del material fibroso sean relativamente largas. Se cree que las fibras largas transfieren mejor las fuerzas ejercidas sobre el panel a otras fibras en el panel, aumentando de ese modo la resistencia a la flexión y la dureza de la(s) capa(s) superficial(es). Adicionalmente, las fibras largas por sí mismas proporcionan resistencia a la capa superficial.

25 Dentro del contexto de la presente memoria descriptiva, la palabra "fibra" se refiere a monofilamentos, hilos multifilamento, hebras, cintas, tiras y otros objetos alargados que tienen una sección transversal regular o irregular y una longitud sustancialmente más larga que la anchura y el grosor.

30 El material fibroso tiene generalmente una longitud de fibra, determinada sobre su eje más largo, de al menos 1 cm, preferiblemente al menos 3 cm, preferiblemente al menos 4 cm. Por ejemplo, el material fibroso puede tener una longitud de fibra, determinada sobre su eje más largo, de 1-20 cm. Preferiblemente, el material fibroso tiene una longitud de fibra de 1-10 cm. Se prefieren fibras largas (más largas), debido a que estas proporcionan resistencia a la(s) capa(s) superficial(es). Las fibras usadas en la capa superficial pueden ser, en promedio, más largas que cualquier fibra usada en la capa de núcleo y, preferiblemente, en promedio, más fuertes que cualquier fibra usada en la capa de núcleo.

35 40 El material fibroso puede contener fibras que tienen un diámetro de 0,001 a 10 mm, preferiblemente de 0,01 a 1 mm, más preferiblemente de 10 a 500 μm . Fibras más delgadas son ventajosas para muchas aplicaciones, ya que su uso da como resultado una superficie lisa del panel. Las superficies lisas son, por supuesto, deseables cuando se fabrican, por ejemplo, armarios de cocina.

45 50 Las fibras pueden tener una razón de aspecto en el intervalo de 20:1 a 200.000:1, preferiblemente en el intervalo de 200:1 a 20.000:1, más preferiblemente en el intervalo de 250:1 a 5000:1. Se deduce que la(s) capa(s) superficial(es) puede(n) comprender fibras que tienen una razón de aspecto relativamente grande, que es, al menos parcialmente, indicativa de la resistencia de la(s) capa(s) superficial(es) que puede(n) obtenerse.

55 60 Las fibras en la(s) capa(s) superficial(es) pueden estar orientadas de manera aleatoria (por ejemplo, una lámina no tejida) o de manera no aleatoria. El material fibroso es preferiblemente una lámina no tejida.

65 En el contexto de la presente memoria descriptiva, "orientado de manera no aleatoria" se refiere a todas las estructuras en las que las fibras están orientadas entre sí de manera esencialmente regular. Los ejemplos de capas que contienen fibras orientadas de manera no aleatoria incluyen capas tejidas, capas de punto, capas en las que las fibras están orientadas en paralelo, y cualquier otra capa en la que las fibras estén conectadas entre sí en un patrón repetitivo.

70 La orientación de las fibras en el material fibroso puede, por ejemplo, afectar a la resistencia del producto final. Por lo tanto, en algunos casos, puede preferirse orientar las fibras de una manera que maximice la resistencia del artículo. En algunas realizaciones, al menos el 50 % de las fibras están orientadas en paralelo, preferiblemente al menos el 60 % de las fibras están orientadas en paralelo, más preferiblemente, al menos el 70 % de las fibras están orientadas en paralelo. En otros casos, pueden requerirse más propiedades anisotrópicas o resistencia bidireccional.

75 80 El material fibroso puede comprender fibras derivadas de plantas, preferiblemente fibras celulósicas y/o lignocelulósicas. El material fibroso también puede consistir esencialmente en fibras derivadas de plantas. Los ejemplos de fibras basadas en fibras derivadas de plantas incluyen lino, cáñamo, kenaf, yute, ramio, sisal, coco, bambú

y algodón. El material fibroso también puede comprender una fibra derivada de animales. La fibra derivada de animales puede ser lana, cabello, seda y fibras derivadas de plumas (por ejemplo, plumas de pollo). También pueden usarse otras partes de despojos.

- 5 El material fibroso puede comprender fibras sintéticas. Ejemplos de fibras sintéticas adecuadas son fibras derivadas de viscosa, vidrio, poliésteres, carbono, aramidas, náilonas, acrílicos, poliolefinas y similares. El material fibroso también puede ser una mezcla de fibras de diferente origen, tal como una mezcla de fibras derivadas de plantas y fibras sintéticas.
- 10 Se prefiere que el material fibroso usado en la presente invención comprenda fibras derivadas de plantas, preferiblemente fibras celulósicas y/o lignocelulósicas, puede preferirse particularmente que el material fibroso consista esencialmente en fibras derivadas de plantas. Como se indicó anteriormente, los ejemplos de fibras basadas en fibras derivadas de plantas incluyen lino, cáñamo, kenaf, yute, ramio, sisal, coco, bambú y algodón, en donde el cáñamo puede ser particularmente atractivo.
- 15 El material fibroso puede estar presente en la capa superficial en una cantidad de al menos el 30 % en peso, preferiblemente al menos el 35 % en peso, más preferiblemente al menos el 40 % en peso, calculado sobre el peso total de la capa superficial, sin incluir agua. El material fibroso puede estar presente en la capa superficial en una cantidad de como máximo el 80 % en peso, opcionalmente como máximo el 60 % en peso, opcionalmente como máximo el 55 % en peso, calculado sobre el peso total de la capa superficial, sin incluir agua. En algunas realizaciones, la cantidad de material fibroso presente en la capa superficial es del 30 % en peso al 60 % en peso, preferiblemente del 35 % en peso al 60 % en peso, más preferiblemente del 40 % en peso al 60 % en peso.
- 20 La(s) capa(s) superficial(es) generalmente tiene(n) un peso por unidad de superficie (sin incluir la resina) de al menos 400 g/m², preferiblemente al menos 500 g/m², más preferiblemente al menos 600 g/m². Como límite superior, la(s) capa(s) superficial(es) puede(n) tener un peso por unidad de superficie (sin incluir la resina) de como máximo 30000 g/m² preferiblemente como máximo 10000 g/m², más preferiblemente como máximo 5000 g/m². Se desea el peso por unidad de superficie como se define en el presente documento, ya que proporciona propiedades estructurales ventajosas al panel. Un mayor peso por unidad de superficie, por ejemplo, está asociado con una mejor rigidez, una superficie más dura y mayor resistencia al agua.
- 25 La densidad de la capa superficial puede ser de al menos 0,3 g/cm³, preferiblemente al menos 0,8 g/cm³, preferiblemente al menos 1,0 g/cm³. Las capas superficiales que comprenden materiales fibrosos con fibras que tienen una densidad intrínseca más alta pueden tener una densidad más alta que 1,4 g/cm³. Puede ser deseable que la capa superficial tenga una densidad de como máximo 1,4 g/cm³, más preferiblemente como máximo 1,3 g/cm³. Se prefiere que la densidad de la(s) capa(s) superficial(es) esté en el intervalo de 0,8 a 1,4 g/cm³, preferiblemente en el intervalo de 1,0 a 1,4 g/cm³.
- 30 La(s) capa(s) superficial(es) puede(n) tener cada una un grosor de al menos 0,3 mm, preferiblemente al menos 0,5, más preferiblemente mayor de 1 mm, incluso más preferiblemente al menos 1,1 mm. La(s) capa(s) superficial(es) puede(n) tener, cada una, un grosor de, como máximo, 20 mm, más preferiblemente como máximo 10 mm, incluso más en particular como máximo 5 mm, aún más en particular menos de 5 mm. Una capa superficial que tiene dicho grosor proporciona el soporte estructural deseado a la capa de núcleo del panel sin contribuir a un peso o material innecesarios.
- 35 40 La(s) capa(s) superficial(es) puede(n) tener cada una un grosor de al menos 0,3 mm, preferiblemente al menos 0,5, más preferiblemente mayor de 1 mm, incluso más preferiblemente al menos 1,1 mm. La(s) capa(s) superficial(es) puede(n) tener, cada una, un grosor de, como máximo, 20 mm, más preferiblemente como máximo 10 mm, incluso más en particular como máximo 5 mm, aún más en particular menos de 5 mm. Una capa superficial que tiene dicho grosor proporciona el soporte estructural deseado a la capa de núcleo del panel sin contribuir a un peso o material innecesarios.
- 45 50 Despues del curado del panel, la(s) capa(s) superficial(es) tiene(n) una porosidad, expresada como una fracción de poro de entre 0 y 1, de 0 a 0,8, preferiblemente de 0,01 a 0,7, más preferiblemente de 0,1 a 0,4. La porosidad es una medida de los huecos (espacios "vacíos") en un material y es una fracción del volumen de los huecos sobre el volumen total de la(s) capa(s) superficial(es). En consecuencia, un material que no contiene poros tiene una porosidad, expresada como una fracción de poro, de 0. Una baja porosidad permite, por ejemplo, una fácil limpieza de la superficie cuando el panel se usa como superficie en un hogar.
- 55 Las fibras en la superficie pueden estar teñidas, de manera que las fibras tienen un color que es diferente de su color natural. Adicional o alternativamente, la propia resina puede estar coloreada por un tinte. Puede ser preferible añadir tinte(s) a una sola capa superficial (por ejemplo, en la superficie exterior de una alacena) de manera que la cantidad de tinte/pigmento es limitada.
- 60 *El panel*
- 65 La capa de núcleo y la capa superficial se combinan para formar una estructura en capas, que luego se cura (parcialmente) bajo presión para dar el panel según la invención.
- 65 El panel puede tener un contenido de resina de al menos el 10 % en peso, preferiblemente al menos el 15 % en peso, basado en el peso total del panel. El panel puede tener un contenido de resina de como máximo el 80 % en peso, preferiblemente como máximo el 70 % en peso, más preferiblemente como máximo el 60 % en peso, basado en el peso total del panel. El panel puede comprender del 10 al 60 % en peso de resina, preferiblemente del 15 al 50 % en

peso de resina, más preferiblemente del 15 al 40 % en peso de resina.

Las cantidades de resina presentes en la(s) capa(s) superficial(es) y la capa de núcleo pueden ser diferentes, como se ha descrito en las secciones "La capa de núcleo" y "La(s) capa(s) superficial(es)" anteriormente. La razón del contenido de resina (en % en peso) de la capa de núcleo con respecto al contenido total de resina (en % en peso) de la(s) capa(s) superficial(es) está en el intervalo de 1:1,5 a 1:15, en particular en el intervalo de 1:1,5 a 1:10, más en particular de 1:2 a 1:8, incluso más en particular de 1:2,1 a 1:8, aún más en particular de 1:3 a 1:7. En otras palabras, el contenido de resina (en % en peso) de la capa de núcleo es menor que el contenido total de resina (en % en peso) de la(s) capa(s) superficial(es). Un contenido de resina más bajo está asociado con un coste global más bajo de la capa de núcleo (ya que el material particulado generalmente tiene un coste/kilogramo más bajo que la resina), haciendo preferible contenidos de resina más bajos para el núcleo del panel. Un mayor contenido de resina está asociado con una buena resistencia y resistencia al agua, haciendo preferible un mayor contenido de resina para la(s) superficie(s) del panel.

15 El grosor del panel puede ser de al menos 3 mm, preferiblemente al menos 8 mm, preferiblemente al menos 1,5 cm. Como límite superior, pueden mencionarse 24 cm.

20 El grosor de la capa de núcleo puede diferir del grosor total de la(s) capa(s) superficial(es). La capa de núcleo puede tener, por ejemplo, un grosor mayor que el grosor total de la(s) capa(s) superficial(es). La razón del grosor de la capa de núcleo con respecto al grosor total de la(s) capa(s) superficial(es) puede ser 1:1 o más. La razón del grosor de la capa de núcleo con respecto al grosor total de la(s) capa(s) superficial(es) está preferiblemente en el intervalo de 1:1 a 150:1, más preferiblemente en el intervalo de 1:1 a 50:1, más preferiblemente de 1:1 a 25:1, más preferiblemente de 2:1 a 25:1, más preferiblemente de 3:1 a 25:1, más preferiblemente de 5:1 a 20:1.

25 El panel puede estar hecho completamente de materiales sostenibles. Debido a que, dependiendo del grado de polimerización, los polímeros en el panel pueden hidrolizarse, los polímeros en los paneles en algunas realizaciones se degradarán lentamente, dejando el material fibroso, el material particulado y el polímero disponibles para la degradación biológica. En consecuencia, en algunas realizaciones, el panel es degradable biológicamente. Además, como el polímero consiste esencialmente en átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno, muestra un perfil de combustión limpia, así como una buena idoneidad para su eliminación como residuos orgánicos.

30 El panel según la invención generalmente tiene un alto valor de dureza. El panel puede tener una dureza de al menos 50 Shore D, preferiblemente al menos 55 Shore D, más preferiblemente al menos 60 Shore D. Puede ser preferible una alta dureza, ya que la dureza es indicativa de, entre otras cosas, resistencia al rayado. Como límite superior, puede mencionarse una dureza de como máximo 100 Shore D. La dureza del panel puede determinarse según la norma ASTM D 2240 usando un durómetro Shore.

35 El panel según la invención tiene generalmente una alta resistencia a la flexión. El panel puede tener una resistencia a la flexión de más de 15 MPa, por ejemplo, como se determina usando la norma ASTM D 7264. El panel tiene preferiblemente una resistencia a la flexión de al menos 20 MPa, más preferiblemente de al menos 25 MPa. Evidentemente, una alta resistencia a la flexión es preferible en situaciones en las que el panel se usa como superficie sobre la que pueden colocarse cargas pesadas, tal como una mesa. Como límite superior, puede mencionarse una resistencia a la flexión de como máximo 200 MPa.

40 45 Cuando se tienen como objetivo paneles altamente duraderos y fuertes, el polímero puede tener un grado de polimerización de al menos 0,8, preferiblemente al menos 0,9, más preferiblemente al menos 0,95, como se describe en la sección "La resina". Estos grados de polimerización se obtienen habitualmente después del curado como se describe en la sección "Curar la estructura en capas para obtener un panel según la invención".

50 55 El contenido de agua del panel según la invención es generalmente bajo. El contenido de agua del panel puede ser inferior al 20 % en peso, calculado sobre el peso total del panel. El contenido de agua es preferiblemente del 15 % en peso o menos, más preferiblemente del 10 % en peso o menos. En algunas realizaciones, el contenido de agua del panel es como se definió anteriormente después de 24 horas de almacenamiento al 50 % de humedad (relativa) y una temperatura de 20 °C, más preferiblemente después de 48 horas, lo más preferiblemente después de 72 horas.

60 65 El panel según la invención tiene generalmente una buena resistencia al agua. La(s) superficie(s) del panel, en particular, es/son resistentes al agua. La resistencia al agua puede determinarse según la norma EN 317, que mide el aumento de grosor del panel (en porcentajes, en comparación con el grosor original del panel). El aumento resultante en el grosor, denominado "hinchamiento del grosor" a continuación en el presente documento, puede ser como máximo del 50 %, preferiblemente como máximo del 40 %, más preferiblemente como máximo del 30 %. Idealmente, el hinchamiento del grosor sería del 0 %, lo que sería indicativo de una excelente resistencia al agua. Por lo tanto, el hinchamiento del grosor es preferiblemente del 0 %. El hinchamiento del grosor del panel según la invención puede estar en el intervalo del 1 al 50 %, en particular en el intervalo del 5 al 45 %, más en particular en el intervalo del 10 al 40 %.

65 La(s) capa(s) superficial(es) del panel puede(n) recubrirse con un recubrimiento. Por ejemplo, el recubrimiento puede

ser un recubrimiento impermeable al agua, resistente al fuego y/o inerte a ácido y/o base. Posibles recubrimientos son, por ejemplo, los descritos en el documento WO 2021/023495 (los recubrimientos se denominan en el mismo "capa portadora").

5 El panel según la invención puede usarse fácilmente en construcción. Es fácil de mecanizar (por ejemplo, sierra, taladrado, CNC), incorporar tornillos y unir bisagras, de modo que los paneles puedan unirse entre sí para formar alacenas y similares. Puesto que la capa superficial puede actuar como un material laminado (duro, liso y denso), no es necesario separar la laminación con, por ejemplo, material laminado de melamina. Se muestran ejemplos de construcciones se muestran en las figuras 1 y 2.

10 Método de fabricación del panel

Como se mencionó anteriormente, la invención se refiere a un método para fabricar un panel según la invención que comprende las etapas de

15 - proporcionar una base de capa de núcleo combinando material particulado y polímero derivado de un poliol alifático con 2-15 átomos de carbono y un ácido policarboxílico alifático con 3-15 átomos de carbono, o precursores de los mismos;

20 - opcionalmente, curar la base de capa de núcleo bajo presión para formar una capa de núcleo que comprende polímero con un grado de polimerización de al menos 0,6;

25 - proporcionar una base de capa superficial combinando material fibroso y polímero derivado de un poliol alifático con 2-15 átomos de carbono y un ácido policarboxílico alifático con 3-15 átomos de carbono, o precursores de los mismos;

25 - combinar la base de capa de núcleo o la capa de núcleo y al menos una base de capa superficial para formar una estructura en capas; y

30 - someter la estructura en capas a una etapa de curado, en el que la etapa de curado comprende curar la estructura en capas a una temperatura interna de 100 a 220 °C durante de 5 segundos a 12 horas, bajo presión para obtener un panel que comprende polímero que tiene un grado de polimerización, determinado gravimétricamente, de al menos 0,6.

35 Las condiciones específicas para llevar a cabo el método según la invención se analizan a continuación. Resultará evidente para el experto que pueden combinarse diferentes realizaciones de la presente invención, a menos que sean mutuamente excluyentes. Además, quedará claro que el material particulado, el material fibroso y la resina (polímero o precursores del mismo) pueden ser como se describió anteriormente.

40 *Proporcionar la base de capa de núcleo (y fabricar la capa de núcleo)*

40 La base de capa de núcleo es una combinación de material particulado y un polímero como se describe en el presente documento, o precursores de los mismos.

45 El polímero en la capa de núcleo puede obtenerse polimerizando una combinación del polialcohol y el ácido policarboxílico (y, opcionalmente, un polímero derivado de polialcohol y ácido policarboxílico). Dependiendo de la naturaleza de los compuestos, la temperatura puede ser, por ejemplo, una temperatura en el intervalo de 20 °C a 140 °C, preferiblemente de 40 °C a 140 °C, más preferiblemente de 60 °C a 140 °C, incluso más preferiblemente de 80 °C a 120 °C, aún más preferiblemente de 80 °C a 105 °C. En algunas realizaciones, la combinación puede calentarse y mezclarse durante un período de 5 minutos a 12 horas, preferiblemente de 10 minutos a 6 horas, más preferiblemente de 1 a 4 horas, antes de la incorporación en la capa de núcleo. El curado también puede tener lugar después de combinar la resina con el material particulado de la capa de núcleo.

55 El polímero presente en la base de capa de núcleo puede tener un grado de polimerización de como máximo 0,8, opcionalmente como máximo 0,7, opcionalmente como máximo 0,6. Como límite inferior, puede mencionarse un grado de polimerización mayor de 0, ya que este es el grado de polimerización cuando se usan los precursores del polímero. El grado de polimerización del polímero en la capa de núcleo puede ser mayor de 0, pueden mencionarse preferiblemente al menos 0,1, preferiblemente al menos 0,2, más preferiblemente al menos 0,3, preferiblemente al menos 0,4. Puede justificarse una etapa de curado previo si el grado de polimerización es bajo.

60 La base de capa de núcleo puede curarse previamente bajo presión para formar una capa de núcleo, que tiene preferiblemente un grado de polimerización de 0,7 a 0,8. Si la capa de núcleo tiene un grado de polimerización mayor de 0,8, habrá poca o ninguna adhesión a la(s) capa(s) superficial(es) cuando la(s) capa(s) superficial(es) y la capa de núcleo se combinen para formar la estructura en capas. El polímero en la capa de núcleo puede polimerizarse adicionalmente en una o más etapas de curado bajo presión. Los detalles de esta etapa de curado (así como cualquier etapa de secado y curado previo que pueda llevarse a cabo antes del curado bajo presión) son los mismos que la etapa de curado del panel, que se analiza en la sección "Curar la estructura en capas para obtener un panel según la

invención".

Proporcionar la base de capa superficial

5 La capa superficial es una combinación de material fibroso y un polímero como se describe en el presente documento, o precursores de los mismos.

10 El polímero puede proporcionarse en forma de una resina que comprende el polímero. La resina se ha descrito en la sección "La resina". La resina puede aplicarse al menos parcialmente al material fibroso de la base de capa superficial. Preferiblemente, al menos el 80 % de las fibras del material fibroso están provistas de resina, más preferiblemente al menos el 90 %, lo más preferiblemente al menos el 95 %. Se prefiere que, en la base de capa superficial, esencialmente toda la superficie de las fibras esté provista de resina, debido a que la interacción de las fibras con la resina es al menos parcialmente responsable de obtener las propiedades atractivas del panel en cuestión. Resultará evidente para el experto que, en el panel final, sustancialmente todas las fibras en la capa superficial estarán recubiertas con resina.

15 El experto entenderá que la provisión de resina puede hacerse usando métodos bien conocidos en la técnica, tales como pulverización, inmersión, recubrimiento con rodillo, etc. Por ejemplo, la resina puede recubrirse (con rodillo) o pulverizarse sobre uno o más lados del material fibroso.

20 20 El polímero en la(s) capa(s) superficial(es) puede obtenerse polimerizando una combinación del polialcohol y el ácido policarboxílico (y, opcionalmente, un polímero derivado de polialcohol y ácido policarboxílico). Dependiendo de la naturaleza de los compuestos, la temperatura puede ser, por ejemplo, una temperatura en el intervalo de 20 °C a 140 °C, preferiblemente de 40 °C a 140 °C, más preferiblemente de 60 °C a 140 °C, incluso más preferiblemente de 60 °C a 120 °C, aún más preferiblemente de 60 °C a 105 °C. En algunas realizaciones, la combinación puede calentarse y mezclarse durante un período de 5 minutos a 12 horas, preferiblemente de 10 minutos a 6 horas, más preferiblemente de 1 a 4 horas, antes de la incorporación en la capa superficial. El curado también puede tener lugar después de combinar la resina con el material particulado de la capa de núcleo.

25 30 El polímero en la base de capa superficial puede tener un grado de polimerización de como máximo 0,8, opcionalmente como máximo 0,7, opcionalmente como máximo 0,6. Como límite inferior, puede mencionarse un grado de polimerización mayor de 0, ya que este es el grado de polimerización cuando se usan los precursores del polímero. El grado de polimerización del polímero presente en la base de capa superficial puede ser al menos 0,1, preferiblemente al menos 0,2, más preferiblemente 0,3, más preferiblemente como máximo 0,4. Puede justificarse una etapa de curado previo si el grado de polimerización es bajo.

Formar la estructura en capas

35 40 La base de capa de núcleo y la base de capa superficial se combinan para formar una estructura en capas. Esto puede hacerse en una sola etapa o en dos etapas. En la estructura en capas, la capa de núcleo o la base de capa de núcleo pueden estar dispuestas entre una o dos bases de capa superficial.

45 50 En un proceso de una sola etapa, la estructura en capas comprende una capa de núcleo y al menos una base de capa superficial, comprendiendo cada base independientemente un polímero que tiene un grado de polimerización de como máximo 0,8. Como límite inferior, puede mencionarse un grado de polimerización de al menos 0, ya que este es el grado de polimerización cuando se usan los precursores del polímero. El grado de polimerización del polímero presente en cada base puede ser independientemente al menos 0,1, preferiblemente al menos 0,2, más preferiblemente 0,3, más preferiblemente al menos 0,4. Estas bases se apilan entonces para formar una estructura en capas.

55 55 Un método de una sola etapa de fabricación de un panel según la invención puede, por lo tanto, comprender las etapas de

60 - proporcionar una combinación de material particulado y polímero derivado de un poliol alifático con 2-15 átomos de carbono y un ácido policarboxílico alifático con 3-15 átomos de carbono, o precursores de los mismos, para formar una base de capa de núcleo;

65 - proporcionar una combinación de material fibroso y polímero derivado de un poliol alifático con 2-15 átomos de carbono y un ácido policarboxílico alifático con 3-15 átomos de carbono, o precursores de los mismos, para formar una base de capa superficial;

70 - combinar la base de capa de núcleo y la base de capa superficial para formar una estructura en capas que comprende la base de capa de núcleo y la base de capa superficial; y

75 - someter la estructura en capas a una etapa de curado bajo presión, en el que la etapa de curado comprende curar la estructura en capas a una temperatura interna de 100 a 220 °C durante de 5 segundos a 12 horas, para obtener un

panel que comprende polímero que tiene un grado de polimerización, determinado gravimétricamente, de al menos 0,6, preferiblemente de al menos 0,7, preferiblemente de al menos 0,8, preferiblemente de al menos 0,9.

En un proceso de dos etapas, la base de capa de núcleo se cura en primer lugar bajo presión. Esto puede hacerse para unir el material particulado entre sí mediante polímero. El polímero en la capa de núcleo obtenido después del curado bajo presión puede tener un grado de polimerización de 0,6 a 1, preferiblemente de 0,7 a 1, más preferiblemente de 0,7 a 0,8, después del curado bajo presión. La capa de núcleo así obtenida del panel puede dotarse entonces de una base de capa superficial, con un grado de polimerización como se describió anteriormente, en uno o más lados (por ejemplo, ambos).

Un método de dos etapas de fabricación de un panel según la invención puede, por lo tanto, comprender las etapas de

- proporcionar una combinación de material particulado y polímero derivado de un poliol alifático con 2-15 átomos de carbono y un ácido policarboxílico alifático con 3-15 átomos de carbono, o precursores de los mismos, para formar una base de capa de núcleo y someter la base de capa de núcleo a una etapa de curado bajo presión para formar una capa de núcleo que comprende un polímero con un grado de polimerización de 0,6 a 1, preferiblemente de al menos 0,7 a 1, más preferiblemente de al menos 0,7 a 0,8;

- proporcionar una combinación de material fibroso y polímero derivado de un poliol alifático con 2-15 átomos de carbono y un ácido policarboxílico alifático con 3-15 átomos de carbono, o precursores de los mismos, para formar una base de capa superficial;

- combinar la capa de núcleo y al menos una base de capa superficial, preferiblemente de tal manera que la capa de núcleo esté dispuesta entre dos bases de capa superficial, para formar una estructura en capas; y

- someter la estructura en capas a una etapa de curado bajo presión, en el que la etapa de curado comprende curar la estructura en capas a una temperatura interna de 100 a 220 °C durante de 5 segundos a 12 horas, para obtener un panel que comprende polímero que tiene un grado de polimerización, determinado gravimétricamente, de al menos 0,6, preferiblemente de al menos 0,7, más preferiblemente de al menos 0,8, incluso preferiblemente de al menos 0,9.

La estructura en capas puede tener un contenido de resina de al menos el 10 % en peso, preferiblemente al menos el 15 % en peso calculado sobre el peso total del material particulado, el material fibroso y el peso del polímero. La estructura en capas puede tener un contenido de resina de como máximo el 80 % en peso, preferiblemente como máximo el 70 % en peso, más preferiblemente como máximo el 60 % en peso, calculado sobre el peso total del material particulado, el material fibroso y el peso del polímero. La estructura en capas puede comprender del 10 al 60 % en peso de resina, preferiblemente del 15 al 50 % en peso de resina, más preferiblemente del 15 al 40 % en peso de resina, calculado sobre el peso total del material particulado, el material fibroso y el peso del polímero.

40 Curar la estructura en capas para obtener un panel según la invención

La base de capa de núcleo, la base de capa superficial y/o la estructura en capas pueden tener independientemente un contenido de agua de entre el 0,1 % en peso y el 60 % en peso, calculado sobre el peso total de la base o estructura en capas. En algunas realizaciones, el contenido de agua de la base de capa de núcleo, la base de capa superficial y/o la estructura en capas es, independientemente, de entre el 0,1 % en peso y el 25 % en peso, preferiblemente entre el 0,1 % en peso y el 20 % en peso, más preferiblemente entre el 0,1 % en peso y el 10 % en peso. Un bajo contenido de agua puede ser ventajoso, debido a que reduce el tiempo requerido para curar la estructura en capas y, en algunos casos, reduce el desperdicio de la resina a través de fugas de la estructura en capas. El contenido de agua se define de la siguiente manera: la cantidad de agua en la estructura en capas dividida entre la masa total de la estructura en capas.

Si la base de capa de núcleo, la base de capa superficial y/o la estructura en capas tienen un contenido de agua que es demasiado alto, pueden someterse a una etapa de secado, para eliminar el exceso de agua. La etapa de secado puede llevarse a cabo en condiciones adecuadas para eliminar el agua. Durante el secado, se producirá poca o ninguna polimerización de la resina. Esto se debe a que, cuando se garantiza una etapa de secado, el contenido de agua es alto y porque la temperatura de secado está por debajo de una temperatura a la que se produce una polimerización significativa. El secado puede realizarse a una temperatura inferior a 60 °C, preferiblemente a una temperatura de 10 a menos de 60 °C, más preferiblemente a una temperatura de 10 a 50 °C, incluso más preferiblemente a una temperatura de 20 a 50 °C, lo más preferiblemente a una temperatura de 30 a 50 °C. El tiempo de secado es preferiblemente como máximo 48 horas, preferiblemente como máximo 24 horas. En algunas realizaciones, el tiempo de secado es mucho más corto, preferiblemente como máximo 8 horas, más preferiblemente como máximo 4 horas, incluso más preferiblemente como máximo 2 horas, lo más preferiblemente como máximo 1 hora. Como mínimo, pudo mencionarse un tiempo de secado de 5 minutos. Puede aplicarse una presión reducida para acelerar el secado. La presión reducida puede ser 0,9 bares o menos, preferiblemente 0,5 bares o menos, más preferiblemente 0,1 bares o menos. El secado puede reducir el contenido de agua hasta menos del 20 % en peso, preferiblemente menos del 10 % en peso, más preferiblemente menos del 5 % en peso, lo más preferiblemente menos

del 2 % en peso, calculado sobre el peso total de la base o estructura en capas.

Adicional o alternativamente, dependiendo del grado de polimerización, la base de capa de núcleo (secada) y/o la base de capa superficial (secada), independientemente, pueden someterse a una etapa de curado previo. Durante el curado previo, se producirá la polimerización de la resina y puede producirse la eliminación del agua (reacción). El curado previo puede realizarse a una temperatura de al menos 60 °C. Por ejemplo, el curado previo puede realizarse a una temperatura de 60 a 140 °C, preferiblemente de 60 a 120 °C, más preferiblemente de 80 a 120 °C. Si se aplica una etapa de secado, el curado previo puede dar como resultado un grado de polimerización de como máximo 0,8, preferiblemente de 0,4 a 0,8, más preferiblemente de 0,6 a 0,8, incluso más preferiblemente de 0,7 a 0,8. Si no se ha aplicado secado, el curado previo puede reducir el contenido de agua hasta menos del 35 % en peso, preferiblemente menos del 20 % en peso, más preferiblemente menos del 10 % en peso, incluso más preferiblemente menos del 5 % en peso, lo más preferiblemente menos del 2 % en peso, calculado sobre el peso total de la estructura en capas. El curado previo puede realizarse durante al menos 5 minutos, preferiblemente al menos 10 minutos, más preferiblemente al menos 1 hora. Como máximo, puede mencionarse un tiempo de curado previo de 24 horas. Generalmente, el curado previo se realizará en un horno. Es ventajoso controlar cuidadosamente la humedad en el horno, porque el agua se elimina durante el secado y, por lo tanto, una alta humedad sería contraproducente. En consecuencia, cuando se cura previamente, la humedad en el horno puede ser inferior al 50 %, preferiblemente inferior al 40 %. Cuanto menor es la humedad, más rápido será el proceso de secado.

La estructura en capas, ya se haya sometido o no a una etapa de secado y/o una etapa de curado previo, se somete entonces a una etapa de curado bajo presión para obtener un panel según la invención con un grado de polimerización como se ha descrito anteriormente. La etapa de curado está destinada a garantizar que las capas se adhieran entre sí, y que se obtienen las propiedades superficiales deseadas. Dependiendo del contexto, como se usa en el presente documento, "bajo presión" puede incluir presión atmosférica, una presión mayor que la presión atmosférica, o presión de vacío.

Específicamente, la estructura en capas puede someterse a una o más etapas de curado (por ejemplo, curado a diferentes temperaturas). Preferiblemente, la estructura en capas se somete a dos o más etapas de curado. La etapa de curado está destinada a polimerizar adicionalmente el polímero y así aumentar la resistencia y la resistencia al agua. El quid de una etapa de curado es, por lo tanto, que el polímero esté a la temperatura de reacción. La etapa de curado también puede realizarse para eliminar o reducir la cantidad de agua que queda en la estructura en capas.

El curado puede llevarse a cabo usando tecnología de calentamiento conocida en la técnica, por ejemplo, en un horno. Pueden usarse diferentes tipos de hornos, incluyendo, pero sin limitación, hornos de correa, hornos de convección, hornos infrarrojos, hornos de aire caliente, hornos de cocción convencionales y combinaciones de los mismos. El curado puede hacerse en una sola etapa, o en múltiples etapas. Los tiempos de curado varían generalmente de 5 segundos a 12 horas, dependiendo del tamaño y la forma de la estructura en capas y del tipo de horno y la temperatura usados. Está dentro del alcance de un experto en la técnica seleccionar condiciones de curado adecuadas.

La estructura en capas se cura a una temperatura interna de 100 a 220 °C, preferiblemente de 100 a 180 °C, más preferiblemente de 120 a 170 °C. Preferiblemente, la temperatura interna durante el curado es de 170 °C o menos cuando la estructura en capas comprende fibras naturales o material particulado (por ejemplo, fibras celulósicas o lignocelulósicas), debido a que temperaturas más altas podrían dañar estas fibras. Cuando se pretende una alta resistencia al agua, el curado tiene lugar preferiblemente a una temperatura interna superior a 150 °C. En consecuencia, la temperatura de curado puede entonces estar por encima de 150 a 220 °C, preferiblemente por encima de 150 a 180 °C, más preferiblemente por encima de 150 a 170 °C. La temperatura interna se mide durante el curado o inmediatamente después de retirar el panel de un medio para el curado, tal como un horno o una prensa.

La estructura en capas obtenida usando el proceso según la invención puede curarse en dos etapas. Esto puede ser ventajoso si el contenido de agua en la estructura en capas es todavía relativamente alto, debido a que un proceso de dos etapas evita el curado desigual de la estructura en capas. En una primera etapa de curado, a una temperatura interna de 80 a 140 °C, preferiblemente de 105 a 135 °C, más preferiblemente de 110 a 130 °C. El curado de la estructura en capas a esta temperatura minimiza el desarrollo de ampollas en la superficie del panel, que se desarrollarían si la estructura en capas se curara a temperaturas más altas. La primera etapa de curado se lleva a cabo preferiblemente durante al menos 15 min, preferiblemente durante al menos 25 min, preferiblemente durante al menos 30 min. Puede llevarse a cabo durante el tiempo que se desee, pero, por motivos comerciales, generalmente no se lleva a cabo durante más de 3 horas.

Después de la primera etapa de curado, la estructura en capas puede curarse, en una segunda etapa de curado, a una temperatura interna de 140 a 220 °C, preferiblemente de 140 a 180 °C. Preferiblemente, la temperatura interna durante el curado es de 170 °C o menos cuando la estructura en capas comprende fibras naturales (por ejemplo, fibras celulósicas o lignocelulósicas), debido a que temperaturas más altas podrían dañar estas fibras. La segunda etapa de curado, si todavía es necesaria, puede usarse para aumentar la resistencia de la estructura en capas. Generalmente se lleva a cabo durante al menos 60 minutos, preferiblemente durante al menos 90 minutos. Por motivos comerciales, la segunda etapa de curado se lleva a cabo generalmente durante como máximo de 6 horas. Como resultará evidente para el experto, también puede aplicarse un gradiente de temperatura durante el curado.

5 Puede aplicarse una presión mayor o menor que la presión atmosférica a la estructura en capas, por ejemplo, para dar al panel final una forma o densidad particular. Tal presión puede aplicarse antes o durante el curado. Esta presión puede aplicarse presionando la estructura dentro o sobre un molde, preferiblemente un molde recubierto con un material de teflón. Como se usa en el presente documento, un "molde" se define como una forma capaz de soportar la estructura en capas durante la etapa de curado. La presión puede ser de 2 a 40 bares (= kg/cm² de estructura), preferiblemente de 5 a 30 bares, más preferiblemente de 15 a 30 bares. La presión puede aplicarse durante una duración total de al menos 5 segundos. El prensado puede realizarse usando un control de grosor que determina el grosor de los paneles obtenidos por el proceso, que se ha descrito anteriormente. Puede aplicarse presión para obtener un panel sorprendentemente fuerte que tenga una alta homogeneidad superficial y resistencia al rayado.

10 15 20 Después del curado, el grado de polimerización del polímero en el panel generalmente será de al menos 0,6, preferiblemente al menos 0,7, más preferiblemente al menos 0,8, incluso más preferiblemente al menos 0,9. Además, inmediatamente después del curado, el contenido de agua del panel está generalmente por debajo del 10 % en peso (calculado sobre el peso total de la estructura en capas), preferiblemente por debajo del 5 % en peso, más preferiblemente por debajo del 2 % en peso, lo más preferiblemente por debajo del 1 % en peso. Dependiendo de las condiciones de almacenamiento, el contenido de agua del panel puede aumentar después del curado.

25 Otras propiedades de un panel obtenible mediante el método según el método, tales como su resistencia al agua, resistencia a la flexión y dureza, se han descrito anteriormente.

Ejemplos

30 35 40 45 50 Los siguientes ejemplos ilustrarán la práctica de la invención en algunas realizaciones preferidas. Otras realizaciones dentro del alcance de la invención resultarán evidentes para el experto en la técnica.

Ejemplo 1: Preparación de solución de polímero de poliéster

55 Se combinaron glicerol (1,0 kg, 10,9 mol, pureza >99 %) y ácido cítrico (2,0 kg, 10,4 mol, pureza > 99 %) en un recipiente de reactor que se agitó y calentó. Se añadió ácido bórico (9 g, 0,5 m/m, pureza >99 %). En aproximadamente 15 minutos, la mezcla se calentó hasta 135 °C y se mantuvo a esa temperatura durante 15 minutos. Después, la mezcla se diluyó usando agua del grifo, después de lo cual el contenido de agua era del 40-50 % en peso. La mezcla se dejó enfriar.

60 Para determinar el grado de polimerización del polímero formado antes de la dilución con agua del grifo, se midió el peso del producto de reacción (2775 g) usando una balanza y se comparó con el peso total de los materiales de partida (3000 g). El grado de polimerización se calculó usando la diferencia de peso entre el peso total de los materiales de partida y el peso del producto de reacción.

65 70 75 80 La reacción de polimerización de glicerol y ácido cítrico es una reacción de esterificación. En una reacción de esterificación, dos grupos funcionales (concretamente, un grupo hidroxilo y un grupo ácido carboxílico) reaccionan para formar una molécula de agua. La reacción de esterificación se impulsa hacia su finalización por la evaporación del agua. El peso más bajo del producto de reacción es, por lo tanto, un resultado de la evaporación de este agua de reacción. A partir de la diferencia de peso entre el peso total de los materiales de partida y el peso del producto de reacción, puede determinarse que se habían evaporado aproximadamente 225 g (aproximadamente 12,5 mol) de agua cuando la reacción descrita anteriormente se detuvo después de 15 minutos. Se pierde un equivalente de agua cuando un equivalente de grupos ácido carboxílico reacciona con un equivalente de grupos hidroxilo. Esto significa que 12,5 equivalentes de grupos ácido carboxílico y 12,5 equivalentes de grupos hidroxilo habían reaccionado cuando la reacción se detuvo después de 15 minutos.

85 90 95 100 El número máximo de grupos funcionales que podrían reaccionar, en la reacción de esterificación mencionada anteriormente, se determina por los equivalentes de grupos ácido carboxílico disponibles para la reacción (ya que había menos grupos ácido carboxílico disponibles para la reacción que grupos hidroxilo). El ácido cítrico tiene tres grupos ácido carboxílico. En consecuencia, había 31,2 equivalentes de grupos ácido carboxílico (3x10,4 mol de ácido cítrico) disponibles para la reacción.

105 110 115 120 El grado de polimerización es la razón de la fracción de grupos funcionales que han reaccionado en un cierto punto en el tiempo (en este caso: 12,5 equivalentes de grupos ácido carboxílico después de 15 minutos) con respecto al número máximo de grupos funcionales que pueden reaccionar (en este caso: 31,4 equivalentes de grupos ácido carboxílico). Esto significa que, después de que se detuviera la reacción, el grado de polimerización del polímero era de 0,40 (12,5/31,2).

Ejemplo 2: Fabricación de un panel en un proceso de una sola etapa

125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350 9355 9360 9365 9370 9375 9380 9385 9390 9395 9400 9405 9410 9415 9420 9425 9430 9435 9440 9445 9450 9455 9460 9465 9470 9475 9480 9485 9490 9495 9500 9505 9510

Se cortaron dos esterillas de cáñamo (110x85 cm) de un rollo de cáñamo (15x1 m, grosor de 10 mm, 1100 g/m², de Hempflax). Las esterillas de cáñamo se impregnaron con la resina obtenida en el ejemplo 1. La resina se vertió en primer lugar uniformemente sobre un lado de las esterillas de cáñamo. Las esterillas de cáñamo se enrollaron luego con la ayuda de un pasador de rodillo y entonces se hicieron pasar a través de un escurridor. La impregnación de la resina se realizó a temperatura ambiente. Después de estas etapas, la cantidad total de resina impregnada en las esterillas estaba entre el 45-55 % en peso, calculado sobre el peso de la resina antes de la dilución y el peso total de las esterillas y la resina antes de la dilución. Las esterillas de cáñamo impregnadas se curaron previamente a 80 °C durante 2,5 horas. A continuación, se dejaron enfriar hasta temperatura ambiente.

10 *Preparación de la base de capa de núcleo*

Se preparó un material particulado a partir de 9000 g de briznas de cáñamo. A este material particulado, se añadieron 1500 g de la resina del ejemplo 1 y la mezcla particulada resultante se agitó. La mezcla particulada tenía un contenido de resina del 10 % en peso calculado sobre el peso de la resina antes de la dilución y el peso total del material particulado y la resina antes de la dilución. Esta mezcla particulada se secó luego a 120 °C durante 1 hora.

15 *Formar la estructura en capas*

20 Se colocó una primera esterilla de cáñamo (precalentada a 80 °C) en un molde. La mezcla particulada (precalentada a 120 °C) se extendió sobre la primera esterilla de cáñamo. Se aplicó una segunda esterilla de cáñamo sobre la mezcla particulada. El molde estaba provisto de una cubierta, y se aplicó presión sobre el molde (estimados 1-5 bares).

25 *Curar la estructura en capas para obtener un panel*

30 Se retiró el molde y luego se prensó la estructura durante un total de 10-20 min a una temperatura de 155 °C (temperatura interna de 115-125 °C). El panel se retiró de la prensa. El panel de sándwich así obtenido tenía una superficie lisa y homogénea, tal como se determinó por inspección táctil y visual.

35 El panel se sometió luego a una etapa de curado posterior de la siguiente manera: El panel se colocó en un horno, precalentado a 120 °C, y se curó a esa temperatura durante 30 minutos, seguido de curado a 160 °C durante 105 min.

El panel final tenía una superficie lisa y homogénea, con buena dureza y buena resistencia al agua, como se muestra en la tabla 1.

35 Tabla 1:

Propiedad del panel	Resultado obtenido
Dureza	60-80 Shore D
Resistencia a la flexión	30-40 MPa
Hinchamiento del grosor después de 2 h	10-30 %

Ejemplo 3: Fabricación de un panel en un proceso de dos etapas

40 En este ejemplo, en una primera etapa, se fabrica un panel de núcleo, que luego se combina con las capas superficiales.

45 *Preparación de las bases de capa superficial*

45 Las bases de capa superficial se prepararon como se describe en el ejemplo 2.

50 *Preparación de la capa de núcleo*

55 Se preparó un material particulado a partir de 9000 g de briznas de cáñamo. A este material particulado, se añadieron 1500 g de la resina del ejemplo 1 y la mezcla particulada resultante se agitó. La mezcla particulada tenía un contenido de resina del 10 % en peso calculado sobre el peso de la resina antes de la dilución y el peso total del material particulado y la resina antes de la dilución.

55 La mezcla particulada se extendió en un molde. El molde estaba provisto de una cubierta, y se aplicó presión sobre el molde (estimados 1-5 bares). El molde se retiró y la mezcla particulada se prensó luego durante un total de 12 minutos a una temperatura de 200 °C (temperatura interna de 115-125 °C) con una presión de 25 bares. La capa de núcleo resultante se retiró de la prensa. La capa de núcleo tenía una resistencia a la flexión de 10-15 MPa.

60 *Formar la estructura en capas*

60 La capa de núcleo así obtenida se intercaló entre dos bases de capa superficial (es decir, esterillas de cáñamo impregnadas como se describe en el ejemplo 2), y la estructura en capas resultante se precalentó hasta 80 °C durante

1 hora.

Curar la estructura en capas para obtener un panel

5 La estructura en capas se prensó luego durante un total de 12 minutos a una temperatura de 155 °C (temperatura interna de 115-125 °C) con una presión de 25 bares. El panel de sándwich así obtenido tenía una superficie lisa y homogénea, tal como se determinó por inspección táctil y visual.

10 El panel se sometió luego a una etapa de curado posterior de la siguiente manera: El panel se colocó en un horno, precalentado a 120 °C, y se curó a esa temperatura durante 30 minutos, seguido de curado a 160 °C durante 105 min.

El panel final tenía una superficie lisa y homogénea, con buena dureza y buena resistencia al agua, como se muestra en la tabla 2.

15 Tabla 2:

Propiedad del panel	Resultado obtenido
Dureza	60-80 Shore D
Resistencia a la flexión	30-40 MPa
Hinchamiento del grosor después de 2 h	10-30 %

Ejemplo 4: Fabricación de un panel de dos etapas con hierba de camino

20 En este ejemplo, en una primera etapa, se fabrica un panel de núcleo, que luego se combina con las capas superficiales.

Preparación de las bases de capa superficial

25 Las bases de capa superficial se prepararon como se describe en el ejemplo 2.

Preparación de la capa de núcleo

30 Se preparó un material particulado a partir de 8000 g de briznas de cáñamo y 1000 g de hierba seca. A este material particulado, se añadieron 1500 g de la resina del ejemplo 1 y la mezcla resultante se agitó. La mezcla particulada tenía un contenido de resina del 10 % en peso calculado sobre el peso de la resina antes de la dilución y el peso total del material particulado y la resina antes de la dilución.

35 La mezcla particulada se extendió en un molde. El molde estaba provisto de una cubierta, y se aplicó presión sobre el molde (estimados 1-5 bares). El molde se retiró y la mezcla particulada se prensó luego durante un total de 12 minutos a una temperatura de 200 °C (temperatura interna de 115-125 °C) con una presión de 25 bares. La capa de núcleo resultante se retiró de la prensa. La capa de núcleo tenía una resistencia a la flexión de 10-15 MPa.

Formar la estructura en capas

40 La capa de núcleo así obtenida se intercaló entre dos bases de capa superficial (es decir, esterillas de cáñamo impregnadas como se describe en el ejemplo 2) y la estructura en capas resultante se precalentó hasta 80 °C durante 1 hora. Luego se rociaron 50 g de hierba sobre las capas de cáñamo.

45 *Curar la estructura en capas para obtener un panel*

La estructura en capas se prensó luego durante un total de 12 minutos a una temperatura de 155 °C (temperatura interna de 115-125 °C) con una presión de 25 bares. El panel así obtenido tenía una superficie lisa y homogénea, tal como se determinó por inspección táctil y visual. El panel muestra un aspecto diferente determinado por el patrón de hierba de camino añadido en la parte superior.

50 El panel se sometió luego a una etapa de curado posterior de la siguiente manera: El panel se colocó en un horno, precalentado a 120 °C, y se curó a esa temperatura durante 30 minutos, seguido de curado a 160 °C durante 105 min.

55 El panel final tenía una superficie lisa y homogénea, con buena dureza y buena resistencia al agua, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3:

Propiedad del panel	Resultado obtenido
Dureza	60-70 Shore D

Resistencia a la flexión	25-35 MPa
Hinchamiento del grosor después de 2 h	15-40 %

Las fotos de los paneles que pueden obtenerse usando este método se proporcionan como figuras 3 y 4. Las diversas capas de los paneles pueden identificarse fácilmente en las figuras 3 y 4: las capas superficiales son delgadas (1,5 mm cada una), mientras que la capa de núcleo es gruesa (15 mm). Sin embargo, las diversas propiedades deseables del panel, como se ha expuesto anteriormente, pueden atribuirse en gran parte a las capas superficiales delgadas.

Ejemplo 5: Fabricación de un panel con bordes cubiertos en un proceso de una sola etapa

Preparación de las bases de capa superficial

- 10 Se cortaron dos esterillas de cáñamo (15x15 cm) de un rollo de cáñamo (15x1 m, grosor de 10 mm, de Hempflax). Las esterillas de cáñamo se impregnaron con la resina obtenida en el ejemplo 1. La resina se vertió en primer lugar uniformemente sobre un lado de las esterillas de cáñamo. Las esterillas de cáñamo se voltearon luego y se pulverizó el otro lado de las esterillas de cáñamo con resina. La impregnación de la resina se realizó a temperatura ambiente.
- 15 La cantidad total de resina pulverizada sobre las esterillas fue del 40 % en peso, calculado sobre el peso de la resina antes de la dilución y el peso total de las esterillas y la resina antes de la dilución. Las esterillas de cáñamo impregnadas se curaron previamente a 105 °C durante 30 min. A continuación, se dejaron enfriar hasta temperatura ambiente.

20 *Preparación de la base de capa de núcleo*

- 25 Se preparó un material particulado a partir de 240 g de briznas de cáñamo. A este material particulado, se añadieron 20 g de la resina del ejemplo 1 y la mezcla particulada resultante se agitó. Esta mezcla particulada tenía un contenido de resina del 10 % en peso calculado sobre el peso de la resina antes de la dilución y el peso total del material particulado y la resina antes de la dilución.

Formar la estructura en capas

- 30 Se colocó una primera esterilla de cáñamo en un molde precalentado (145 °C). La mezcla particulada se extendió sobre la primera esterilla de cáñamo. Se aplicó una segunda esterilla de cáñamo sobre la mezcla particulada. El molde estaba provisto de una cubierta, y se aplicó presión sobre el molde (estimados 20-30 bares).

Curar la estructura en capas para obtener un panel

- 35 La estructura en capas se prensó luego durante un total de 15 minutos a una temperatura de 145 °C (temperatura interna de 115-125 °C). El panel se retiró del molde. El panel así obtenido tenía una superficie lisa y homogénea, tal como se determinó por inspección táctil y visual.
- 40 El panel se sometió luego a una etapa de curado posterior de la siguiente manera: El panel se colocó en un horno, precalentado a 120 °C, y se curó a esa temperatura durante 30 minutos, seguido de curado a 160 °C durante 105 min.

Una foto del panel proporcionada como figura 5. Puede derivarse de la figura 5 que los bordes del panel están cubiertos con una capa superficial, evitando de ese modo que la capa de núcleo quede expuesta.

45 **Ejemplo 6: Fabricación de un panel con muebles reciclados como relleno**

En este ejemplo, en una primera etapa se fabrica un panel de núcleo, que luego se combina con las capas superficiales.

50 *Preparación de las bases de capa superficial*

Las bases de capa superficial se prepararon como se describe en el ejemplo 2.

Preparación de la capa de núcleo

- 55 Se preparó un material particulado a partir de 9000 g de muebles reciclados (obtenidos de Vepa) hechos de la resina como se describe en el presente documento y fibras de cáñamo. Para este material particulado, se añadieron 1500 g de la resina del ejemplo 1 y la mezcla particulada resultante se agitó. La mezcla particulada tenía un contenido de resina del 10 % en peso calculado sobre el peso de la resina antes de la dilución y el peso total del material particulado y la resina antes de la dilución.

60 La mezcla particulada se extendió en un molde. El molde estaba provisto de una cubierta, y se aplicó presión sobre el molde (estimados 1-5 bares). El molde se retiró y la mezcla se prensó luego durante un total de 12 minutos a una temperatura de 200 °C (temperatura interna de 115-125 °C) con una presión de 25 bares. La capa de núcleo resultante

se retiró de la prensa. La capa de núcleo tenía una resistencia a la flexión de 10-20 MPa.

Formar la estructura en capas

- 5 La capa de núcleo así obtenida se intercaló entre dos esterillas de cáñamo impregnadas como se describe en el ejemplo 2.

Curar la estructura en capas para obtener un panel

- 10 La estructura en capas resultante se precalentó hasta 80 °C durante 1 hora. La estructura en capas se prensó luego durante un total de 12 minutos a una temperatura de 155 °C (temperatura interna de 115-125 °C) con una presión de 25 bares. El panel de sándwich así obtenido tenía una superficie lisa y homogénea, tal como se determinó por inspección táctil y visual.

- 15 El panel se sometió luego a una etapa de curado posterior de la siguiente manera: El panel se colocó en un horno, precalentado a 120 °C, y se curó a esa temperatura durante 30 minutos, seguido de curado a 160 °C durante 105 min.

El panel final tenía una superficie lisa y homogénea, con buena dureza y buena resistencia al agua.

- 20 Ejemplo 7: Fabricación de un panel con astillas de madera como relleno

En este ejemplo, en una primera etapa se fabrica un panel de núcleo, que luego se combina con las capas superficiales.

- 25 *Preparación de las bases de capa superficial*

Las bases de capa superficial se prepararon como se describe en el ejemplo 2.

Preparación de la capa de núcleo

- 30 Se preparó un material particulado de 9000 g de astillas de madera. Las astillas de madera las suministró Koskisen y estaban hechas de abedul y abeto. A este material particulado, se añadieron 1500 g de la resina del ejemplo 1 y la mezcla particulada resultante se agitó. La mezcla particulada tenía un contenido de resina del 10 % en peso calculado sobre el peso de la resina antes de la dilución y el peso total del material particulado y la resina antes de la dilución.

- 35 La mezcla particulada se extendió en un molde. El molde estaba provisto de una cubierta, y se aplicó presión sobre el molde (estimados 1-5 bares). El molde se retiró y la mezcla se prensó luego durante un total de 12 minutos a una temperatura de 200 °C (temperatura interna de 115-125 °C) con una presión de 25 bares. La capa de núcleo resultante se retiró de la prensa. La capa de núcleo tenía una resistencia a la flexión de 10-20 MPa.

- 40 *Formar la estructura en capas*

La capa de núcleo así obtenida se intercaló entre dos esterillas de cáñamo impregnadas como se describe en el ejemplo 2.

- 45 *Curar la estructura en capas para obtener un panel*

- La estructura en capas resultante se precalentó hasta 80 °C durante 1 hora. La estructura se prensó luego durante un total de 12 minutos a una temperatura de 155 °C (temperatura interna de 115-125 °C) con una presión de 25 bares.

- 50 El panel de sándwich así obtenido tenía una superficie lisa y homogénea, tal como se determinó por inspección táctil y visual.

El panel se sometió luego a una etapa de curado posterior de la siguiente manera: El panel se colocó en un horno, precalentado a 120 °C, y se curó a esa temperatura durante 30 minutos, seguido de curado a 160 °C durante 105 min.

- 55 El panel final tenía una superficie lisa y homogénea, con buena dureza y resistencia a la flexión (hasta 40 MPa) y buena resistencia al agua.

REIVINDICACIONES

1. Panel que comprende una capa de núcleo y al menos una capa superficial unida a la capa de núcleo, en el que la capa de núcleo comprende material particulado unido con una resina y la capa superficial comprende material fibroso unido con una resina, comprendiendo las resinas un polímero derivado de un poliol alifático con 2-15 átomos de carbono y un ácido policarboxílico alifático con 3-15 átomos de carbono, en el que el polímero tiene un grado de polimerización, determinado gravimétricamente, de al menos 0,6, y en el que la razón del contenido de resina (en % en peso) de la capa de núcleo con respecto al contenido total de resina (en % en peso) de la(s) capa(s) superficial(es) está en el intervalo de 1:1,5 a 1:15.
2. Panel según la reivindicación 1, en el que la capa de núcleo está dispuesta entre una o dos capas superficiales, preferiblemente entre dos capas superficiales.
3. Panel según la reivindicación 1 o 2, en el que la capa de núcleo tiene un grosor de al menos 1,5 mm, en particular al menos 2 mm, más en particular al menos 4 mm y/o como máximo 20 cm, en particular como máximo 10 cm, más en particular como máximo 5 cm, incluso más en particular como máximo 3 cm; y/o en el que el grosor de la(s) capa(s) superficial(es) es de al menos 0,3 mm, en particular al menos 0,5 mm, más en particular mayor de 1 mm, incluso más en particular al menos 1,1 mm y/o como máximo 20 mm, más en particular como máximo 10 mm, incluso más en particular como máximo 5 mm, aún más en particular menos de 5 mm.
4. Panel según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la capa de núcleo tiene una densidad en el intervalo de 0,1 g/cm³ a 1,4 g/cm³, preferiblemente de 0,3 g/cm³ a 1,4 g/cm³, más preferiblemente de 0,5 g/cm³ a 1,3 g/cm³.
5. Panel según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material particulado comprende al menos el 50 % en peso de partículas que tienen una razón de aspecto de menos de 500:1, preferiblemente menos de 100:1, más preferiblemente menos de 50:1, incluso más preferiblemente menos de 10:1.
6. Panel según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la(s) capa(s) superficial(es) comprende(n) fibras derivadas de plantas, preferiblemente fibras celulósicas y/o lignocelulósicas, más preferiblemente fibras de lino, cáñamo, kenaf, yute, ramio, sisal, coco, bambú y/o algodón.
7. Panel según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material fibroso en la(s) capa(s) superficial(es) comprende fibras que tienen una longitud, determinada a lo largo de su eje más largo, de al menos 1 cm, preferiblemente al menos 2 cm, preferiblemente al menos 3 cm, más preferiblemente al menos 4 cm, y/o como máximo 20 cm, preferiblemente como máximo 10 cm.
8. Panel según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los lados del panel están cubiertos con una capa superficial.
9. Panel según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el contenido de resina del panel está en el intervalo del 10-60 % en peso, preferiblemente el 15-50 % en peso, más preferiblemente el 15-40 % en peso, calculado sobre el peso total del panel, y/o el contenido de resina de la capa de núcleo está en el intervalo del 1-40 % en peso, preferiblemente el 2-30 % en peso, más preferiblemente en el intervalo del 5-20 % en peso, calculado sobre el peso total del material particulado y la resina, y/o el contenido de resina de la(s) capa(s) superficial(es) es del 10-90 % en peso, preferiblemente el 20-80 % en peso, más preferiblemente el 30-70 % en peso, incluso más preferiblemente el 40-60 % en peso, calculado sobre el peso total del material fibroso y la resina.
10. Panel según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la razón del contenido de resina (en % en peso) de la capa de núcleo con respecto al contenido total de resina (en % en peso) de la(s) capa(s) superficial(es) puede estar en el intervalo de 1:1,5 a 1:10, más en particular de 1:2 a 1:8.
11. Panel según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la razón del grosor de la capa de núcleo con respecto al grosor total de la(s) capa(s) superficial(es) está en el intervalo de 1:1 a 150:1, más preferiblemente en el intervalo de 1:1 a 50:1, más preferiblemente de 1:1 a 25:1, más preferiblemente de 2:1 a 25:1, más preferiblemente de 3:1 a 25:1, más preferiblemente de 5:1 a 20:1.
12. Panel según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que

- el ácido policarboxílico comprende al menos el 10 % en peso de ácido tricarboxílico, en particular al menos el 30 % en peso de ácido tricarboxílico, calculado sobre la cantidad total de poliácido, preferiblemente al menos el 50 % en peso, más en particular al menos el 70 % en peso, aún más en particular al menos el 90 % en peso, o incluso al menos el 95 % en peso, siendo el ácido tricarboxílico preferiblemente ácido cítrico, y/o
- 5 el poliol consiste en al menos el 50 % en moles de glicerol, xilitol, sorbitol o manitol, en particular de glicerol, preferiblemente al menos el 70 % en moles, más en particular al menos el 90 % en moles, o incluso al menos el 95 % en moles.
- 10 13. Método de fabricación de un panel según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende las etapas de
- proporcionar una base de capa de núcleo combinando material particulado y polímero derivado de un poliol alifático con 2-15 átomos de carbono y un ácido policarboxílico alifático con 3-15 átomos de carbono, o precursores de los mismos;
 - opcionalmente, curar la base de capa de núcleo bajo presión para formar una capa de núcleo que comprende polímero con un grado de polimerización de al menos 0,6;
- 15 20 - proporcionar una base de capa superficial combinando material fibroso y polímero derivado de un poliol alifático con 2-15 átomos de carbono y un ácido policarboxílico alifático con 3-15 átomos de carbono, o precursores de los mismos;
- 25 - combinar la base de capa de núcleo o la capa de núcleo y al menos una base de capa superficial para formar una estructura en capas; y
- someter la estructura en capas a una etapa de curado bajo presión, en el que la etapa de curado comprende curar la estructura en capas a una temperatura interna de 100 a 220 °C durante de 5 segundos a 12 horas, para obtener un panel que comprende polímero que tiene un grado de polimerización, determinado gravimétricamente, de al menos 0,6.
- 30 35 14. Método según la reivindicación 13, en el que la estructura en capas comprende una base de capa de núcleo y al menos una base de capa superficial, comprendiendo cada base independientemente un polímero que tiene un grado de polimerización de como máximo 0,8.
- 40 35 15. Método según la reivindicación 14, en el que, antes de la formación de la estructura en capas, la base de capa de núcleo se somete a una etapa de curado bajo presión para formar una capa de núcleo que comprende un polímero con un grado de polimerización de 0,6 a 0,8, opcionalmente en el que la combinación de la capa de núcleo y la al menos una base de capa superficial es de tal manera que la capa de núcleo está dispuesta entre dos bases de capa superficial.

Fig. 1

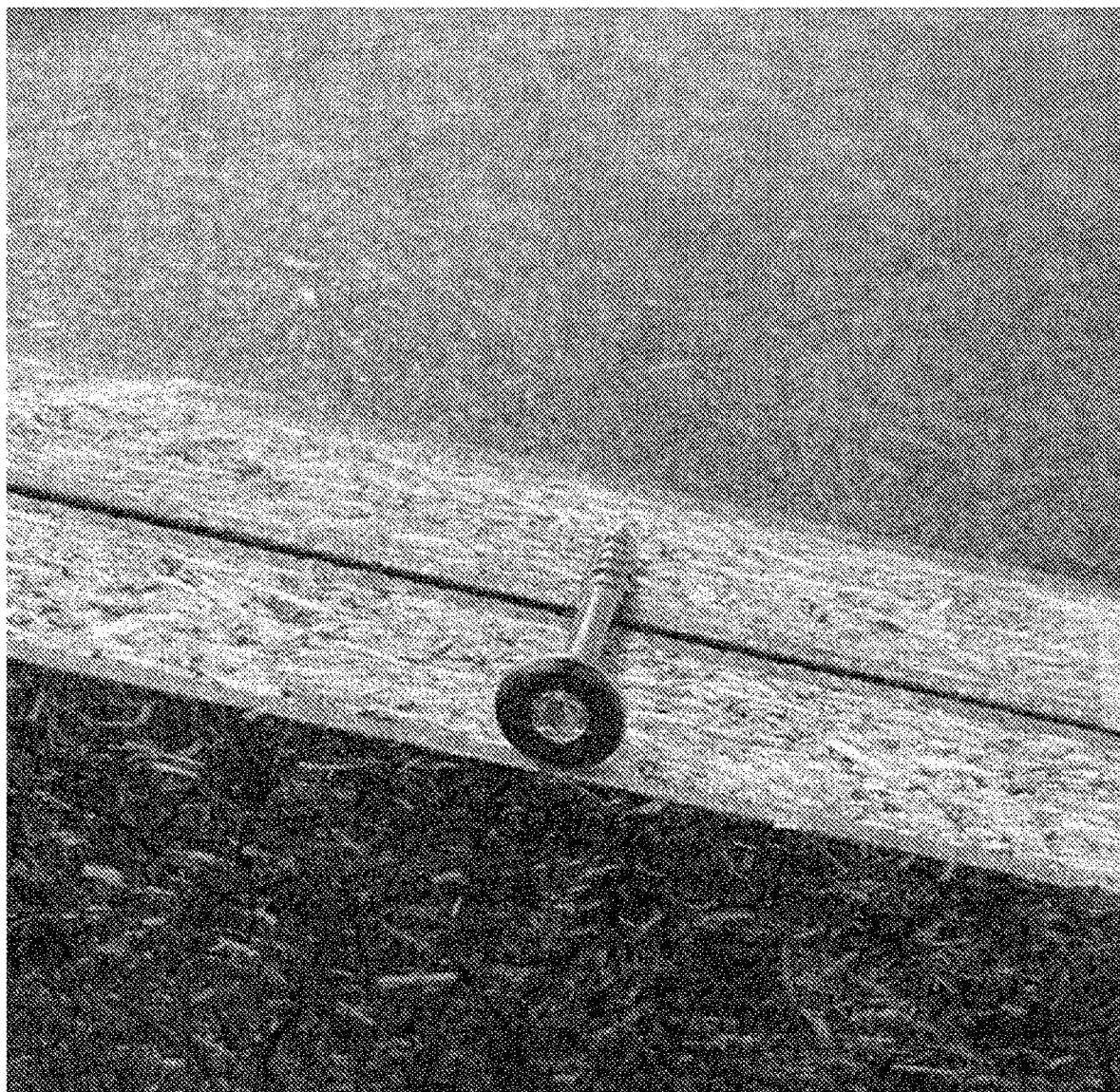


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

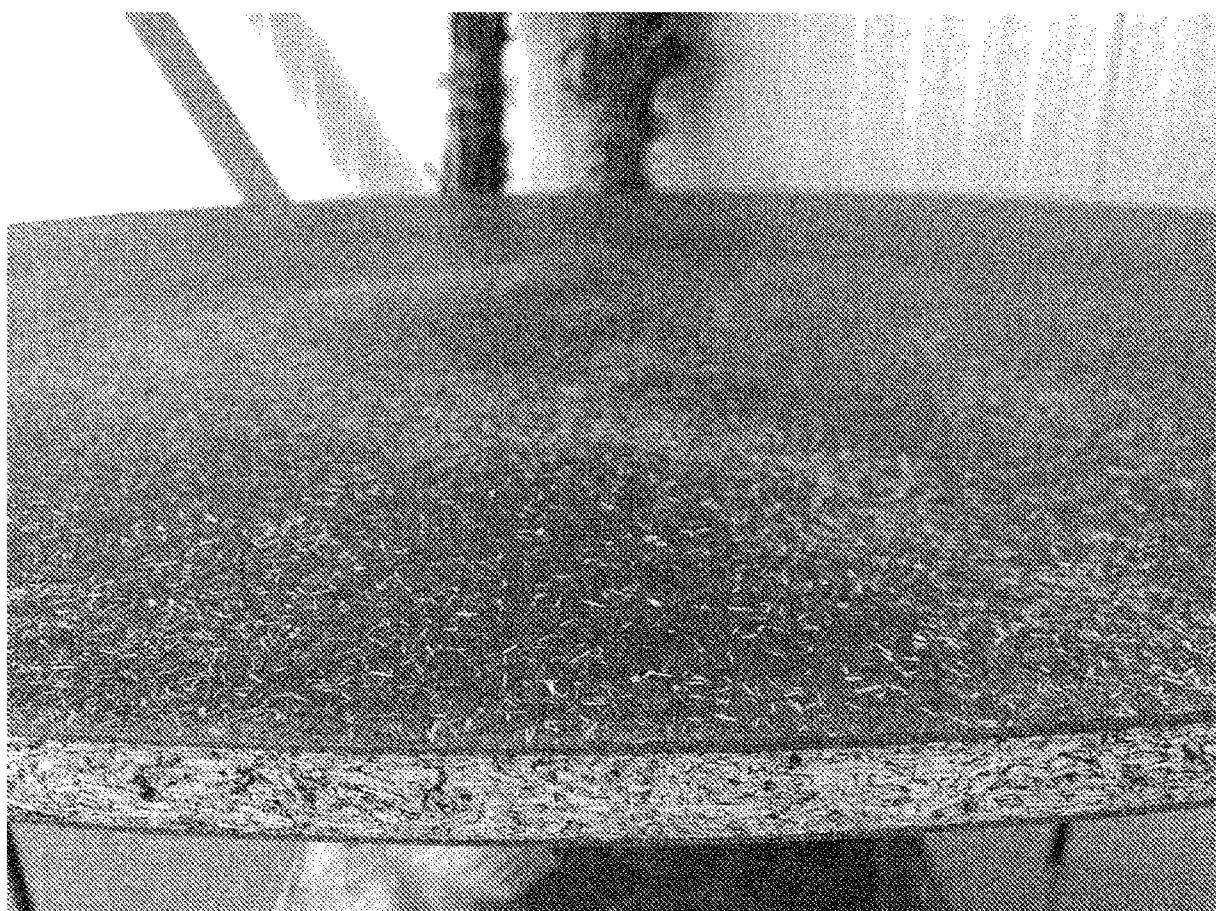


Fig. 5

