(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **3 015 198**

(51) Int. Cl.:

E03F 1/00 (2006.01)
E02B 11/00 (2006.01)
C03C 25/34 (2006.01)
C08H 7/00 (2011.01)
C08L 97/00 (2006.01)
C09J 197/00 (2006.01)
D04H 1/4209 (2012.01)
D04H 1/587 (2012.01)
D04H 1/64 (2012.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2021 PCT/EP2021/058706**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **07.10.2021 WO21198467**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2021 E 21717018 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2025 EP 4127341**

(54) Título: **Método de drenaje de agua**

(30) Prioridad:

03.04.2020 WO PCT/EP2020/059656

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.04.2025

(73) Titular/es:

ROCKWOOL A/S (100.00%)
Hovedgaden 584C
2640 Hedehusene, DK

(72) Inventor/es:

DE KUBBER, DAAN;
JOHANSSON, DORTE BARTNIK;
NIKOLIC, MIROSLAV y
EMBORG, MICHAEEL

(74) Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

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

Método de drenaje de agua

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para drenar agua, a un dispositivo de drenaje de agua y a una serie de dos o más dispositivos de drenaje de agua.

Antecedentes de la invención

Las precipitaciones, como la lluvia, la nieve, el aguanieve, el granizo y similares, producen un exceso de agua que debe recogerse y/o transportarse de forma segura a otro lugar. Por lo general, los sistemas de canalones y drenaje principal se utilizan para recolectar el exceso de agua y transportarlo a un punto de recolección de agua. Sin embargo, a menudo el agua superficial permanece en el suelo, lo que puede provocar que el suelo se encharque o se inunde.

Se sabe que hay dispositivos que comprenden fibras vítreas artificiales que pueden absorber y almacenar el exceso de agua superficial y disiparlo gradualmente de nuevo en el suelo circundante. También se sabe que hay dispositivos que absorben el exceso de agua superficial y transportan el agua a otros lugares.

El documento WO 2018/206132 describe una composición aglutinante libre de formaldehído para fibras minerales que comprende: al menos un compuesto que contiene fenol y/o quinona, al menos una proteína, al menos un éster de ácido graso de glicerol.

El documento US-2018/009708 describe una composición dimensionada para productos aislantes a base de lana mineral, en particular lana de vidrio o de roca, que incluye al menos un lignosulfonato de amonio o una sal de metal alcalino o alcalinotérreo del ácido lignosulfónico, y al menos un compuesto carbonílico.

El documento US-2014/039146 describe resinas lignoepoxídicas a base de agua y métodos para su preparación y uso.

El documento CA 2277286 describe una composición aglutinante adhesiva a base de lignina para tableros de partículas y productos similares a base de madera, que comprende una mezcla acuosa espumada de fibras y carbohidratos obtenidos a partir de un proceso de pulpa de materiales lignocelulósicos.

El documento US-2014/094562 describe composiciones aglutinantes de polifenoles modificados y métodos para fabricar y usar dichas composiciones.

El documento CN 107286873 describe un adhesivo para tubos de papel y un método de preparación del mismo. Dicho método implica mezclar una emulsión de lignina oxidativa, peroxidisulfato de potasio, etilenglicol, polvo de caolín, fosfato de aluminio y agua.

El documento US-6238475 describe una modificación del lignosulfonato, cuyo efecto es reducir las propiedades de retardo del fraguado y de retención de aire experimentadas cuando se usan lignosulfonatos como aditivos reductores de agua en composiciones de cemento.

El documento WO 2013/113410 describe un elemento de drenaje formado por un sustrato de fibra vítrea artificial (MMFV - *Man-Made Vitreous Fibres*) hidrófila coherente, en donde el sustrato de MMVF comprende fibras vítreas artificiales unidas con una composición aglutinante curada, teniendo el sustrato de MMVF un primer y un segundo extremos opuestos y un pasaje que se extiende desde una primera abertura en el primer extremo hasta una segunda abertura en el segundo extremo.

El documento WO 2013/072082 describe un depósito de drenaje de agua que comprende un sustrato coherente de fibra vítrea artificial y un conducto que tiene dos extremos abiertos en donde el sustrato de MMVF comprende fibras vítreas artificiales unidas con una composición aglutinante curada, en donde un primer extremo abierto del conducto está en comunicación fluida con el sustrato de MMVF.

El documento WO 2014/029873 divulga una estructura para drenar aguas superficiales, que comprende una capa de distribución de fuerza coherente y una capa de drenaje, en donde la capa de drenaje está formada por un conjunto de elementos de drenaje coherentes de fibra vítrea artificial (MMVF), en donde cada uno de los elementos de drenaje comprende fibras vítreas artificiales unidas con una composición aglutinante curada, en donde la capa de drenaje está debajo de la capa de distribución de fuerza.

El documento WO 2014/029872 divulga un dispositivo que comprende un sustrato de fibra vítrea artificial coherente y al menos un primer conducto y al menos un segundo conducto, teniendo cada conducto un primer y un segundo extremo abierto, en donde el sustrato de MMVF comprende fibras vítreas artificiales unidas con una composición

aglutinante curada, en donde el primer extremo abierto del primer conducto y el primer extremo abierto del segundo conducto están cada uno independientemente en comunicación fluida con el sustrato de MMVF, en donde el primer conducto está a una altura mayor que el segundo conducto, en donde al menos una porción del sustrato de MMVF está dispuesta entre el primer y el segundo conducto.

Dichos dispositivos comprenden normalmente resinas de fenol-formaldehído y resinas de fenol-formaldehído urea como aglutinantes. Estos aglutinantes son económicos de producir y proporcionan excelentes propiedades mecánicas de manipulación. Esto es muy importante ya que los dispositivos se colocan bajo tierra y deben poder soportar el proceso de instalación y luego la presión desde arriba del suelo durante el uso (por ejemplo, de los vehículos).

Sin embargo, la legislación existente y propuesta dirigida a reducir o eliminar las emisiones de formaldehído de las instalaciones de producción, pero también del entorno de trabajo, ha llevado al desarrollo de aglutinantes sin formaldehído. También existe una tendencia actual entre los consumidores a preferir productos que estén total o parcialmente producidos a partir de materiales renovables y, por lo tanto, existe la necesidad de proporcionar aglutinantes para dispositivos de absorción de agua que sean producidos al menos parcialmente a partir de materiales renovables. Además, los aglutinantes basados en formaldehído conocidos a menudo implican componentes corrosivos y/o perjudiciales. Esto requiere medidas protectoras para maquinaria y medidas de seguridad para personas que manejan la maquinaria.

Se han propuesto anteriormente aglutinantes sin formaldehído para dispositivos de absorción de agua. Sin embargo, todavía existen algunas desventajas asociadas con los productos de MMVF preparados con estos aglutinantes en cuanto a propiedades mecánicas inferiores, en comparación con los productos de MMVF preparados con resinas de fenol-formaldehído. Además, tales aglutinantes a menudo se fabrican a partir de materiales de partida costosos.

Además, existe un deseo constante de mejorar las propiedades de retención de agua de los dispositivos de drenaje, por ejemplo: almacenamiento temporal, infiltración y drenaje.

Además, los dispositivos de drenaje de MMVF conocidos generalmente contienen agentes humectantes para mejorar la hidrofilicidad. Sin embargo, determinados agentes humectantes pueden eliminarse por lavado del producto de MMVF a lo largo del tiempo. Además, los dispositivos de drenaje de MMVF conocidos generalmente contienen agentes humectantes para mejorar la hidrofilicidad. Además, a medida que se elimina el agente humectante, las propiedades de drenaje del dispositivo cambian significativamente. Por último, existe un deseo constante de reducir la cantidad de componentes necesarios para producir dispositivos de drenaje de MMVF por razones tanto medioambientales como de rentabilidad.

Por lo tanto, sería deseable producir un dispositivo de drenaje de agua de MMVF que comprenda un aglutinante que no contenga formaldehído pero que tenga propiedades de manipulación mecánica equivalentes o superiores (por ejemplo, resistencia a la compresión) a las de los aglutinantes de fenol-formaldehído. Sería deseable que un dispositivo de este tipo tuviera mejores propiedades de retención de agua (por ejemplo, mejor almacenamiento temporal, infiltración y drenaje del agua). Además, sería deseable que un aglutinante de este tipo sea económico de producir y se base predominantemente en fuentes renovables. Finalmente, sería deseable que un aglutinante de este tipo no requiera la adición adicional de agente humectante y, por lo tanto, evitaría la lixiviación de agentes humectantes en el suelo circundante.

Resumen de la invención

El dispositivo de drenaje de agua usado en la presente invención resuelve los problemas anteriores.

En un primer aspecto, se proporciona un método de drenaje de agua que comprende las etapas de:

- proporcionar un dispositivo de drenaje de agua, en donde el dispositivo de drenaje de agua comprende fibras vítreas artificiales (MMVF) unidas a una composición aglutinante acuosa curada;

- colocar el dispositivo de drenaje de agua en contacto con el suelo, en donde el dispositivo de drenaje de agua absorbe agua y libera agua a un recipiente;

en donde la composición acuosa de aglutinante antes del curado comprende:

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;

- un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes;

- un componente (iii) en forma de uno o más plastificantes.

En un segundo aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de drenaje de agua que comprende fibras vítreas artificiales (MMVF) unidas a una composición aglutinante acuosa curada, en donde la composición aglutinante acuosa antes del curado comprende:

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;
- un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes;
- un componente (iii) en forma de uno o más plastificantes.

En un tercer aspecto de la invención, se proporciona una serie de dos o más dispositivos de drenaje de agua, en donde los dispositivos de drenaje de agua comprenden fibras vítreas artificiales (MMVF) unidas a una composición aglutinante acuosa curada, en donde la composición aglutinante acuosa antes del curado comprende:

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;
- un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes;
- un componente (iii) en forma de uno o más plastificantes.

En un cuarto aspecto de la invención, se proporciona un método para producir un dispositivo de drenaje de agua que comprende las etapas de:

(i) proporcionar fibras vítreas artificiales,

(ii) pulverizar las fibras vítreas artificiales con una composición acuosa de aglutinante;

(iii) recolectar y consolidar las fibras vítreas artificiales y curar la composición aglutinante acuosa para formar un dispositivo de drenaje de agua;

en donde la composición acuosa de aglutinante antes del curado comprende:

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;
- un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes;
- un componente (iii) en forma de uno o más plastificantes.

Los presentes inventores descubrieron que es posible producir un aglutinante libre de formaldehído que conduzca a un dispositivo con propiedades de manipulación mecánica equivalentes (por ejemplo, resistencia a la compresión como resistencia inicial, pero también como resistencia al envejecimiento) a dispositivos unidos con aglutinantes de fenol-formaldehído. Los inventores también produjeron un aglutinante de este tipo que conduce a dispositivos que tienen propiedades de retención de agua mejoradas (por ejemplo, almacenamiento temporal, infiltración, drenaje), lo que es muy beneficioso para el drenaje del agua. Los inventores produjeron un aglutinante de este tipo que es económico y se basa predominantemente en fuentes renovables. Finalmente, este aglutinante significa que no es necesaria la adición de un agente humectante al dispositivo, lo que evita la lixiviación del agente humectante en el suelo circundante y proporciona ventajas tanto ambientales como económicas.

Descripción de las figuras

Las Figuras 1A a 1E muestran los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión.

La Figura 2 muestra los resultados del almacenamiento temporal de agua promedio.

La Figura 3 muestra los resultados del drenaje de agua promedio.

La Figura 4 muestra los resultados de la infiltración de agua promedio.

La Figura 5 muestra esquemáticamente un dispositivo de drenaje de agua completamente enterrado en el suelo y conectado a la canaleta de una casa.

La Figura 6 muestra un dispositivo de drenaje de agua que comprende un pasaje.

La Figura 7 muestra una sección de una posible estructura de lignina.

La Figura 8 muestra precursores de lignina y enlaces interunitarios comunes.

La Figura 9 muestra cuatro grupos de ligninas técnicas disponibles en el mercado.

La Figura 10 muestra un resumen de las propiedades de las ligninas técnicas.

Descripción detallada

La invención se refiere a un método de drenaje de agua que comprende las etapas de:

- proporcionar un dispositivo de drenaje de agua, en donde el dispositivo de drenaje de agua comprende fibras vítreas artificiales (MMVF) unidas a una composición aglutinante acuosa curada;

- colocar el dispositivo de drenaje de agua en contacto con el suelo, en donde el dispositivo de drenaje de agua absorbe agua y libera agua a un recipiente;

en donde la composición acuosa de aglutinante antes del curado comprende:

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;

- un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes;

- un componente (iii) en forma de uno o más plastificantes.

La invención se refiere al drenaje de agua, preferiblemente al drenaje de agua superficial. Puede estar dirigido a drenar las aguas superficiales de los terrenos recreativos, como los parques infantiles y los campos deportivos. Los terrenos deportivos incluyen campos de fútbol, campos de rugby, campos de críquet, canchas de bolos de césped, pistas de tenis de césped, greens de golf, campos de juego, terrenos para atletismo y centros ecuestres. También se puede utilizar para drenar el agua de jardines, parques o campos. También puede estar dirigida al drenaje del agua de las canaletas y los sistemas de drenaje de edificios o calles.

Un dispositivo de drenaje de agua tiene su significado normal en la técnica. Es un dispositivo que es capaz de drenar el agua. El drenaje significa la eliminación del agua superficial o subterránea de un área con exceso de agua. Puede hacerlo absorbiendo agua y reteniéndola en su estructura, o transfiriendo el agua a un recipiente, por ejemplo, a un punto de recolección de agua. El dispositivo de drenaje de agua de la invención también puede denominarse dispositivo de retardo de agua, dispositivo de almacenamiento de agua o dispositivo de almacenamiento temporal de agua. Esto se debe a que retrasa la llegada del agua a los puntos de recolección, absorbiéndola y manteniéndola dentro de su estructura.

Un dispositivo de drenaje de agua es hidrófilo, es decir, atrae el agua. El término hidrófilo tiene su significado normal en la técnica.

La hidrofilicidad del dispositivo de drenaje de agua puede definirse en términos del ángulo de contacto con el agua. Preferiblemente, la MMVF del dispositivo tiene un ángulo de contacto con el agua de menos de 90°. El ángulo de contacto se mide mediante un método de medición de la gota sésil. Puede usarse cualquier método de la gota sésil, por ejemplo, con un goniómetro de ángulo de contacto. En la práctica, se coloca una gotita sobre la superficie sólida y se registra una imagen de la gota en el tiempo. El ángulo de contacto estático se define entonces ajustando la ecuación de Young-Laplace alrededor de la gotita. El ángulo de contacto viene dado por el ángulo entre la función de forma de gota calculada y la superficie de muestra, cuya proyección en la imagen de gota se denomina como referencia. Los ángulos de contacto de equilibrio se utilizan para una evaluación y cálculo adicionales de la energía libre superficial usando el método de Owens, Wendt, Rabel y Kaeble. El método para calcular el ángulo de contacto entre el material y el agua es bien conocido por el experto.

La hidrofilicidad del dispositivo de drenaje puede definirse por la conductividad hidráulica. Preferiblemente, el dispositivo de drenaje tiene una conductividad hidráulica de 5 m/día a 300 m/día, preferiblemente de 50 m/día a 200 m/día. La conductividad hidráulica se mide según la norma ISO 173 12:2005. La ventaja de esta conductividad hidráulica es que el dispositivo de drenaje puede absorber el exceso de agua y transferirlo con suficiente velocidad para evitar inundaciones.

La hidrofilicidad de una muestra de sustrato de MMVF también puede medirse determinando el tiempo de hundimiento de una muestra. Se requiere una muestra de sustrato de MMVF que tenga dimensiones de 100x100x100 mm para determinar el tiempo de hundimiento. Se llena con agua un recipiente con un tamaño mínimo de 200x200x200 mm. El tiempo de hundimiento es el tiempo desde que la muestra entra por primera vez en contacto con la superficie de agua hasta el tiempo en que el espécimen de prueba está completamente sumergido. La muestra se coloca en contacto con el agua de tal manera que una sección transversal de 100×100 mm toque primero el agua. A continuación, la muestra necesitará hundirse una distancia de poco más de 100 mm para quedar completamente sumergida. Cuanto más rápido se hunda la muestra, más hidrófila será la muestra. El sustrato de MMVF se considera hidrófilo si el tiempo

de hundimiento es inferior a 120 s. Preferiblemente, el tiempo de hundimiento es inferior a 60 s. En la práctica, el dispositivo de drenaje de agua puede tener un tiempo de hundimiento de unos pocos segundos, como por ejemplo menos de 15 segundos, preferiblemente menos de 10 segundos.

El método de la presente invención comprende un dispositivo de drenaje de agua que comprende fibras vítreas artificiales (MMVF - *Man-Made Vitreous Fibres*). Las fibras vítreas sintéticas (MMVF) pueden tener cualquier composición de óxido adecuada. Las fibras pueden ser fibras de vidrio, fibras cerámicas, fibras de basalto, fibras de escoria o fibras de roca o piedra. Las fibras son preferiblemente de los tipos generalmente conocidos como fibras de roca, piedra o escoria, con máxima preferencia, fibras de piedra.

Las fibras de piedra comúnmente comprenden los siguientes óxidos, en porcentaje en peso:

SiO_2: 30 a 51

CaO: 8 a 30

MgO: 2 a 25

FeO (incluido Fe_2O_3): 2 a 15

$Na_2O + K_2O$: no más de 10

CaO + MgO: 10 a 30

En realizaciones preferidas, las MMVF tienen los siguientes niveles de elementos, calculados como óxidos en % en peso:

SiO_2: al menos 30, 32, 35 ó 37; no más de 51, 48, 45 o 43

Al_2O_3: al menos 12, 16 o 17; no más de 30, 27 o 25

CaO: al menos 8 o 10; no más de 30, 25 o 20

MgO: al menos 2 o 5; no más de 25, 20 o 15

FeO (incluido Fe2O3): al menos 4 o 5; no más de 15, 12 o 10

FeO + MgO: al menos 10, 12 o 15; no más de 30, 25 o 20

$Na_2O + K_2O$: cero o al menos 1; no más de 10

CaO + MgO: al menos 10 o 15; no más de 30 o 25

TiO2: cero o al menos 1; no más de 6, 4 o 2

TiO_2 + FeO: al menos 4 ó 6; no más de 18 o 12

B_2O_3: cero o al menos 1; no más de 5 o 3

P_2O_5: cero o al menos 1; no más de 8 o 5

Otros: cero o al menos 1; no más de 8 o 5

Las MMVF fabricadas mediante el método de la invención tienen preferiblemente la composición en % en peso:

SiO_2	de 35 a 50
Al_2O_3	de 12 a 30
TiO_2	hasta 2
Fe_2O_3	de 3 a 12
CaO	de 5 a 30
MgO	hasta 15

Na_2O de 0 a 15

K_2O de 0 a 15

P_2O_5 hasta 3

MnO hasta 3

B_2O_3 hasta 3

Otra composición preferida para las MMVF es la siguiente en % en peso:

SiO_2 39-55 %, preferiblemente 39-52 %

$Al_2O_3$16-27 %, preferiblemente 16-26 %

CaO 6-20 %, preferiblemente 8-18 %

MgO 1-5 %, preferiblemente 1-4,9 %

K_2O 0-15 %, preferiblemente 2-12 %

K_2O 0-15 %, preferiblemente 2-12 %

R_2O (Na_2O + K_2O) 10-14,7 %, preferiblemente 10-13,5 %

P_2O_5 0-3 %, preferiblemente 0-2 %

Fe_2O_3 (hierro total) 3-15 %, preferiblemente 3,2-8 %

B_2O_3 0-2 %, preferiblemente 0-1 %

TiO_2 0-2 % preferiblemente 0,4-1 %

Otros 0-2,0 %

Las fibras de vidrio comprenden comúnmente los siguientes óxidos, en porcentaje en peso:

SiO_2: 50 a 70

Al_2O_3: 10 a 30

CaO: no más de 27

MgO: no más de 12

Las fibras de vidrio también pueden contener los siguientes óxidos, en porcentaje en peso:

Na_2O + K_2O: 8 a 18, en particular, Na_2O + K_2O mayor que CaO + MgO

B_2O_3: 3 a 12

Algunas composiciones de fibra de vidrio pueden contener Al_2O_2: menos del 2 %.

El diámetro medio geométrico de la fibra suele estar en el intervalo de 1,5 a 10 micras, en particular de 2 a 8 micras, preferiblemente de 2 a 5 micras. Los inventores descubrieron que este intervalo de diámetro de fibra geométrica afecta positivamente la capilaridad, mejorando así la absorción de agua en el dispositivo.

Preferiblemente, el dispositivo de drenaje de agua comprende al menos el 90 % en peso de fibras vítreas artificiales en peso del contenido total de sólidos del dispositivo de drenaje de agua. Una ventaja de tener tal cantidad de fibras presentes en el dispositivo de drenaje de agua es que hay suficientes poros formados entre las fibras para permitir que el dispositivo retenga grandes cantidades de agua. El contenido sólido restante puede estar compuesto principalmente de aglutinante.

El dispositivo de drenaje de agua está preferiblemente en forma de un sustrato MMVF coherente, es decir, una masa coherente. Es decir, el dispositivo de drenaje de agua es preferiblemente una matriz coherente de fibras vítreas artificiales, que ha sido producida como tal, pero también puede formarse granulando una losa de lana mineral y consolidando el material granulado. Un sustrato coherente es un sustrato unificado individual.

El dispositivo de drenaje de agua según la invención puede comprender opcionalmente un agente humectante. Un agente humectante tiene su significado normal en la técnica, y puede ser un tensioactivo catiónico, aniónico o no iónico.

El dispositivo de drenaje de agua puede comprender un agente humectante no iónico tal como Rewopal®.

El dispositivo de drenaje de agua puede comprender un tensioactivo iónico, más preferiblemente un agente humectante tensioactivo de tipo alquil éter sulfato. El agente humectante puede ser un alquil éter sulfato de metal alcalino o un alquil éter sulfato de amonio. Preferiblemente, el agente humectante es un alquil éter sulfato de sodio. Un agente humectante tensioactivo de tipo alquil éter sulfato disponible comercialmente es Texapon®. El agente humectante también puede ser un tensioactivo aniónico de alquilbenceno sulfonato lineal.

Algunos agentes humectantes no iónicos pueden eliminarse del dispositivo de drenaje de agua de MMVF con el tiempo. Por lo tanto, es preferible utilizar un agente humectante iónico, especialmente un agente humectante aniónico, tal como bencenosulfonato de alquilo lineal o Texapon®. Estos no se eliminan del dispositivo de MMVF en la misma medida.

El dispositivo de drenaje de agua puede comprender entre 0,01 y 1 % en peso de agente humectante, preferiblemente entre 0,05 y 0,5 % en peso de agente humectante, más preferiblemente entre 0,1 y 0,3 % en peso de agente humectante.

Sin embargo, los inventores descubrieron que un agente humectante no es esencial para el dispositivo de drenaje de agua según la invención. Se cree que esto se debe a la naturaleza de la composición de aglutinante. Por lo tanto, preferiblemente el dispositivo de drenaje de agua no comprende ningún agente humectante. Con esto se quiere decir que el dispositivo de drenaje de agua preferiblemente no comprende ningún agente humectante, es decir, comprende 0 % en peso de agente humectante.

Esto tiene varias ventajas. En primer lugar, reduzca el número de aditivos en el dispositivo, lo que es ventajoso para el medioambiente y también ahorra costos. A menudo, los agentes humectantes están hechos de fuentes no renovables, por lo que es beneficioso evitar su uso. Además, los agentes humectantes pueden eliminarse del dispositivo de drenaje de agua. Esto es problemático porque el agente humectante puede contaminar el suelo circundante. Cuando se elimina un agente humectante, esto también cambia la naturaleza del dispositivo de drenaje de agua, generalmente modificando el almacenamiento temporal, el drenaje y la infiltración, lo que dificulta predecir el comportamiento. Evitar el uso de un agente humectante evita estos problemas.

El drenaje de agua que comprende MMVF tiene preferiblemente una densidad en el intervalo de 60 a 200 kg/m^3, en particular en el intervalo de 130 a 150 kg/m^3. La ventaja de esta densidad es que el dispositivo de drenaje de agua tiene una resistencia a la compresión relativamente alta. Esto es importante ya que el dispositivo de drenaje de agua puede instalarse en una posición donde es necesario que personas o vehículos se desplacen sobre el terreno en el que está ubicado el dispositivo. Opcionalmente, se coloca una placa de distribución de fuerza en la parte superior del dispositivo de drenaje de agua para distribuir la fuerza aplicada al dispositivo de drenaje de agua. Preferiblemente, no se requiere dicha placa de distribución de fuerza debido a la densidad del dispositivo de drenaje de agua.

El dispositivo de drenaje de agua que comprende la MMVF tiene preferiblemente un volumen en el intervalo de 10 litros a 300 litros, preferiblemente de 100 litros a 250 litros, más preferiblemente de 150 litros a 200 litros. El volumen exacto se elige según el volumen de agua que se espera que se administre. Además, se pueden usar varios dispositivos en un área.

El dispositivo de drenaje de agua según la invención comprende, antes del curado, una composición aglutinante acuosa que comprende:

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;
- un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes;
- un componente (iii) en forma de uno o más plastificantes.

En una realización preferida, los aglutinantes están libres de formaldehído.

Para la finalidad de la presente solicitud, la expresión "libre de formaldehído" se define para caracterizar un producto de lana mineral donde la emisión está por debajo de 5 µg/m^2/h de formaldehído procedente del producto de lana

mineral, preferiblemente por debajo de 3 µg/m^2/h. Preferiblemente, el ensayo se lleva a cabo según la norma ISO 16000 para someter a ensayo las emisiones de aldehído.

Componente (i)

El componente (i) es en forma de una o más ligninas oxidadas.

La lignina, celulosa y hemicelulosa son los tres compuestos orgánicos principales en la pared celular de una planta. La lignina puede considerarse como el pegamento, que mantiene unidas las fibras de celulosa. La lignina contiene grupos tanto hidrófilos como hidrófobos. Es el segundo polímero natural más abundante en el mundo, solo superado por la celulosa, y se estima que representa hasta el 20-30 %% del carbono total contenido en la biomasa, que es más de 1 billón de toneladas globalmente.

La Figura 7 muestra una sección de una posible estructura de lignina.

Hay al menos cuatro grupos de ligninas técnicas disponibles en el mercado. Estos cuatro grupos se muestran en la Figura 9. Un posible quinto grupo, lignina de biorrefinería, es un poco diferente, ya que no se describe mediante el proceso de extracción, sino mediante el origen del proceso, por ejemplo, biorrefinado y, por lo tanto, puede ser similar o diferente a cualquiera de los otros grupos mencionados. Cada grupo es diferente entre sí, y cada uno es adecuado para distintas aplicaciones. La lignina es un material complejo y heterogéneo compuesto por hasta tres monómeros distintos de fenilpropano, dependiendo de la fuente. Ligninas de madera blanda se fabrican principalmente con unidades de alcohol coniferílico, véase la Figura 8, y como resultado de ello, son más homogéneas que las ligninas de madera dura, que tienen un mayor contenido de alcohol siringílico, véase la Figura 8. El aspecto y la consistencia de la lignina son bastante variables, y dependen en gran medida del proceso.

Un resumen de las propiedades de estas ligninas técnicas se muestra en la Figura 10.

El lignosulfonato procedente del proceso de fabricación de pasta con sulfito sigue siendo la mayor fuente comercial disponible de lignina, con una capacidad de 1,4 millones de toneladas. Sin embargo, el proceso kraft es actualmente el proceso de fabricación de pasta más utilizado y está sustituyendo gradualmente al proceso de sulfito. Se estima que se producen 78 millones de toneladas anuales de lignina mediante la producción de pasta kraft, pero la mayoría de esta se quema para la obtención de vapor y energía. La capacidad actual para la recuperación kraft se estima en 160.000 toneladas, pero las fuentes indican que la recuperación actual es solo de aproximadamente 75.000 toneladas. La lignina kraft se desarrolla a partir de licor negro, el licor gastado del proceso de sulfato o kraft. Actualmente, se utilizan 3 procesos bien conocidos para producir la lignina kraft: LignoBoost, LignoForce y SLRP. Estos 3 procesos son similares, ya que implican la adición de CO_2 para reducir el pH a 9-10, seguido de acidificación para reducir aún más el pH a aproximadamente 2. La etapa final implica cierta combinación de lavado, lixiviación y filtración para eliminar la ceniza y otros contaminantes. Los tres procesos se encuentran globalmente en diversas etapas de comercialización.

El proceso kraft introduce grupos tiol, estilbeno, mientras que permanece algo de carbohidrato. El sulfato de sodio también está presente como una impureza debido a la precipitación de lignina del licor con ácido sulfúrico, pero puede evitarse potencialmente alterando la forma en que se aísla la lignina. El proceso kraft conduce a una alta cantidad de grupos hidroxilo fenólicos, y esta lignina es soluble en agua cuando estos grupos están ionizados (por encima de pH~10).

La lignina kraft comercial tiene de forma general mayor pureza que los lignosulfonatos. El peso molecular es de 1 000-3 000 g/mol.s

La lignina de sosa se origina en procesos de fabricación de pasta de hidróxido de sodio, que se utilizan principalmente para paja de trigo, bagazo y linaza. Las propiedades de la lignina de sosa son similares a las de las ligninas kraft en términos de solubilidad y T_g. Este proceso no utiliza azufre y no hay azufre unido covalentemente. La concentración de cenizas es muy baja. La lignina de sosa tiene una baja solubilidad en medio neutro y ácido, pero es completamente soluble a pH 12 y superior.

El proceso de lignosulfonato introduce una gran cantidad de grupos sulfonato que hacen que la lignina sea soluble en agua, pero también en soluciones acuosas ácidas. Los lignosulfonatos tienen hasta un 8 % de azufre en forma de sulfonato, mientras que la lignina kraft tiene 1-2 % de azufre, en su mayor parte unido a la lignina. El peso molecular del lignosulfonato es de 15.000-50.000 g/mol. Esta lignina contiene más carbohidrato residual en comparación con otros tipos, y tiene un peso molecular promedio más alto. El núcleo hidrófobo típico de lignina, junto con un gran número de grupos de sulfonato ionizado, hacen que esta lignina sea atractiva como tensioactivo y, a menudo, encuentra aplicación en la dispersión de cemento, etc.

Otro grupo de ligninas disponibles son las ligninas resultantes de los procesos de biorrefino, en los que los carbohidratos se separan de la lignina mediante procesos químicos o bioquímicos para producir una fracción rica en carbohidratos. Esta lignina restante se denomina lignina de biorrefinería. Las biorrefinerías se centran en la producción

de energía y producen sustitutos para productos obtenidos de combustibles fósiles y petroquímicos, así como lignina. La lignina de este proceso se considera generalmente un producto de bajo valor, o incluso un producto residual, utilizado principalmente para combustión térmica o utilizado como forraje de bajo grado, o se desecha de cualquier otra manera.

La disponibilidad de lignina organosolv aún se considera a escala piloto. El proceso implica la extracción de lignina utilizando agua junto con diversos disolventes orgánicos (más frecuentemente etanol) y algunos ácidos orgánicos. Una ventaja de este proceso es la mayor pureza de la lignina obtenida, pero a un coste mucho más alto en comparación con otras ligninas técnicas y con la solubilidad en disolventes orgánicos, y no en agua.

Los intentos anteriores de utilizar lignina como compuesto básico para composiciones aglutinantes para fibras minerales fracasaron porque resultó difícil encontrar agentes de reticulación adecuados que lograran propiedades mecánicas deseables del producto de lana mineral curada y al mismo tiempo evitaran componentes nocivos y/o corrosivos. Actualmente, la lignina se utiliza para sustituir productos químicos derivados del petróleo, tales como fenol en resinas fenólicas en aplicaciones de aglutinante o en betún. También se utiliza como aditivos de cemento y hormigón y, en algunos aspectos, como dispersantes.

La reticulación de un polímero en general debería proporcionar propiedades mejoradas como resistencia mecánica, química y térmica, etc. La lignina es especialmente abundante en grupos hidroxilo fenólicos y alifáticos que pueden hacerse reaccionar dando lugar a una estructura reticulada de lignina. Distintas ligninas también tendrán otros grupos funcionales disponibles que puedan utilizarse potencialmente. La existencia de estos otros grupos depende en gran medida de la forma en que se separó la lignina de la celulosa y hemicelulosa (tioles en lignina kraft, sulfonatos en lignosulfonato, etc.) dependiendo de la fuente.

Se ha descubierto que mediante el uso de ligninas oxidadas, se pueden preparar composiciones de aglutinantes para fibras minerales que permitan excelentes propiedades del producto de fibra mineral producido.

En una realización, el componente (i) está en forma de una o más ligninas kraft oxidadas.

En una realización, el componente (i) está en forma de una o más ligninas de sosa oxidadas.

En una realización, el componente (i) está en forma de una o más ligninas oxidadas con amoniaco. Para el propósito de la presente invención, la expresión “ligninas oxidadas con amoniaco”, debe entenderse como una lignina que ha sido oxidada por un agente de oxidación en presencia de amoniaco. La expresión “lignina oxidada con amoniaco”, se abrevia como LOA.

En una realización alternativa, el amoniaco es sustituido parcial o totalmente por un hidróxido de metal alcalino, en particular hidróxido de sodio y/o hidróxido de potasio.

Un agente de oxidación típico utilizado para preparar las ligninas oxidadas es peróxido de hidrógeno.

En una realización, la lignina oxidada con amoniaco comprende uno o más de los compuestos seleccionados del grupo de amoniaco, aminas, hidróxidos o cualquier sal de los mismos.

En una realización, el componente (i) tiene un contenido de grupos ácido carboxílico de 0,05 a 10 mmol/g, tal como de 0,1 a 5 mmol/g, tal como de 0,20 a 1,5 mmol/g, tal como de 0,40 a 1,2 mmol/g, tal como de 0,45 a 1,0 mmol/g, respecto al peso seco del componente (i).

En una realización, el componente (i) tiene un contenido promedio de grupos ácido carboxílico superior a 1,5 grupos por macromolécula del componente (i), tal como superior a 2 grupos, tal como superior a 2,5 grupos.

Se cree que el contenido de grupo de ácido carboxílico de las ligninas oxidadas desempeña un papel importante en las sorprendentes ventajas de las composiciones aglutinantes acuosas para fibras minerales según la presente invención. En particular, se cree que el grupo ácido carboxílico de las ligninas oxidadas mejora las propiedades de reticulación y, por lo tanto, permite mejores propiedades mecánicas de los productos de fibra mineral curada.

Componente (ii)

El componente (ii) es en forma de uno o más reticulantes.

En una realización, el componente (ii) comprende, en una realización, uno o más reticulantes seleccionados de reticulantes de β-hidroxialquilamida y/o reticulantes de oxazolina.

Los reticulantes de β-hidroxialquilamida son un agente de curado para las macromoléculas con funcionalidad ácida. Proporciona una red polimérica reticulada dura, duradera, resistente a la corrosión y resistente a disolventes. Se cree que los reticulantes de β-hidroxialquilamida se curan mediante una reacción de esterificación, para formar múltiples

enlaces éster. La funcionalidad hidroxilo de los reticulantes de β-hidroxialquilamida debe ser un promedio de al menos 2, preferiblemente mayor que 2, y más preferiblemente 2-4, para obtener una respuesta de curado óptima.

Los reticulantes que contienen grupos oxazolina son polímeros que contienen uno o más grupos oxazolina en cada molécula y, de forma general, los reticulantes que contienen oxazolina pueden obtenerse fácilmente polimerizando un derivado de oxazolina. La patente US-6,818,699 B2 proporciona una exposición para dicho proceso.

En una realización, el componente (ii) es un aceite epoxidado basado en triglicérido de ácido graso.

Se señala que los aceites epoxidados basados en triglicéridos de ácidos grasos no se consideran peligrosos y, por lo tanto, el uso de estos compuestos en las composiciones aglutinantes según la presente invención no hace que estas composiciones sean inseguras en su manejo.

En una realización, el componente (ii) es una molécula que tiene 3 o más grupos epoxi.

En una realización, el componente (ii) es uno o más oligómeros o polímeros flexibles, tales como un polímero basado en acrílico de baja Tg, tal como un polímero basado en vinilo de baja Tg, tal como un poliéter de baja Tg, que contiene grupos funcionales reactivos, tales como grupos carbodiimida, tales como grupos anhídrido, tales como grupos oxazolina, tales como grupos amino, tales como grupos epoxi.

En una realización, el componente (ii) se selecciona del grupo que consiste en reticulantes que intervienen en una reacción de curado, tales como hidroxialquilamida, alcanolamina, un producto de reacción de una alcanolamina y un ácido policarboxílico. En US-6.706.853 B1 puede encontrarse el producto de reacción de una alcanolamina y un ácido policarboxílico.

Sin querer limitarse a ninguna teoría particular, los presentes inventores creen que las muy ventajosas propiedades de las composiciones acuosas de aglutinante se deben a la interacción de las ligninas oxidadas usadas como componente (i) y los reticulantes mencionados anteriormente. Se cree que la presencia de grupos ácido carboxílico en las ligninas oxidadas permite la reticulación muy efectiva de las ligninas oxidadas.

En una realización, el componente (ii) es uno o más reticulantes seleccionados del grupo que consiste en aminas orgánicas multifuncionales, tales como una alcanolamina, diaminas, tales como hexametildiamina, triaminas.

En una realización, el componente (ii) es uno o más reticulantes seleccionados del grupo que consiste en polietilenimina, polivinilamina, aminas grasas.

En una realización, el componente (ii) es una o más amidas grasas.

En una realización, el componente (ii) es uno o más reticulantes seleccionados del grupo que consiste en dimetoxietanal, glicolaldehído, ácido glicoxálico.

En una realización, el componente (ii) es uno o más reticulantes seleccionados de polioles de poliéster, tales como policaprolactona.

En una realización, el componente (ii) es uno o más reticulantes seleccionados del grupo que consiste en almidón, almidón modificado, CMC.

En una realización, el componente (ii) es uno o más reticulantes en forma de carbodiimidas multifuncionales alifáticas.

En una realización, el componente (ii) es uno o más reticulantes seleccionados de reticulantes basados en melamina, tales como reticulantes basados en hexaquis(metilmetoxi)melamina (HMMM).

Ejemplos de tales compuestos son Picassian XL 701, 702, 725 (Stahl Polymers), tal como ZOLDINE® XL-29SE (Angus Chemical Company), tal como CX300 (DSM), tal como Carbodilite V-02-L2 (Nisshinbo Chemical Inc.).

El componente (ii) también puede ser cualquier mezcla de los compuestos mencionados anteriormente.

En una realización, la composición aglutinante según la presente invención comprende el componente (ii) en una cantidad de 1 a 40 % en peso, tal como de 4 a 20 % en peso, tal como de 6 a 12 % en peso, respecto al peso seco del componente (i).

Componente (iii)

El componente (iii) está en forma de uno o más plastificantes.

En una realización, el componente (iii) está en forma de uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en polioles, tales como carbohidratos, azúcares hidrogenados, tales como sorbitol, eritriol, glicerol, monoetilenglicol, polietilenglicoles, éteres de polietilenglicol, poliéteres, ftalatos y/o ácidos, tales como ácido adípico, ácido vanílico, ácido láctico y/o ácido ferúlico, polímeros acrílicos, alcohol polivinílico, dispersiones de poliuretano, carbonato de etileno, carbonato de propileno, lactonas, lactamas, lactidas, polímeros basados en acrílico con grupos carboxilo libres y/o dispersiones de poliuretano con grupos carboxilo libres, poliamidas, amidas, tales como carbamida/urea, o cualquier mezcla de los mismos.

En una realización, el componente (iii) está en forma de uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en carbonatos, tales como carbonato de etileno, carbonato de propileno, lactonas, lactamas, lactidas, compuestos con una estructura similar a la lignina, como vanilina, acetosiringona, disolventes utilizados como agentes coalescentes, como éteres de alcohol, alcohol polivinílico.

En una realización, el componente (iii) es en forma de uno o más plastificantes no reactivos seleccionados del grupo que consiste en polietilenglicoles, éteres de polietilenglicol, poliéteres, azúcares hidrogenados, ftalatos y/u otros ésteres, disolventes utilizados como agentes de coalescencia, como éteres de alcohol, polímeros acrílicos, alcohol polivinílico.

En una realización, el componente (iii) es uno o más plastificantes reactivos seleccionados del grupo que consiste en carbonatos, tales como carbonato de etileno, carbonato de propileno, lactonas, lactamas, lactidas, ácidos di- o tricarboxílicos, tales como ácido adípico, o ácido láctico, y/o ácido vanílico y/o ácido ferúlico, dispersiones de poliuretano, polímeros basados en acrílico con grupos carboxilo libres, compuestos de una estructura similar a lignina, como vanilina, acetosiringona.

En una realización, el componente (iii) está en forma de uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en alcoholes grasos, monohidroxialcoholes tales como pentanol, alcohol estearílico.

En una realización, el componente (iii) comprende uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en polietilenglicoles, éteres de polietilenglicol.

Otro aspecto sorprendente particular de la presente invención es que el uso de plastificantes que tienen un punto de ebullición superior a 100 °C, en particular, de 140 a 250 °C, mejora considerablemente las propiedades mecánicas de los productos de fibra mineral según la presente invención, aunque, considerando su punto de ebullición, es probable que estos plastificantes se evaporen, al menos en parte, durante el curado de los aglutinantes acuosos, en contacto con las fibras minerales.

En una realización, el componente (iii) comprende uno o más plastificantes que tienen un punto de ebullición superior a 100 °C, tal como de 110 a 280 °C, más preferido, de 120 a 260 °C, más preferido, de 140 a 250 °C.

Se cree que la efectividad de estos plastificantes en la composición acuosa de aglutinante se asocia con el efecto de aumentar la movilidad de las ligninas oxidadas durante el procedimiento de curado. Se cree que la mayor movilidad de las ligninas o de las ligninas oxidadas durante el proceso de curado, facilita una reticulación eficaz.

En una realización, el componente (iii) comprende uno o más polietilenglicoles que tienen un peso molecular promedio de 150 a 50.000 g/mol, en particular de 150 a 4000 g/mol, más en particular de 150 a 1000 g/mol, preferiblemente de 150 a 500 g/mol, más preferiblemente de 200 a 400 g/mol.

En una realización, el componente (iii) comprende uno o más polietilenglicoles que tienen un peso molecular promedio de 4000 a 25.000 g/mol, en particular, de 4000 a 15.000 g/mol, más en particular, de 8000 a 12.000 g/mol.

En una realización, el componente (iii) es capaz de formar enlaces covalentes con el componente (i) y/o el componente (ii) durante el proceso de curado. Dicho componente no se evaporaría, y permanecería formando parte de la composición, pero se alterará eficazmente para no introducir efectos secundarios no deseados, p. ej., absorción de agua en el producto curado. Ejemplos no limitativos de dicho componente son los polímeros basados en caprolactona y acrílicos con grupos carboxilo libres.

En una realización, el componente (iii) se selecciona del grupo que consiste en alcoholes grasos, monohidroxialcoholes, tales como pentanol, alcohol estearílico.

En una realización, el componente (iii) se selecciona de uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en alcoxilatos, tales como etoxilatos, tales como etoxilatos de butanol, tales como butoxitriglicol.

En una realización, el componente (iii) se selecciona de uno o más propilenglicoles.

En una realización, el componente (iii) se selecciona de uno o más ésteres de glicol.

En una realización, el componente (iii) se selecciona de uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en adipatos, acetatos, benzoatos, ciclobenzoatos, citratos, estearatos, sorbatos, sebacatos, azelatos, butiratos, valeratos.

En una realización, el componente (iii) se selecciona de uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en derivados de fenol, tales como fenoles sustituidos con alquilo o arilo.

En una realización, el componente (iii) se selecciona de uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en silanoles, siloxanos.

En una realización, el componente (iii) se selecciona de uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en sulfatos, tales como alquilsulfatos, sulfonatos, tales como alquilarilsulfonatos, tales como alquilsulfonatos, fosfatos, tales como tripolifosfatos; tales como tributilfosfatos.

En una realización, el componente (iii) se selecciona de uno o más hidroxiácidos.

En una realización, el componente (iii) se selecciona de uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en amidas monoméricas, tales como acetamidas, benzamida, amidas de ácido graso, tales como amidas de aceite de resina.

En una realización, el componente (iii) se selecciona de uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en compuestos de amonio cuaternario, tales como trimetilglicina, cloruro de diestearildimetilamonio.

En una realización, el componente (iii) se selecciona de uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en aceites vegetales, tales como aceite de ricino, aceite de palma, aceite de linaza, aceite de resina, aceite de soja.

En una realización, el componente (iii) se selecciona de uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en aceites hidrogenados, aceites acetilados.

En una realización, el componente (iii) se selecciona de uno o más ésteres metílicos de ácidos grasos.

En una realización, el componente (iii) se selecciona de uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en alquilpoliglucósidos, gluconamidas, aminoglucosamidas, ésteres de sacarosa, ésteres de sorbitán.

Se ha descubierto sorprendentemente que la inclusión de plastificantes en las composiciones aglutinantes acuosas mejora considerablemente las propiedades mecánicas del dispositivo de drenaje de agua según la invención.

El término plastificante se refiere a una sustancia que se añade a un material para hacerlo más blando, más flexible (al disminuir la temperatura de transición vítrea Tg) y más fácil de procesar.

El componente (iii) también puede ser cualquier mezcla de los compuestos mencionados anteriormente.

En una realización, el componente (iii) está presente en una cantidad del 0,5 al 50, preferiblemente del 2,5 al 25, más preferiblemente del 3 al 15 % en peso, basado en el peso seco del componente (i).

Composición acuosa de aglutinante para fibras minerales que comprenden componentes (i) y (iia)

En una realización, la presente invención se dirige a una composición acuosa de aglutinante para fibras minerales que comprende:

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;
- un componente (iia) en forma de uno o más modificadores.

Los presentes inventores han descubierto que las excelentes propiedades de aglutinante también pueden lograrse mediante un sistema de dos componentes que comprende el componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas y un componente (iia) en forma de uno o más modificadores, y opcionalmente cualquiera de los otros componentes mencionados anteriormente y a continuación.

En una realización, el componente (iia) es un modificador en forma de uno o más compuestos seleccionados del grupo que consiste en aceites epoxidados basados en triglicéridos de ácidos grasos.

En una realización, el componente (iia) es un modificador en forma de uno o más compuestos seleccionados de moléculas que tienen 3 o más grupos epoxi.

En una realización, el componente (iia) es un modificador en forma de uno o más oligómeros o polímeros flexibles, tales como un polímero basado en acrílico de baja Tg, tal como un polímero basado en vinilo de baja Tg, tal como un poliéter de baja Tg, que contiene grupos funcionales reactivos, tales como grupos carbodiimida, tales como grupos anhídrido, tales como grupos oxazolina, tales como grupos amino, tales como grupos epoxi.

En una realización, el componente (iia) es uno o más modificadores seleccionados del grupo que consiste en polietilenimina, polivinilamina, aminas grasas.

En una realización, el componente (iia) es uno o más modificadores seleccionados de carbodiimidas multifuncionales alifáticas.

El componente (iia) también puede ser cualquier mezcla de los compuestos mencionados anteriormente.

Sin pretender imponer ninguna teoría particular, los presentes inventores creen que las excelentes propiedades aglutinantes conseguidas por la composición de aglutinante para fibras minerales que comprenden los componentes (i) y (iia), y otros componentes opcionales se deben al menos en parte al efecto de que los modificadores utilizados como componentes (iia) cumplen al menos parcialmente la función de un plastificante y un reticulante.

En una realización, la composición de aglutinante acuoso comprende el componente (iia) en una cantidad de 1 a 40 % en peso, tal como de 4 a 20 % en peso, tal como de 6 a 12 % en peso, respecto al peso seco del componente (i).

Componentes adicionales

En algunas realizaciones, la composición acuosa de aglutinante comprende componentes adicionales.

En una realización preferida, la composición acuosa de aglutinante comprende un catalizador seleccionado de ácidos inorgánicos, tales como ácido sulfúrico, ácido sulfámico, ácido nítrico, ácido bórico, ácido hipofosforoso y/o ácido fosfórico, y/o cualquier sal de los mismos, tales como hipofosfito de sodio, y/o sales de amonio, tales como sales de amonio de ácido sulfúrico, ácido sulfámico, ácido nítrico, ácido bórico, ácido hipofosforoso y/o ácido fosfórico. La presencia de un catalizador de este tipo puede mejorar las propiedades de curado de las composiciones acuosas de aglutinante.

En una realización, la composición acuosa de aglutinante comprende un catalizador seleccionado de ácidos de Lewis, que puede aceptar un par de electrones de un compuesto donador formando un aducto de Lewis, tal como $ZnCl_2$, $Mg(ClO_4)_2$, Sn $[N(SO_2\text{-}n\text{-}C_8F_{17})_2]_4$.

En una realización, la composición acuosa de aglutinante comprende un catalizador seleccionado de cloruros metálicos, tales como KCl, $MgCl_2$, $ZnCl_2$, $FeCl_3$ y $SnCl_2$.

En una realización, la composición acuosa de aglutinante comprende un catalizador seleccionado de compuestos organometálicos, tales como catalizadores basados en titanato y catalizadores basados en estaño.

En una realización, la composición acuosa de aglutinante comprende un catalizador seleccionado de agentes quelantes, tales como metales de transición, tales como iones de hierro, iones de cromo, iones de manganeso, iones de cobre.

En una realización, la composición acuosa de aglutinante comprende además un componente (iv) adicional en forma de uno o más silanos.

En una realización, la composición acuosa de aglutinante comprende un componente (iv) adicional en forma de uno o más agentes de acoplamiento, tales como silanos organofuncionales.

En una realización, el componente (iv) se selecciona del grupo que consiste en silanos organofuncionales, tales como silanos funcionalizados con amino primarios o secundarios, silanos funcionalizados con epoxi, tales como silanos funcionalizados con epoxi poliméricos u oligoméricos, silanos funcionalizados con metacrilato, silanos funcionalizados con alquilo y arilo, silanos funcionalizados con urea o silanos funcionalizados con vinilo.

En una realización, la composición acuosa de aglutinante comprende, además, un componente (v) en forma de uno o más componentes seleccionados del grupo de amoníaco, aminas o cualquier sal de los mismos.

Los presentes inventores han descubierto que la inclusión de amoniaco, aminas o cualquier sal de los mismos como componente adicional puede ser útil en particular cuando se utilizan ligninas oxidadas en el componente (i), lignina oxidada que no se ha oxidado en presencia de amoniaco.

En una realización, la composición acuosa de aglutinante comprende, además, un componente adicional en forma de urea, en particular en una cantidad del 5 al 40 % en peso, tal como del 10 al 30 % en peso, del 15 al 25 % en peso, basado en el peso seco del componente (i).

En una realización, la composición acuosa de aglutinante comprende además un componente adicional en forma de uno o más hidratos de carbono seleccionados del grupo que consiste en sacarosa, azúcares reductores, en particular dextrosa, polihidratos de carbono y mezclas de los mismos, preferiblemente dextrinas y maltodextrinas, más preferiblemente jarabes de glucosa, y más preferiblemente jarabes de glucosa con un valor de equivalente de dextrosa de ED = 30 a menos de 100, tal como de

ED= 60 a menos de 100, tal como ED = 60-99, tal como ED = 85-99, tal como ED = 95-99.

En una realización, la composición acuosa de aglutinante comprende, además, un componente adicional en forma de uno o más hidratos de carbono seleccionados del grupo que consiste en sacarosa y azúcares reductores en una cantidad del 5 al 50 % en peso, tal como del 5 al menos de 50 % en peso, tal como del 10 al 40 % en peso, tal como del 15 al 30 % en peso, basado en el peso seco del componente (i).

En el contexto de la presente invención, una composición aglutinante que tiene un contenido de azúcar de 50 % en peso o más, con respecto al peso seco total de los componentes aglutinantes, se considera un aglutinante basado en azúcar. En el contexto de la presente invención, una composición aglutinante que tiene un contenido de azúcar inferior a 50 % en peso respecto al peso seco total de los componentes aglutinantes, se considera un aglutinante no basado en azúcar.

En una realización, el adhesivo acuoso comprende, además, un componente adicional en forma de uno o más agentes tensioactivos que están en forma de emulsionantes no iónicos y/o iónicos, tales como polioxietilen (4) lauril éter, tal como lecitina de soja, tal como dodecilsulfato de sodio.

En una realización, la composición acuosa de aglutinante comprende

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas con amoniaco que tienen un contenido de grupos ácido carboxílico de 0,05 a 10 mmol/g, tal como de 0,1 a 5 mmol/g, tal como de 0,20 a 1,5 mmol/g, tal como de 0,40 a 1,2 mmol/g, tal como de 0,45 a 1,0 mmol/g, basado en el peso seco del componente (i);

- un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes seleccionados de reticulantes de β-hidroxialquilamida y/o reticulantes de oxazolina, es uno o más reticulantes seleccionados del grupo que consiste en aminas orgánicas multifuncionales, tales como una alcanolamina, diaminas, tales como hexametildiamina, triaminas;

- un componente (iii) en forma de uno o más polietilenglicoles que tienen un peso molecular promedio de 150 a 50 000 g/mol, en particular de 150 a 4000 g/mol, más particular de 150 a 1000 g/mol, preferiblemente de 150 a 500 g/mol, más preferiblemente de 150 a 300 g/mol, o uno o más polietilenglicoles que tienen un peso molecular promedio de 4000 a 25 000 g/mol, en particular de 4000 a 15 000 g/mol, más particular de 8000 a 12 000 g/mol; en donde preferiblemente la composición acuosa de aglutinante comprende el componente (ii) en una cantidad de 1 a 40 % en peso, tal como 4 a 20 % en peso, 6 a 12 % en peso con respecto al peso seco del componente (i), y (iii) está presente en una cantidad de 0,5 a 50, preferiblemente de 2,5 a 25, más preferiblemente de 3 a 15 % en peso, respecto al peso seco del componente (i).

En una realización, la composición acuosa de aglutinante comprende

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas con amoniaco que tienen un contenido de grupos ácido carboxílico de 0,05 a 10 mmol/g, tal como de 0,1 a 5 mmol/g, tal como de 0,20 a 1,5 mmol/g, tal como de 0,40 a 1,2 mmol/g, tal como de 0,45 a 1,0 mmol/g, basado en el peso seco del componente (i);

- un componente (iia) en forma de uno o más modificadores seleccionados de entre aceites epoxidados basados en triglicéridos de ácidos grasos.

En una realización, la composición acuosa de aglutinante comprende

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas con amoniaco que tienen un contenido promedio de grupos ácido carboxílico de más de 1,5 grupos por macromolécula del componente (i), tal como más de 2 grupos, tal como más de 2,5 grupos;

- un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes seleccionados de reticulantes de β-hidroxialquilamida y/o reticulantes de oxazolina, es uno o más reticulantes seleccionados del grupo que consiste en aminas orgánicas multifuncionales, tales como una alcanolamina, diaminas, tales como hexametildiamina, triaminas;

- un componente (iii) en forma de uno o más polietilenglicoles que tienen un peso molecular promedio de 150 a 50 000 g/mol, en particular de 150 a 4000 g/mol, más particular de 150 a 1000 g/mol, preferiblemente de 150 a 500 g/mol, más preferiblemente de 150 a 300 g/mol, o uno o más polietilenglicoles que tienen un peso molecular promedio de 4000 a 25 000 g/mol, en particular de 4000 a 15 000 g/mol, más particular de 8000 a 12 000 g/mol; en donde preferiblemente la composición acuosa de aglutinante comprende el componente (ii) en una cantidad de 1 a 40 % en peso, tal como 4 a 20 % en peso, 6 a 12 % en peso con respecto al peso seco del componente (i), y (iii) está presente en una cantidad de 0,5 a 50, preferiblemente de 2,5 a 25, más preferiblemente de 3 a 15 % en peso, respecto al peso seco del componente (i).

En una realización, la composición acuosa de aglutinante comprende

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas con amoniaco que tienen un contenido promedio de grupos ácido carboxílico de más de 1,5 grupos por macromolécula del componente (i), tal como más de 2 grupos, tal como más de 2,5 grupos;

- un componente (iia) en forma de uno o más modificadores seleccionados de entre aceites epoxidados basados en triglicéridos de ácidos grasos.

En una realización, la composición acuosa de aglutinante consiste esencialmente en

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;

- un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes;

- un componente (iii) en forma de uno o más plastificantes;

- un componente (iv) en forma de uno o más agentes de acoplamiento, tales como silanos organofuncionales;

- opcionalmente, un componente en forma de uno o más compuestos seleccionados del grupo de amoniaco, aminas o cualquier sal de los mismos;

- opcionalmente, un componente en forma de urea;

- opcionalmente, un componente en forma de siliconas más reactivas o no reactivas;

- opcionalmente, un aceite hidrocarbonado;

- opcionalmente, uno o más agentes tensioactivos;

- agua.

En una realización, la composición acuosa de aglutinante consiste esencialmente en

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;

- un componente (iia) en forma de uno o más modificadores seleccionados de aceites epoxidados basados en triglicéridos de ácidos grasos;

- un componente (iv) en forma de uno o más agentes de acoplamiento, tales como silanos organofuncionales;

- opcionalmente un componente en forma de uno o más compuestos seleccionados del grupo de amoníaco, aminas o cualesquier sal de los mismos;

- opcionalmente un componente en forma de urea;

- opcionalmente un componente en forma de siliconas más reactivas o no reactivas;

- opcionalmente, un aceite de hidrocarburo;

- opcionalmente uno o más agentes tensioactivos;

- agua.

Preferiblemente, el dispositivo de drenaje de agua comprende entre un 1,0 % en peso y un 6,0 % en peso de composición aglutinante curada, preferiblemente entre un 2,0 % en peso y un 4,5 % en peso, más preferiblemente entre un 2,5 % en peso y un 3,5 % en peso, en función del peso del dispositivo de drenaje de agua. La determinación

del contenido de aglutinante se realiza según la norma DS/EN13820:2003. El contenido en aglutinante se toma como la pérdida en ignición. El contenido de aglutinante incluye cualquier aditivo de aglutinante.

Las ligninas oxidadas descritas anteriormente en la composición acuosa de aglutinante pueden prepararse de la siguiente manera.

Método I para preparar ligninas oxidadas

Las ligninas oxidadas, que pueden utilizarse como componente para los aglutinantes utilizados en la presente invención, pueden prepararse mediante un método que comprende poner en contacto

- un componente (a) que comprende una o más ligninas

- un componente (b) que comprende amoniaco, uno o más componentes de amina, y/o cualquier sal de los mismos.

- un componente (c) que comprende uno o más agentes de oxidación.

Componente (a)

El componente (a) comprende una o más ligninas.

En una realización del método, el componente (a) comprende una o más ligninas Kraft, una o más ligninas de sosa, una o más ligninas de lignosulfonato, una o más ligninas Organosolv, una o más ligninas de procedimientos de biorrefinado de materias primas lignocelulósicas, o cualquier mezcla de las mismas.

En una realización, el componente (a) comprende una o más ligninas kraft.

Componente (b)

En una realización, el componente (b) comprende amoníaco, uno o más componentes de amina, y/o cualesquiera sales del mismo. Sin pretender imponer ninguna teoría particular, los presentes inventores creen que, en la sustitución de los hidróxidos alcalinos utilizados en los procesos de oxidación previamente conocidos de lignina por amoníaco, uno o más componentes amino, y/o cualquier sal del mismo, desempeña un papel importante en las propiedades mejoradas de las ligninas oxidadas preparadas según el método de la presente invención.

Los presentes inventores han descubierto sorprendentemente que las ligninas oxidadas por un agente de oxidación en presencia de amoníaco o aminas contienen cantidades significativas de nitrógeno como parte de la estructura de las ligninas oxidadas. Sin querer limitarse a ninguna teoría particular, los presentes inventores creen que las propiedades mejoradas de resistencia al fuego de las ligninas oxidadas cuando se usan en productos donde están comprendidas en una composición de aglutinante, dichas ligninas oxidadas preparadas mediante el método descrito en la presente memoria, se deben al menos parcialmente al contenido de nitrógeno de la estructura de las ligninas oxidadas.

En una realización, el componente (b) comprende amoniaco y/o cualquier sal del mismo.

Sin pretender imponer ninguna teoría particular, los presentes inventores creen que las propiedades de estabilidad mejoradas de las ligninas derivatizadas preparadas según la presente invención se deben al menos en parte al hecho de que el amoniaco es un compuesto volátil y, por lo tanto, se evapora del producto final o puede eliminarse y reutilizarse fácilmente. Por el contrario, ha resultado difícil eliminar las cantidades residuales de los hidróxidos alcalinos utilizados en el proceso de oxidación previamente conocido.

Sin embargo, puede ser ventajoso en el método que el componente (b), además del amoníaco, uno o más componentes amino y/o cualesquiera sales del mismo, también comprenda una cantidad comparativamente pequeña de un hidróxido de metal alcalino y/o alcalinotérreo, tal como hidróxido de sodio y/o hidróxido de potasio.

En las realizaciones en las que el componente (b) comprende hidróxidos de metales alcalinos y/o alcalinotérreos, tales como hidróxido de sodio y/o hidróxido de potasio, tal como un componente además del amoniaco, uno o más componentes amino y/o cualquier sal del mismo, la cantidad de hidróxidos de metal alcalino y/o alcalinotérreo suele ser pequeña, tal como de 5 a 70 partes en peso, tal como de 10 a 20 partes en peso de hidróxido de metal alcalino y/o alcalinotérreo, respecto al amoniaco.

Componente (c)

En el método descrito en la presente memoria, el componente (c) comprende uno o más agentes de oxidación.

En una realización, el componente (c) comprende uno o más agentes de oxidación en forma de peróxido de hidrógeno, peróxidos orgánicos o inorgánicos, oxígeno molecular, ozono, aire, agentes de oxidación que contienen halógeno o cualquier mezcla de los mismos.

En las etapas iniciales de la oxidación, los radicales activos del oxidante extraerán, de forma típica, el protón del grupo fenólico, ya que ese enlace tiene la energía de disociación más baja en la lignina. Debido al potencial de lignina para estabilizar los radicales a través de mesomerismo, se abren múltiples vías para continuar (pero también terminar) la reacción, y se obtienen diversos productos intermedios y finales. El peso molecular promedio puede aumentar y disminuir debido a esta complejidad (y a las condiciones elegidas), y en sus experimentos los inventores han observado, de forma típica, un aumento moderado del peso molecular promedio de alrededor de un 30 %.

En una realización, el componente (c) comprende peróxido de hidrógeno.

El peróxido de hidrógeno es quizá el oxidante más comúnmente empleado debido a la combinación de bajo precio, buena eficiencia y un impacto medioambiental relativamente bajo. Cuando se utiliza peróxido de hidrógeno sin la presencia de catalizadores, las condiciones alcalinas y la temperatura son importantes debido a las siguientes reacciones que conducen a la formación de radicales:

$$H_2O_2 + OH^- \rightleftarrows HOO^- + H_2O$$

$$H_2O_2 + OOH^- \rightleftarrows {}^{\cdot}OH + H_2O + {}^{\cdot}O_2^-$$

Los presentes inventores han descubierto que las ligninas derivadas preparadas con el método descrito en la presente memoria contienen mayores cantidades de grupos ácido carboxílico, como resultado del procedimiento de oxidación. Sin querer limitarse a ninguna teoría particular, los presentes inventores creen que el contenido de grupos ácido carboxílico de las ligninas oxidadas preparadas en el procedimiento desempeña un papel importante en las propiedades de reactividad deseables de las ligninas derivadas preparadas mediante el método descrito en la presente memoria.

Otra ventaja del proceso de oxidación es que la lignina oxidada es más hidrófila. Una hidrofilicidad más alta puede mejorar la solubilidad en agua y facilitar la adhesión a sustratos polares tales como fibras minerales.

Componentes adicionales

En una realización, el método de preparación de ligninas oxidadas comprende preferiblemente componentes adicionales, en particular, un componente (d) en forma de un catalizador de oxidación, tal como uno o más catalizadores de metales de transición, tal como sulfato de hierro, tal como catalizadores que contienen manganeso, paladio, selenio, tungsteno.

Tales catalizadores de oxidación pueden aumentar la velocidad de la reacción, mejorando de ese modo las propiedades de las ligninas oxidadas.

Relaciones de masa de los componentes

El experto en la técnica utilizará los componentes (a), (b) y (c) en cantidades relativas, de modo que se logre el grado deseado de oxidación de las ligninas.

En una realización,

- un componente (a) comprende una o más ligninas
- un componente (b) comprende amoniaco
- un componente (c) comprende uno o más agentes de oxidación en forma de peróxido de hidrógeno,

en donde las relaciones de masa de lignina, amoniaco y peróxido de hidrógeno, son tales que la cantidad de amoniaco es de 0,01 a 0,5 partes en peso, tal como de 0,1 a 0,3, tal como de 0,15 a 0,25 partes en peso de amoniaco, respecto al peso seco de lignina, y en donde la cantidad de peróxido de hidrógeno es de 0,025 a 1,0 partes en peso, tal como de 0,05 a 0,2 partes en peso, tal como de 0,075 a 0,125 partes en peso de peróxido de hidrógeno, respecto al peso seco de lignina.

Proceso

Hay más de una posibilidad de poner en contacto los componentes (a), (b) y (c) para conseguir la reacción de oxidación deseada.

En una realización, el método comprende las etapas de:

- una etapa de proporcionar el componente (a) en forma de una dispersión y/o solución acuosa de una o más ligninas, siendo el contenido de lignina de la solución acuosa del 1 al 50 % en peso, tal como del 5 al 25 % en peso, tal como del 15 al 22 % en peso, tal como del 18 al 20 % en peso, basado en el peso total de la disolución acuosa;

- una etapa de ajuste del pH añadiendo el componente (b), que comprende una solución acuosa de amoniaco, uno o más componentes de amina, y/o cualquier sal de los mismos;

- una etapa de oxidación añadiendo el componente (c), que comprende un agente de oxidación.

En una realización, la etapa de ajuste del pH se lleva a cabo de forma que la solución y/o dispersión acuosa resultante tenga un pH ≥ 9, tal como ≥ 10, tal como ≥ 10,5.

En una realización, la etapa de ajuste del pH se lleva a cabo de forma que la solución y/o dispersión acuosa resultante tenga un pH en el intervalo de 10,5 a 12.

En una realización, la etapa de ajuste del pH se lleva a cabo de forma que se permita que la temperatura se eleve hasta ≥ 25 °C, y a continuación se controle en el intervalo de 25-50 °C, tal como 30-45 ºC, tal como 35-40 °C.

En una realización, durante la etapa de oxidación, la temperatura se deja elevar ≥ 35 °C y a continuación se controla en el intervalo de 35-150 °C, tal como 40-90 °C, tal como 45-80 °C.

En una realización, la etapa de oxidación se lleva a cabo durante un tiempo de 1 segundo a 48 horas, tal como de 10 segundos a 36 horas, tal como de 1 minuto a 24 horas, tal como 2-5 horas.

Método II para preparar ligninas oxidadas

Las ligninas oxidadas, que se usan como componente para los aglutinantes usados en la presente invención, pueden prepararse mediante un método que comprende poner en contacto

- un componente (a) que comprende una o más ligninas

- un componente (b) que comprende amoniaco y/o uno o más componentes de amina, y/o cualquier sal del mismo y/o un hidróxido de metal alcalino y/o alcalinotérreo, tal como hidróxido de sodio y/o hidróxido de potasio

- un componente (c) que comprende uno o más agentes de oxidación.

- un componente (d) en forma de uno o más plastificantes.

Componente (a)

El componente (a) comprende una o más ligninas.

En una realización del método de preparación de ligninas oxidadas, el componente (a) comprende una o más ligninas Kraft, una o más ligninas de sosa, una o más ligninas de lignosulfonato, una o más ligninas Organosolv, una o más ligninas de procedimientos de biorrefinado de materias primas lignocelulósicas, o cualquier mezcla de las mismas.

En una realización, el componente (a) comprende una o más ligninas kraft.

Componente (b)

En una realización según realización de preparación de ligninas oxidadas, el componente (b) comprende amoníaco, uno o más componentes amino, y/o cualquier sal de los mismos, y/o un hidróxido de metal alcalino y/o alcalinotérreo, tal como hidróxido de sodio y/o hidróxido de potasio.

“Ligninas oxidadas con amoníaco” debe entenderse como una lignina que ha sido oxidada por un agente de oxidación en presencia de amoníaco. La expresión “lignina oxidada con amoniaco”, se abrevia como LOA.

En una realización, el componente (b) comprende amoniaco y/o cualquier sal del mismo.

Sin pretender imponer ninguna teoría particular, los presentes inventores creen que las propiedades de estabilidad mejoradas de las ligninas derivatizadas preparadas según la presente invención, siendo el componente (b) amoníaco y/o cualquier sal del mismo, se deben, al menos en parte, al hecho de que el amoníaco es un compuesto volátil y, por lo tanto, se evapora del producto final, o puede eliminarse y reutilizarse fácilmente.

Sin embargo, puede ser ventajoso en esta realización del método de preparación de ligninas oxidadas que el componente (b), además de amoníaco, uno o más componentes amino, y/o cualquier sal de los mismos, también comprenda una cantidad comparativamente pequeña de un hidróxido de metal alcalino y/o alcalinotérreo, tal como hidróxido de sodio y/o hidróxido de potasio.

En las realizaciones en las que el componente (b) comprende hidróxidos de metales alcalinos y/o alcalinotérreos, tales como hidróxido de sodio y/o hidróxido de potasio, tal como un componente además del amoniaco, uno o más componentes amino y/o cualquier sal del mismo, la cantidad de hidróxidos de metal alcalino y/o alcalinotérreo suele ser pequeña, tal como de 5 a 70 partes en peso, tal como de 10 a 20 partes en peso de hidróxido de metal alcalino y/o alcalinotérreo, respecto al amoniaco.

Componente (c)

En el método de preparación de ligninas oxidadas, el componente (c) comprende uno o más agentes de oxidación.

En una realización, el componente (c) comprende uno o más agentes de oxidación en forma de peróxido de hidrógeno, peróxidos orgánicos o inorgánicos, oxígeno molecular, ozono, aire, agentes de oxidación que contienen halógeno o cualquier mezcla de los mismos.

En las etapas iniciales de la oxidación, los radicales activos del oxidante extraerán, de forma típica, el protón del grupo fenólico, ya que ese enlace tiene la energía de disociación más baja en la lignina. Debido al potencial de lignina para estabilizar los radicales a través de mesomerismo, se abren múltiples vías para continuar (pero también terminar) la reacción, y se obtienen diversos productos intermedios y finales. El peso molecular promedio puede aumentar y disminuir debido a esta complejidad (y a las condiciones elegidas), y en sus experimentos los inventores han observado, de forma típica, un aumento moderado del peso molecular promedio de alrededor de un 30 %.

En una realización, el componente (c) comprende peróxido de hidrógeno.

El peróxido de hidrógeno es quizá el oxidante más comúnmente empleado debido a la combinación de bajo precio, buena eficiencia y un impacto medioambiental relativamente bajo.

Cuando se utiliza peróxido de hidrógeno sin la presencia de catalizadores, las condiciones alcalinas y la temperatura son importantes debido a las siguientes reacciones que conducen a la formación de radicales:

$$H_2O_2 + OH^- \rightleftarrows HOO^- + H_2O$$

$$H_2O_2 + OOH^- \rightleftarrows {}^{\cdot}OH + H_2O + {}^{\cdot}O_2^-$$

Los presentes inventores han descubierto que las ligninas derivadas preparadas con el método descrito en la presente memoria contienen mayores cantidades de grupos ácido carboxílico, como resultado del procedimiento de oxidación. Sin querer limitarse a ninguna teoría particular, los presentes inventores creen que el contenido de grupos ácido carboxílico de las ligninas oxidadas preparadas en el procedimiento según la presente invención desempeña un papel importante en las propiedades de reactividad deseables de las ligninas derivadas preparadas mediante el método descrito en la presente memoria.

Otra ventaja del proceso de oxidación es que la lignina oxidada es más hidrófila. Una hidrofilicidad más alta puede mejorar la solubilidad en agua y facilitar la adhesión a sustratos polares, tales como fibras minerales.

Componente (d)

El componente (d) comprende uno o más plastificantes.

En una realización, el componente (d) comprende uno o más plastificantes en forma de polioles, tales como hidratos de carbono, azúcares hidrogenados, tales como sorbitol, eritriol, glicerol, monoetilenglicol, polietilenglicoles, éteres de polietilenglicol, poliéteres, ftalatos y/o ácidos, tales como ácido adípico, ácido vainílico, ácido láctico y/o ácido ferúlico, polímeros acrílicos, poli(alcohol vinílico), dispersiones de poliuretano, carbonato de etileno, carbonato de propileno, lactonas, lactamas, lactidas, polímeros basados en acrílico con grupos carboxilo libres y/o dispersiones de poliuretano con grupos carboxilo libres, poliamidas, amidas, tales como carbamida/urea, o cualquier mezcla de los mismos.

Los presentes inventores han descubierto que la inclusión del componente (d) en forma de uno o más plastificantes proporciona una disminución de la viscosidad de la mezcla de reacción, lo que permite un método muy eficiente para producir ligninas oxidadas.

En una realización según la presente invención, el componente (d) comprende uno o más plastificantes en forma de polioles, tales como carbohidratos, azúcares hidrogenados, tales como sorbitol, eritriol, glicerol, monoetilenglicol, polietilenglicoles, alcohol polivinílico, polímeros basados en acrílico con grupos carboxilo libres y/o dispersiones de poliuretano con grupos carboxilo libres, poliamidas, amidas, tales como carbamida/urea, o cualquier mezcla de los mismos.

En una realización según la presente invención, el componente (d) comprende uno o más plastificantes seleccionados del grupo de polietilenglicoles, alcohol polivinílico, urea o cualquier mezcla de los mismos.

Componentes adicionales

En una realización, el método de preparación de ligninas oxidadas comprende preferiblemente componentes adicionales, en particular, un componente (v) en forma de un catalizador de oxidación, tal como uno o más catalizadores de metales de transición, tal como sulfato de hierro, tal como catalizadores que contienen manganeso, paladio, selenio, tungsteno.

Dichos catalizadores de oxidación pueden aumentar la velocidad de reacción, para así mejorar las propiedades de las ligninas oxidadas preparadas mediante el método.

Relaciones de masa de los componentes

El experto en la técnica utilizará los componentes (a), (b), (c) y (d) en cantidades relativas, de modo que se logre el grado deseado de oxidación de las ligninas.

En una realización, el método se lleva a cabo de tal modo que el método comprenda

- un componente (a) comprende una o más ligninas
- un componente (b) comprende amoniaco
- un componente (c) comprende uno o más agentes de oxidación en forma de peróxido de hidrógeno,
- un componente (d) comprende uno o más plastificantes seleccionados del grupo de polietilenglicol,

en donde las relaciones de masa de lignina, amoníaco, peróxido de hidrógeno y polietilenglicol son tales que la cantidad de amoníaco es de 0,01 a 0,5 partes en peso, tal como de 0,1 a 0,3, tal como de 0,15 a 0,25 partes en peso de amoniaco (solución al 25 % en peso en agua), con respecto al peso seco de la lignina, y en donde la cantidad de peróxido de hidrógeno (solución al 30 % en peso en agua) es de 0,025 a 1,0 partes en peso, tal como de 0,07 a 0,50 partes en peso, tal como de 0,15 a 0,30 partes en peso de peróxido de hidrógeno, con respecto al peso seco de la lignina, y en donde la cantidad de polietilenglicol es de 0,03 a 0,60 partes en peso, tal como de 0,07 a 0,50 partes en peso, tal como de 0,10 a 0,40 partes en peso de polietilenglicol, con respecto al peso seco de la lignina.

Para los fines de la presente invención, el “peso seco de lignina” se define preferiblemente como el peso de la lignina en la forma suministrada.

Proceso

Hay más de una posibilidad de poner en contacto los componentes (a), (b), (c) y (d) para conseguir la reacción de oxidación deseada.

En una realización, el método comprende las etapas de:

- una etapa de proporcionar el componente (a) en forma de una solución acuosa y/o dispersión de una o más ligninas, siendo el contenido de lignina de la solución acuosa del 5 al 90 % en peso, tal como del 10 al 85 % en peso, tal como del 15 al 70 % en peso, basado en el peso total de la solución acuosa;
- una etapa de ajuste del pH añadiendo el componente (b);
- una etapa de adición de componente (d);
- una etapa de oxidación añadiendo el componente (c), que comprende un agente de oxidación.

En una realización, la etapa de ajuste del pH se lleva a cabo de forma que la solución y/o dispersión acuosa resultante tenga un pH ≥ 9, tal como ≥ 10, tal como ≥ 10,5.

En una realización, la etapa de ajuste del pH se lleva a cabo de forma que la solución y/o dispersión acuosa resultante tenga un pH en el intervalo de 9,5 a 12.

En una realización, la etapa de ajuste del pH se lleva a cabo de forma que se permita que la temperatura se eleve hasta ≥ 25 °C, y a continuación se controle en el intervalo de 25-50 °C, tal como 30-45 C, tal como 35-40 °C.

En una realización, durante la etapa de oxidación, la temperatura se deja elevar a ≥ 35 °C y, a continuación, se controla en el intervalo de 35-150 °C, tal como 40-90 °C, tal como 45-80 °C.

En una realización, la etapa de oxidación se lleva a cabo durante un tiempo de 1 segundo a 24 horas, tal como de 1 minuto a 12 horas, tal como de 10 minutos a 8 horas, tal como de 5 minutos a 1 hora.

Los presentes inventores han descubierto que el procedimiento descrito en la presente memoria permite producir un alto contenido en materia seca de la mezcla de reacción y, por lo tanto, es posible un alto rendimiento en el procedimiento según la presente invención lo que permita usar el producto de reacción en forma de ligninas oxidadas como componente en productos de producción industrial en masa, tales como productos de fibra mineral.

En una realización, el método se lleva a cabo de tal modo que el contenido en materia seca de la mezcla de reacción sea del 20 al 80 % en peso, tal como del 40 al 70 % en peso.

En una realización, el método se lleva a cabo de tal modo que la viscosidad de la lignina oxidada tenga un valor de 100 cP a 100000 cP, tal como un valor de 500 cP a 50000 cP, tal como un valor de 1000 cP a 25000 cP.

Para los fines de la presente invención, la viscosidad es la viscosidad dinámica, y se define como la resistencia del líquido/pasta a un cambio en la forma o el movimiento de las porciones próximas entre sí. La viscosidad se mide en centipoise (cP), que es el equivalente de 1 mPa s (milipascales segundo). La viscosidad se mide a 20 °C utilizando un viscosímetro. Para los fines de la presente invención, la viscosidad dinámica puede medirse a 20 °C con un viscosímetro Brookfield Cone Plate Wells.

En una realización, el método se lleva a cabo de tal modo que el método comprenda un dispositivo rotador-estator.

En una realización, el método se lleva a cabo de tal modo que el método se realice como un procedimiento continuo o semicontinuo.

Aparato para realizar el método

La presente invención también está dirigida a un aparato para realizar el método descrito anteriormente.

En una realización, el aparato para realizar el método comprende:

- un dispositivo rotor-estator,
- un dispositivo de premezclado para el componente (a), (b), (d)
- una o más entradas para agua, componentes (a), (b), (c) y (d),
- una o más salidas para una lignina oxidada.

En una realización, el aparato se construye de tal manera que las entradas para la premezcla de los componentes (a), (b) y (d) sean al dispositivo rotor-estator, y el aparato comprende, además, una cámara,

teniendo dicha cámara una entrada para el componente (c), y

teniendo dicha cámara una salida para una lignina oxidada.

Un dispositivo rotador-estator es un dispositivo para procesar materiales, que comprende un estator configurado como un cono interno provisto de anillos de engranajes. El estator coopera con un rotor que tiene brazos que se proyectan desde un cubo. Cada uno de estos brazos soporta dientes que engranan con los dientes de los anillos de engranajes del estator. Con cada vuelta del rotor, el material por procesar se transporta más hacia fuera en una etapa, mientras se somete a un efecto de cizallamiento intenso, mezcla y redistribución. El brazo del rotor y la cámara del recipiente subyacente del dispositivo vertical permiten una reorganización permanente del material desde el interior hacia el exterior, y proporcionan un procesamiento múltiple de materia seca y/o altamente viscosa para que el dispositivo sea de excelente utilidad para la mezcla intensiva, amasado, fibrilación, desintegración y procesos similares importantes en la producción industrial. La disposición vertical de la carcasa facilita el retroceso del material desde la periferia hacia el centro del dispositivo.

En una realización, el dispositivo rotador-estator utilizado en el método según la presente invención comprende un estator con anillos de engranajes, y un rotor con dientes que engranan con los dientes del estator. En esta realización, el dispositivo rotador-estator tiene las siguientes características: Entre los brazos del rotor sobresale un embudo de guía que concentra el flujo de material que entra desde arriba al área central del recipiente. La superficie exterior del embudo de guía define un espacio anular que regula el flujo de material. En el rotor, se proporciona un tornillo de avance que se alimenta hacia la región de trabajo del dispositivo. El embudo de guía retiene el producto en la región activa del dispositivo, y el tornillo de avance genera una presión de material aumentada en el centro.

Para obtener más detalles del dispositivo rotador-estator para utilizar en una realización del método, se hace referencia a US-2003/0042344 A1, que se incorpora como referencia.

En una realización, el método se lleva a cabo de tal modo que el método utilice un dispositivo rotador-estator. En esta realización, la mezcla de los componentes y la reacción de los componentes se llevan a cabo en el mismo dispositivo rotador-estator.

En una realización, el método se lleva a cabo de tal modo que el método utilice dos o más dispositivos rotador-estator, en donde al menos un dispositivo rotador-estator se utiliza para la mezcla de los componentes, y al menos un dispositivo rotador-estator se utiliza para hacer reaccionar los componentes.

Este proceso se puede dividir en dos etapas:

1. preparación de la masa de lignina (a) + (b) + (d)

2. oxidación de la masa de lignina

Típicamente, se utilizan dos tipos diferentes de máquinas de rotor/estator:

1. máquina abierta de rotor/estator adecuada para mezclar el polvo de lignina en agua en una concentración muy alta (30 a 50 % en peso). Mezclado menos intenso, pero con elementos auxiliares especiales (embudo de entrada, tornillo, etc.) para manipular materiales altamente viscosos. Velocidad circunferencial más baja (hasta 15 m/s). La máquina puede utilizarse como sistema discontinuo o continuo.

2. Máquina de rotor/estator en línea, que tiene fuerzas de cizallamiento mucho más altas (velocidades circunferenciales de hasta 55 m/s) y crea condiciones beneficiosas para una reacción química muy rápida. La máquina debe utilizarse de forma continua.

En el sistema abierto de rotor/estator, se prepara la masa altamente concentrada (45 a 50 % en peso) de lignina/agua. El polvo de lignina se añade lentamente al agua caliente (30 a 60 °C) en la que se ha añadido la cantidad correcta de amoníaco acuoso y/o base alcalina. Esto puede realizarse en modo discontinuo o los materiales se añaden intermitentemente/continuamente creando un flujo continuo de masa a la siguiente etapa.

La masa creada debe mantenerse a una temperatura de aproximadamente 60 grados, para mantener la viscosidad lo más baja posible y, por lo tanto, el material bombeable. La masa caliente de lignina/agua a un pH de 9 a 12 se transfiere luego utilizando una bomba adecuada, por ejemplo, una bomba de cavidad progresiva u otra bomba volumétrica, a la etapa de oxidación.

En una realización, la oxidación se realiza en un sistema de rotor/estator cerrado en una reacción en línea continua. Una solución acuosa de amoníaco y/o base alcalina se dosifica con una bomba dosificadora en la cámara de rotor/estator en el punto de mayor turbulencia/cizallamiento. Esto asegura una reacción de oxidación rápida. El material oxidado (AOL) sale del reactor en línea y se recoge en tanques adecuados.

Producto de reacción

Los presentes inventores han descubierto de forma sorprendente que las ligninas oxidadas preparadas tienen propiedades de reactividad muy deseables y, al mismo tiempo, muestran propiedades mejoradas de resistencia al fuego cuando se utilizan en productos donde están comprendidas en una composición de aglutinante, y una estabilidad a largo plazo mejorada con respecto a ligninas oxidadas previamente conocidas.

La lignina oxidada también muestra una hidrofilicidad mejorada.

Un parámetro importante para la reactividad de las ligninas oxidadas preparadas es el contenido en grupos ácido carboxílico de las ligninas oxidadas.

En una realización, la lignina oxidada preparada tiene un contenido en grupos ácido carboxílico de 0,05 a 10 mmol/g, tal como de 0,1 a 5 mmol/g, tal como de 0,20 a 2,0 mmol/g, tal como de 0,40 a 1,5 mmol/g, tal como 0,45 a 1,0 mmol/g, con respecto al peso seco del componente (a).

Otra forma de describir el contenido de grupos ácido carboxílico, es mediante el uso del contenido promedio de grupos ácido carboxílico por macromolécula de lignina según la siguiente fórmula:

$$Funcionalidad\ promedio\ COOH = \frac{moles\ totales\ de\ COOH}{moles\ totales\ de\ lignina}$$

En una realización, la lignina oxidada preparada tiene un contenido promedio de grupos ácido carboxílico superior a 1,5 grupos por macromolécula del componente (a), tal como superior a 2 grupos, tal como superior a 2,5 grupos.

Método III para preparar ligninas oxidadas

Las ligninas oxidadas, que se usan como componente para el aglutinante utilizado en la presente invención, pueden prepararse mediante un método que comprende poner en contacto

- un componente (a) que comprende una o más ligninas,

- un componente (b) que comprende amoniaco y/o uno o más componentes de amina, y/o cualquier sal del mismo y/o un hidróxido de metal alcalino y/o alcalinotérreo, tal como hidróxido de sodio y/o hidróxido de potasio,

- un componente (c) que comprende uno o más agentes de oxidación,

- opcionalmente, un componente (d) en forma de uno o más plastificantes,

y permitir una etapa de mezcla/oxidación, en donde se produce una mezcla oxidada, seguida de una etapa de oxidación, en donde la mezcla oxidada se sigue dejando reaccionar durante un tiempo de permanencia de 1 segundo a 10 horas, tal como de 10 segundos a 6 horas, tal como de 30 segundos a 2 horas.

Los componentes (a), (b), (c) y (d) son tal como se han definido anteriormente en el método II para preparar ligninas oxidadas.

En una realización, el procedimiento comprende una etapa de premezclado en la que los componentes se ponen en contacto entre sí.

En la etapa de premezcla, los siguientes componentes pueden ponerse en contacto entre sí:

- componente (a) y componente (b), o

- componente (a) y componente (b) y componente (c), o

- componente (a) y componente (b) y componente (d), o

- componente (a) y componente (b) y componente (c) y componente (d).

En una realización de la invención, es posible que la etapa de premezclado se lleve a cabo como una etapa independiente, y la etapa de mezclado/oxidación se lleve a cabo posteriormente a la etapa de premezclado. En dicha realización de la invención, es particularmente ventajoso poner el componente (a) y el componente (b) y, opcionalmente, el componente (d), en contacto entre sí en una etapa de premezcla. En una etapa posterior de mezcla/oxidación, el componente (c) se añade después a la premezcla producida en la etapa de premezcla.

En una realización, es posible que la etapa de premezclado corresponda a la etapa de mezclado/oxidación. En esta realización de la invención, los componentes, por ejemplo, el componente (a), el componente (b) y el componente (c) se mezclan y se inicia un proceso de oxidación al mismo tiempo. Es posible que el tiempo de permanencia posterior se realice en el mismo dispositivo que el utilizado para realizar la etapa de mezcla/oxidación. Dicha implementación de la invención es particularmente ventajosa si el componente (c) es aire.

Los presentes inventores han descubierto que al permitir una etapa de mezcla/oxidación seguida de una etapa de oxidación, en la que preferiblemente no se continúa mezclando la mezcla de reacción, la velocidad de oxidación puede controlarse de una manera muy eficiente. Al mismo tiempo, los costes para realizar el método se reducen porque la etapa de oxidación posterior a la etapa de mezcla/oxidación requiere un equipo menos complejo.

Otra ventaja es que la lignina oxidada, que se produce es particularmente estable. Otra ventaja sorprendente es que la lignina oxidada producida se puede ajustar muy bien en términos de viscosidad. Otra ventaja sorprendente es que la concentración de la lignina oxidada puede ser muy alta.

En una realización, el tiempo de permanencia se elige de modo que la reacción de oxidación se lleve al grado de finalización deseado, preferiblemente, hasta su finalización total.

Sistema I para realizar el método III

En una realización, el sistema para realizar el método comprende:

- al menos un dispositivo rotor-estator,
- una o más entradas de agua y componentes (a) y (b),
- una o más salidas del dispositivo rotor-estator,
- al menos un dispositivo de reacción, en particular al menos un tubo de reacción, que está dispuesto aguas abajo en la dirección del flujo del procedimiento hacia al menos una o más de las salidas.

En una realización, el sistema comprende una o más entradas para el componente (c) y/o el componente (d).

En una realización, el sistema comprende un dispositivo de premezcla.

El dispositivo de premezcla puede comprender una o más entradas para agua y/o el componente (a) y/o el componente (b) y/o el componente (c) y/o el componente (d).

En una realización de la invención, el dispositivo de premezcla comprende entradas para agua y el componente (a) y el componente (b).

Es posible que, en una etapa de premezcla, el componente (c) también se mezcle con los tres ingredientes mencionados (agua, componente (a) y componente (b)). Entonces, es posible que el dispositivo de premezcla tenga una entrada adicional para el componente (c). Si el componente (c) es aire, es posible que el dispositivo de premezcla esté formado por un recipiente de mezclado abierto, de modo que, en este caso, el componente (c) ya esté en contacto con los otros componentes (agua, componente (a) y componente (b)) a través de la abertura del recipiente. En esta realización de la invención, también es posible que el dispositivo de premezcla comprenda, opcionalmente, una entrada para el componente (d).

En una realización, el sistema se construye de tal manera que

las entradas para los componentes (a), (b) y (d) sean entradas de un dispositivo de premezcla, en particular, de un dispositivo de rotor-estator abierto,

por lo que el sistema comprende además un dispositivo de rotor-estator adicional,

teniendo dicho dispositivo rotor-estator adicional una entrada para el componente (c), y teniendo dicho dispositivo rotor-estator adicional una salida para una lignina oxidada.

Es posible que la etapa de premezcla y la etapa de mezcla/oxidación se lleven a cabo simultáneamente. En este caso, el dispositivo de premezcla y el dispositivo de mezcla/oxidación son un único dispositivo, es decir, un dispositivo de rotor-estator.

En una realización, un dispositivo rotador-estator utilizado en el método según la presente invención comprende un estator con anillos de engranajes, y un rotor con dientes que engranan con los dientes del estator. En esta realización, el dispositivo rotador-estator tiene las siguientes características: Entre los brazos del rotor sobresale un embudo de guía que concentra el flujo de material que entra desde arriba al área central del recipiente. La superficie exterior del embudo de guía define un espacio anular que regula el flujo de material. En el rotor, se proporciona un tornillo de avance que se alimenta hacia la región de trabajo del dispositivo. El embudo de guía retiene el producto en la región activa del dispositivo, y el tornillo de avance genera una presión de material aumentada en el centro.

Sistema II para realizar el método III

En una realización, el sistema para realizar el método comprende:

- una o más entradas de agua, componentes (a) y (b),
- al menos un aparato de mezclado y oxidación con una o más salidas, y

- al menos un mezclador/intercambiador de calor, que esté dispuesto aguas abajo en la dirección de flujo del proceso hacia la al menos una o más de las salidas, por lo que el mezclador/intercambiador de calor comprende un dispositivo de control de temperatura.

En una realización, el sistema comprende una o más entradas adicionales para el componente (c) y/o el componente (d).

En una realización, el sistema comprende un dispositivo de premezcla.

El dispositivo de premezcla puede comprender una o más entradas para agua y/o el componente (a) y/o el componente (b) y/o el componente (c) y/o el componente (d).

En una realización, el dispositivo de premezcla comprende entradas para agua y el componente (a) y el componente (b).

Es posible que, en una etapa de premezcla, el componente (c) también se mezcle con los tres ingredientes mencionados (agua, componente (a) y componente (b)). Entonces, es posible que el dispositivo de premezcla tenga una entrada adicional para el componente (c). Si el componente (c) es aire, es posible que el dispositivo de premezcla esté formado por un recipiente de mezclado abierto, de modo que, en este caso, el componente (c) ya esté en contacto con los otros componentes (agua, componente (a) y componente (b)) a través de la abertura del recipiente. En esta realización de la invención, también es posible que el dispositivo de premezcla comprenda, opcionalmente, una entrada para el componente (d).

En una realización, el sistema se construye de tal manera que las entradas para los componentes (a), (b) y (d) son entradas de un dispositivo de rotor-estator abierto,

por lo que el sistema comprende además un mezclador/intercambiador de calor, que tiene una entrada para el componente (c) y una salida para una lignina oxidada.

Es posible que la etapa de premezcla y la etapa de mezcla/oxidación se lleven a cabo simultáneamente. En este caso, el dispositivo de premezcla y el dispositivo de mezcla/oxidación son un único dispositivo.

En una realización, un dispositivo rotador-estator utilizado en el método según la presente invención comprende un estator con anillos de engranajes, y un rotor con dientes que engranan con los dientes del estator. En esta realización, el dispositivo rotador-estator tiene las siguientes características: Entre los brazos del rotor sobresale un embudo de guía que concentra el flujo de material que entra desde arriba al área central del recipiente. La superficie exterior del embudo de guía define un espacio anular que regula el flujo de material. En el rotor, se proporciona un tornillo de avance que se alimenta hacia la región de trabajo del dispositivo. El embudo de guía retiene el producto en la región activa del dispositivo, y el tornillo de avance genera una presión de material aumentada en el centro.

Por supuesto, también se pueden utilizar otros dispositivos como dispositivos de premezcla. Además, es posible que la etapa de premezcla se lleve a cabo en el aparato de mezcla y oxidación.

En una realización, el aparato de mezcla y oxidación es un mezclador estático. Un mezclador estático es un dispositivo para la mezcla continua de materiales fluidos, sin componentes móviles. Un diseño de mezclador estático es el mezclador de tipo placa y otro tipo de dispositivo común consiste en elementos de mezclador contenidos en una carcasa cilíndrica (tubo) o cuadrada.

En una realización, el mezclador/intercambiador de calor se construye como un intercambiador de calor multitubo con elementos de mezcla. Los elementos de mezcla son preferiblemente instalaciones fijas a través de las cuales debe fluir la mezcla, por lo que la mezcla se lleva a cabo como resultado del flujo continuo. El mezclador/intercambiador de calor puede construirse como un reactor de flujo de pistón.

En el método de la invención, el dispositivo de drenaje de agua se coloca en contacto con el suelo y está preferiblemente al menos parcialmente enterrado dentro del suelo. Preferiblemente, el dispositivo de drenaje de agua está completamente enterrado en el suelo, por ejemplo, completamente cubierto de tierra. La tierra incluye sedimento, arena, arcilla, barro, grava y similares. Por ejemplo, el dispositivo de drenaje de agua puede estar enterrado bajo al menos 20 cm de tierra, preferiblemente al menos 40 cm de tierra, más preferiblemente al menos 50 cm de tierra.

En el método de la invención, el dispositivo de drenaje de agua absorbe agua y libera agua a un recipiente. El dispositivo puede absorber agua directamente del suelo circundante o puede transportarse al dispositivo por algún medio, por ejemplo, una tubería. El dispositivo puede retener el agua y luego liberarla en un recipiente. El recipiente puede ser el suelo circundante, es decir, el agua del dispositivo se disipa de nuevo en el suelo una vez que el suelo se ha vuelto más seco. El recipiente también puede ser un punto de recogida de agua, un depósito, un tanque, una canaleta, una tubería de desagüe o una alcantarilla.

Preferiblemente, el dispositivo de drenaje de agua comprende un primer conducto. El primer conducto transporta preferiblemente agua al dispositivo de drenaje de agua. Esto asegura que el agua pueda fluir a lo largo del primer conducto y directamente al dispositivo de drenaje de agua. Preferiblemente, el primer conducto tiene un primer extremo abierto y un segundo extremo abierto, en donde el primer extremo abierto está en comunicación fluida con la MMVF del dispositivo de drenaje de agua. Se prevé, por supuesto, que el dispositivo de drenaje de agua pueda apoyarse sobre el primer conducto, preferiblemente una tubería, por donde fluirá el agua de lluvia, para conseguir esta comunicación fluida. Sin embargo, es preferible, para mayor eficiencia, que el primer conducto esté al menos parcialmente integrado en el dispositivo de drenaje de agua. La parte integrada del primer conducto puede tener una abertura en su pared exterior, preferiblemente más de una abertura. La presencia de una abertura tiene la ventaja de que existe una mayor área a través de la cual el agua puede fluir hacia el dispositivo de drenaje de agua.

El primer conducto puede ser un canal abierto, y el agua puede fluir a lo largo de este canal hacia el dispositivo de drenaje de agua desde, por ejemplo, un sistema de drenaje principal o canaletas. Preferiblemente, el conducto es un tubo. Una ventaja de una tubería es que es hueca y, por lo tanto, puede transportar libremente agua bajo tierra hasta el dispositivo de drenaje de agua. Además, la pared de la tubería evita que los residuos entren en la tubería.

Preferiblemente, el primer conducto, preferiblemente una tubería, se coloca en comunicación fluida con la sección inferior del dispositivo de drenaje de agua. Esto significa que durante la instalación, el primer conducto se coloca en comunicación fluida con la mitad inferior del dispositivo de drenaje de agua por volumen. Esto se debe a que, para llenar todo el dispositivo lo suficientemente rápido, es necesario expulsar el aire que está presente en el dispositivo antes de que comience a llover. Esto ocurre más rápido en la disposición descrita anteriormente.

El conducto, preferiblemente una tubería, está en comunicación fluida con el dispositivo de drenaje de agua, y puede estar en comunicación fluida con un sistema de conductos, preferiblemente tuberías y una o más tuberías de drenaje, de modo que el agua que fluye desde un techo, hacia una canaleta, por una tubería de drenaje pueda almacenarse dentro del dispositivo de drenaje de agua durante el clima húmedo. Esto se suma al agua que el dispositivo puede absorber del suelo circundante (es decir, reduce el agua superficial). A medida que el suelo circundante se seca, el agua se disipa gradualmente del dispositivo de drenaje de agua hacia el suelo. Por lo tanto, el dispositivo de drenaje de agua proporciona una forma eficaz de eliminar el agua de lluvia que no ejerce presión sobre los sistemas de drenaje principales existentes. No es necesario transportar el agua a otro lugar, aunque es posible; el agua puede desecharse en el suelo. Por ejemplo, un edificio puede tener uno o varios dispositivos de drenaje de agua conectados a sus sistemas de canaletas y, por lo tanto, puede eliminar estas aguas superficiales dentro de sus propios terrenos.

El dispositivo de drenaje de agua puede tener un pasaje que se extiende desde un primer extremo del dispositivo de drenaje de agua, hacia un segundo extremo del dispositivo de drenaje de agua, en donde los extremos primero y segundo son opuestos y en donde el primer extremo del pasaje está en comunicación fluida con el agua del conducto, preferiblemente una tubería.

El pasaje puede extenderse del 10 % al 100 % del camino a través del dispositivo de drenaje de agua, preferiblemente del 20 % al 99 % del camino a través del dispositivo de drenaje de agua, preferiblemente del 50 % al 99 % del camino a través del dispositivo de drenaje de agua, más preferiblemente del 80 % al 95 % del camino a través del sustrato. La ventaja del pasaje es que existe un área mayor a través de la cual el agua puede fluir hacia el dispositivo de drenaje de agua. El pasaje puede tener cualquier forma en sección transversal, preferiblemente circular, triangular o cuadrada.

El pasaje puede formarse integrando el conducto, preferiblemente una tubería, en el dispositivo de drenaje de agua como se describió anteriormente. El conducto tiene preferiblemente una abertura en su pared exterior, preferiblemente más de una abertura. La presencia de una abertura tiene la ventaja de que existe una mayor área a través de la cual el agua puede fluir hacia el dispositivo de drenaje de agua.

El pasaje puede estar formado por una tubería separada que tiene al menos una abertura. La tubería es preferiblemente una tubería de plástico perforada, tal como una tubería de PVC. La tubería proporciona resistencia al drenaje e impide que el pasaje se quede cerrado. La tubería se perfora para permitir que el agua se drene hacia el pasaje. La tubería integrada proporciona soporte al pasaje para que sea más resiliente o resistente a la presión. En ausencia de una tubería, el pasaje podría cerrarse debido a la presión sobre el dispositivo de drenaje de agua, como por ejemplo, vehículos que circulan sobre el dispositivo de drenaje de agua.

El pasaje se puede formar retirando una sección del dispositivo de drenaje de agua, tal como mediante una perforación. El pasaje resultante será poroso y, por lo tanto, permitirá que el agua se absorba en el dispositivo de drenaje de agua desde el pasaje.

El dispositivo de drenaje de agua puede comprender una primera parte en contacto con una segunda parte, en donde el pasaje está dispuesto entre la primera parte y la segunda parte. Esto significa que la primera parte puede estar preformada con una ranura a lo largo de al menos parte de la longitud del dispositivo de drenaje de agua, y cuando la primera parte y la segunda parte se unen, el pasaje está formado por la ranura y la segunda parte. De forma alternativa, la segunda parte puede tener la ranura. De forma alternativa, tanto la primera como la segunda parte pueden tener una ranura y las ranuras pueden alinearse para formar el pasaje cuando la primera y la segunda partes se unen entre

sí. La ranura o ranuras pueden tener cualquier forma, según sea necesario para formar el pasaje. Por lo tanto, la ranura o ranuras pueden tener una sección transversal que sea semicircular, triangular, rectangular o similar.

La primera y la segunda partes del dispositivo de drenaje de agua se pueden unir colocando las dos partes juntas o usando un adhesivo.

El pasaje puede formarse mediante una combinación de los medios descritos anteriormente.

Preferiblemente, las áreas de sección transversal del primero y segundo extremos del pasaje están en el intervalo de 2 a 200 cm^2, preferiblemente, de 5 a 100 cm^2.

Preferiblemente, el área de la sección transversal del primer extremo del pasaje es del 0,5 % al 15 % del área de la sección transversal del primer extremo del dispositivo de drenaje de agua, preferiblemente del 1 % al 10 %.

Preferiblemente, el área de la sección transversal del segundo extremo del pasaje es del 0,5 % al 15 % del área de la sección transversal del segundo extremo del dispositivo de drenaje de agua, preferiblemente del 1 % al 10 %.

Las aberturas son un porcentaje tan pequeño del área de la sección transversal de los extremos del dispositivo de drenaje de agua, ya que la gran mayoría del dispositivo de drenaje de agua se utiliza para almacenar temporalmente la cantidad de agua que se transporta al dispositivo de drenaje de agua. Cuanto mayor sea la proporción del dispositivo de drenaje de agua, mayor será el volumen de agua que puede almacenar temporalmente un dispositivo de drenaje de agua de una sección transversal determinada.

El área de la sección transversal del pasaje es preferiblemente sustancialmente continua a lo largo de su longitud. Sustancialmente continua significa que el área en sección transversal está dentro de 10 % del área en sección transversal media, preferiblemente, dentro de 5 %, con máxima preferencia, dentro de 1 %. Sin embargo, de ser necesario, el área de sección transversal puede variar según los requisitos de que el pasaje sea más pequeño o más grande.

El pasaje puede ser recto a través del dispositivo de drenaje de agua, es decir, el pasaje toma la ruta más directa hacia el segundo extremo del dispositivo de drenaje de agua para permitir que el agua tome la ruta más directa a lo largo del pasaje.

El pasaje puede seguir una ruta indirecta a través del dispositivo de drenaje de agua para aumentar el área de superficie del pasaje de modo que el agua pueda drenar hacia el dispositivo de drenaje de agua a un ritmo más rápido.

Puede haber más de un pasaje a través del dispositivo de drenaje de agua para aumentar el área de superficie del pasaje, de modo que el agua pueda drenar hacia el dispositivo de drenaje de agua a un ritmo más rápido. Cuando hay más de un pasaje, los pasajes se conectan preferiblemente para formar una red de pasajes de modo que el agua pueda fluir a través de la red de pasajes. Cada pasaje puede estar en comunicación fluida con un conducto diferente, lo que permite que el dispositivo de drenaje de agua deseche el agua de diferentes fuentes.

Puede haber conductos tanto en la parte inferior como en la parte superior del dispositivo de drenaje de agua. Una ventaja de tener pasajes en la parte superior e inferior es que, si bien el agua entra por el pasaje inferior, todo el aire que está presente en el dispositivo antes de que comience a llenarse de agua puede salir por el pasaje superior del dispositivo.

El pasaje puede tener un área de sección transversal triangular. Cuando instalado, la base del triángulo es preferiblemente paralela con respecto a la base del dispositvo de drenaje de agua. Alternativamente, el pasaje puede tener una sección transversal semicircular. Nuevamente, la base del dispositivo de drenaje de agua es preferiblemente paralela a la base del semicírculo. De forma alternativa, el pasaje puede tener una sección transversal circular o rectangular. La ventaja de estas secciones transversales de pasaje es que la mayor área de superficie del pasaje está en el punto más bajo, lo que proporciona la mayor área de superficie para que fluya el agua.

El pasaje se coloca preferiblemente en el centro del ancho de la sección transversal del dispositivo de drenaje de agua. La razón por la que esto es sustancialmente central es para que el flujo del agua que se va a absorber descienda por el centro del dispositivo de drenaje de agua. Esto tiene la ventaja de que la resistencia del dispositivo de drenaje de agua se mantiene en los lados del dispositivo de drenaje de agua. Sin embargo, si el pasaje se dispuso cerca de un lado del dispositivo de drenaje de agua, esto podría causar una debilidad en la estructura.

Durante el uso, cuando el pasaje se extiende desde el primer extremo hasta el segundo extremo del dispositivo de drenaje de agua, el segundo extremo del pasaje está preferiblemente cerrado para evitar que entre tierra en el pasaje y reduzca el tamaño del pasaje. El segundo extremo del pasaje puede cerrarse colocando una placa sobre la abertura, tal como una placa de MMVF, una placa de metal, una placa de plástico o similar. Alternativamente, el segundo extremo del pasaje se puede taponar, por ejemplo, con un tapón hecho de MMVF, metal, plástico o similar. El segundo extremo puede envolverse en un material geotextil para cerrar el segundo extremo del pasaje.

Una ventaja de usar el dispositivo de drenaje de agua según la invención es que puede absorber agua del suelo y almacenarla dentro de su estructura de poros abiertos. El dispositivo de drenaje de agua también puede transportar agua a lo largo del pasaje opcional hacia la segunda abertura. Esto significa que el dispositivo de drenaje de agua puede almacenar agua cuando sea necesario y también transportar agua a un receptor, por ejemplo un medio de eliminación, cuando sea necesario.

En este uso, el dispositivo de drenaje de agua se instalará para drenar el suelo anegado, particularmente cuando las precipitaciones, como lluvia, nieve, aguanieve, granizo y similares, produzcan aguas superficiales que hagan que el suelo se encharque. Esto puede ocurrir comúnmente cerca de edificios, particularmente cuando una parte del terreno circundante está cubierta por edificios, pavimentos, asfalto o similares sin un drenaje adecuado. Si no hay un drenaje adecuado, esto ejerce presión sobre el suelo que rodea esta área para disipar el agua superficial que se ha acumulado. Esto hace que el área circundante se inunde y necesite ser drenada.

Una ventaja adicional de usar el dispositivo de la presente invención es que este retarda la llegada de agua a un punto de recogida de agua, tal como un tanque o un depósito. Cuando hay fuertes precipitaciones, un depósito o tanque puede verse superado por una corriente de agua repentina. El uso de un dispositivo según la presente invención retarda la llegada de la corriente de agua al depósito o tanque y ayuda así a evitar una inundación.

Como se ha descrito anteriormente, el dispositivo de drenaje de agua no necesita tener ningún conducto y puede actuar como un dispositivo de drenaje absorbiendo el exceso de agua del suelo circundante en momentos de niveles altos de agua y liberando el agua de nuevo al suelo en momentos de niveles bajos de agua. De este modo, el dispositivo de drenaje de agua de la presente invención se puede usar para drenar el suelo anegado. Esto puede hacerse absorbiendo el exceso de agua en la estructura de poros abiertos del dispositivo de drenaje de agua y almacenando el agua hasta que el suelo se seque y, a continuación, disipando gradualmente el agua en el suelo.

El dispositivo de drenaje de agua puede tener opcionalmente un primer conducto y un segundo conducto. El primer conducto transporta agua al dispositivo de drenaje de agua y se coloca preferiblemente en la mitad inferior del dispositivo. El segundo conducto se coloca preferiblemente en la mitad superior del dispositivo. El segundo conducto tiene el propósito principal de expulsar el aire del dispositivo. Sin embargo, también puede funcionar como un desbordamiento. Esto significa que cuando el dispositivo está saturado de agua, el segundo conducto transporta agua a un tanque de almacenamiento de agua, un drenaje principal o un depósito de drenaje de agua.

Alternativamente, el primer conducto y el segundo conducto pueden estar conectados por un pasaje como se ha descrito anteriormente. El suelo anegado es drenado por el agua que se transporta a lo largo del pasaje del dispositivo de drenaje de agua hacia la segunda abertura y hacia un sistema de eliminación, tal como un tanque, un drenaje principal o un depósito de drenaje de agua. Si hay un nivel bajo de exceso de agua en el suelo, el dispositivo de drenaje de agua puede almacenar este exceso de agua hasta que el suelo esté lo suficientemente seco como para disipar el agua de vuelta al suelo. Si hay un alto nivel de exceso de agua, esta puede transportarse a lo largo del conducto hasta un sistema de eliminación.

El agua puede transportarse por gravedad a lo largo del pasaje opcional, por ejemplo, instalando el dispositivo de drenaje de agua con una pendiente tal que el segundo extremo del dispositivo de drenaje de agua sea más bajo que el primer extremo del dispositivo de drenaje de agua. Preferiblemente, el ángulo de la pendiente es de 2 a 10 grados con respecto a la horizontal. Una ventaja de instalar el drenaje con una pendiente es que no es necesario bombear el agua desde el elemento de drenaje.

Alternativamente, una bomba puede estar en comunicación fluida con la segunda abertura del pasaje, en donde la bomba transporta agua hacia la segunda abertura del pasaje. La bomba puede estar en comunicación fluida con la segunda abertura mediante un conducto, como una tubería. El agua puede ser bombeada a lo largo del pasaje a un punto de evacuación de agua, tal como un tanque, alcantarillado o un depósito de drenaje de agua. Una ventaja de usar una bomba es que el elemento de drenaje se puede instalar sin pendiente y, por lo tanto, durante la instalación no es necesario cavar más profundo en un extremo de la instalación.

Es posible tener instalado tanto un dispositivo de drenaje de agua en una pendiente como un sistema de bombeo.

Durante el uso, el pasaje está preferiblemente desplazado hacia una primera dirección y el dispositivo de drenaje de agua está orientado de tal modo que la primera dirección esté hacia abajo. Es ventajoso que el pasaje esté en la parte inferior del dispositivo de drenaje de agua.

Preferiblemente, la capacidad de retención de agua del dispositivo de drenaje de agua es al menos el 80 % del volumen, preferiblemente entre el 80 y el 99 %, más preferiblemente entre el 85 y el 95 %. Cuanto mayor sea la capacidad de retención de agua, más agua podrá almacenarse para un determinado volumen. La capacidad de retención de agua del dispositivo de drenaje de agua es alta debido a la estructura de poros abiertos y la hidrofilicidad.

Preferiblemente, la cantidad de agua que retiene el dispositivo de drenaje de agua cuando emite agua es menor del 20 % en volumen, preferiblemente menor del 10 % en volumen, lo más preferiblemente menor del 5 % en volumen. El agua retenida puede ser de 2 a 20 % en volumen, tal como de 5 a 10 % en volumen. Cuanto menor sea la cantidad de agua retenida por el dispositivo de drenaje de agua, mayor será la capacidad del dispositivo de drenaje de agua para absorber más agua. El agua puede salir del dispositivo de drenaje disipándose en el suelo cuando el suelo circundante está seco y el equilibrio capilar es tal que el agua se disipa en el suelo.

Preferiblemente, la capacidad de almacenamiento temporal del dispositivo de drenaje de agua, es decir la diferencia entre la cantidad máxima de agua que puede retenerse y la cantidad de agua que se retiene cuando el dispositivo de drenaje de agua emite agua, es al menos un 60 % en volumen, preferiblemente al menos un 70 % en volumen, preferiblemente al menos un 80 % en volumen. La capacidad de almacenamiento temporal puede ser de 60 a 90 % en volumen, tal como de 60 a 85 % en volumen. La ventaja de una capacidad de almacenamiento temporal tan alta es que el dispositivo de drenaje de agua puede almacenar temporalmente más agua para un volumen determinado, es decir, el dispositivo de drenaje de agua puede almacenar un gran volumen de agua cuando llueve y liberar un gran volumen de agua a medida que el suelo circundante se seca. La capacidad de almacenamiento temporal es tan alta porque el dispositivo de drenaje de agua requiere una baja presión de succión para eliminar el agua.

La capacidad de retención de agua, la cantidad de agua retenida y la capacidad de almacenamiento temporal del dispositivo de drenaje de agua se pueden medir según la norma EN 13041: 1999.

El agua se almacena en el dispositivo de drenaje de agua cuando el suelo circundante está saturado, es decir, el equilibrio capilar significa que el agua se retiene dentro del dispositivo de drenaje de agua. A medida que el suelo circundante se seca, el equilibrio capilar cambia y el agua se disipa del dispositivo de drenaje de agua hacia el suelo circundante. De este modo, el agua se mantiene dentro del dispositivo de drenaje de agua cuando el suelo circundante está saturado. Cuando el suelo circundante se seca, el agua se disipa del dispositivo de drenaje de agua hacia el suelo. El dispositivo de drenaje de agua puede entonces absorber más agua, por ejemplo, a través de una tubería o conducto.

La estructura del dispositivo de drenaje de agua es tal que, si bien el agua puede disiparse del sustrato al suelo, la tierra no contamina el dispositivo de drenaje de agua. Esto se debe al pequeño tamaño de poro dentro del dispositivo de drenaje de agua. Por lo tanto, no es necesario envolver el dispositivo de drenaje de agua en un geotextil para evitar la contaminación. Esto tiene la ventaja de que, durante la instalación, el instalador no tiene que envolver manualmente el dispositivo de drenaje de agua en un material geotextil. La etapa de envoltura de los otros dispositivos de drenaje de agua es incómoda y lleva mucho tiempo, ya que se lleva a cabo en la etapa de instalación. El dispositivo de drenaje de agua de esta invención no tiene este problema.

El dispositivo de drenaje de agua puede comprender una capa de distribución de fuerza. Preferiblemente, la capa de distribución de fuerza se coloca en la cara superior del dispositivo de drenaje de agua en uso.

La capa de distribución de fuerza puede ser una capa de MMVF coherente. Cuando la capa de distribución de fuerza es una capa de MMVF coherente, preferiblemente tiene una resistencia a la compresión de al menos 200 kPa, y la resistencia a la compresión puede ser de hasta 1 MPa. Preferiblemente, es de 200 a 500 kPa, más preferiblemente de 300 a 400 kPa. La resistencia a la compresión se mide según el estándar europeo EN 826:1996. Las capas de distribución de fuerza con tal resistencia a la compresión son particularmente adecuadas para su uso en la presente invención ya que garantizan que la fuerza que impacta desde la superficie del suelo no se concentre en un solo punto del dispositivo de drenaje, sino que se distribuya sobre un área más grande.

Cuando la capa de distribución de fuerza es una capa de MMVF coherente, preferiblemente tiene una densidad de al menos 100 kg/m^3, tal como de 100 a 280 kg/m^3, preferiblemente, de 150 a 200 kg/m^3, y la densidad puede ser de hasta 600 kg/m^3. Las capas de distribución de fuerza con tal densidad son particularmente adecuadas para su uso en la presente invención ya que garantizan que la fuerza que impacta desde la superficie del suelo no se concentre en un solo punto, sino que se distribuya sobre un área más grande.

Cuando la capa de distribución de fuerza es una capa de MMVF coherente, es preferiblemente hidrófila, es decir, atrae agua. La capa de MMVF tiene forma de una masa coherente. Es decir, la capa de MMVF es generalmente una matriz coherente de fibras de MMVF que se ha producido como tal, pero también puede formarse granulando una placa de MMVF y consolidando el material granulado.

El dispositivo de drenaje de agua puede comprender además una capa superior por encima de la capa de distribución de fuerza. La capa superior es preferiblemente césped, tierra, césped artificial, arena, gravilla, arcilla o combinaciones de los mismos.

En un ejemplo, el dispositivo de drenaje de agua puede comprender además una cubierta impermeable a los líquidos. Preferiblemente, la cubierta impermeable a los líquidos rodea el dispositivo de drenaje de agua. La cubierta impermeable a los líquidos puede comprender una o más aberturas en la ubicación de cualquier conducto. Por ejemplo, la cubierta impermeable a los líquidos puede comprender una primera abertura para el primer conducto

descrito en la presente memoria. También puede comprender una segunda abertura para el segundo conducto descrito en la presente memoria. Esto es para permitir que el agua entre en el dispositivo o salga del dispositivo a través de los conductos. Sin embargo, se evita que el agua salga del dispositivo en lugares distintos de los conductos debido a la cubierta impermeable a los líquidos.

Se ha descubierto que esta cubierta es ventajosa cuando el dispositivo de drenaje de agua se instala en lugares en los que no es deseable que se produzca la infiltración de agua en el suelo circundante. Esto puede ser obligatorio para las reglamentaciones gubernamentales.

Por ejemplo, el agua de lluvia que se ha recogido a través de un sistema de drenaje de superficies duras, como carreteras o aparcamientos, se considera agua "contaminada". Esto se debe a los residuos en la superficie dura, como gasolina, diésel y metales duros, que pueden ser transportados por el agua. No es deseable que dicha agua se disperse en el suelo circundante, pero el dispositivo de drenaje de agua de la presente invención puede evitar las inundaciones al retener el exceso de agua y transportarla de forma segura a través de conductos hasta un punto de eliminación de agua.

Además, también puede ser indeseable que el agua se disipe en el suelo circundante desde el dispositivo de drenaje de agua cuando el propio suelo circundante no es adecuado para la infiltración. Esto puede deberse a que el suelo circundante está contaminado y, como tal, la disipación del agua provocaría la dispersión de los elementos contaminados del suelo. También puede deberse a que el suelo no puede absorber agua, por ejemplo, si contiene una gran cantidad de arcilla. De nuevo, el dispositivo de drenaje de agua de la presente invención es capaz de evitar inundaciones al retener el exceso de agua y transportarlo de forma segura a través de conductos hasta un punto de eliminación de agua.

La cubierta impermeable a los líquidos según la invención puede comprender un material seleccionado de la siguiente lista: termoplástico, plástico termoendurecible, elastómero, polímero natural, polímero sintético, papel de aluminio, tal como papel de aluminio utilizado en la agricultura, bentonita, arcilla, MMVF comprimida o cualquier otro plástico conocido. La cubierta impermeable a los líquidos según la invención puede comprender poli (éter de p-fenileno) (PPE), polietileno (PE), cloruro de polivinilo (PVC) o monómero de etileno propileno dieno (EPDM).

La cubierta impermeable a los líquidos también puede denominarse envoltura o funda. El dispositivo de drenaje de agua puede comprender una o más capas de recubrimiento impermeable a los líquidos.

La presente invención también se refiere a un dispositivo de drenaje de agua que comprende fibras vítreas artificiales (MMVF) unidas a una composición aglutinante acuosa curada, en donde la composición aglutinante acuosa antes del curado comprende:

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;
- un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes;
- un componente (iii) en forma de uno o más plastificantes.

El dispositivo de drenaje de agua es como se describió anteriormente. Esta realización puede tener cualquiera de las características preferidas descritas anteriormente para el método de la invención.

La presente invención también se refiere a una serie de al menos dos dispositivos de drenaje de agua, en donde los dispositivos de drenaje de agua comprenden fibras vítreas artificiales (MMVF) unidas a una composición aglutinante acuosa curada, en donde la composición aglutinante acuosa antes del curado comprende:

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;
- un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes;
- un componente (iii) en forma de uno o más plastificantes.

En la matriz según la invención, los al menos dos dispositivos de drenaje de agua pueden ser idénticos. Alternativamente, los al menos dos dispositivos de drenaje de agua pueden no ser idénticos.

La matriz puede consistir en al menos dos dispositivos de drenaje de agua colocados uno al lado del otro, o en contacto entre sí para que el agua pueda disiparse de un dispositivo de drenaje de agua al siguiente. Puede haber más de dos dispositivos de drenaje de agua, por ejemplo, tantos dispositivos como sean necesarios para llenar el área deseada.

Uno o más de los dispositivos de drenaje de agua pueden tener cualquiera de las características preferidas descritas anteriormente.

Preferiblemente, uno de los al menos dos dispositivos de drenaje de agua comprende un primer conducto como se describió anteriormente.

Preferiblemente, el segundo dispositivo de drenaje de agua comprende un segundo conducto, como se describió anteriormente.

Preferiblemente, uno de los dispositivos de drenaje de agua comprende un primer extremo y un segundo extremo y un pasaje que se extiende desde una primera abertura en el primer extremo hasta una segunda abertura en el segundo extremo. En la matriz de la presente invención, uno o más de los dispositivos de drenaje de agua pueden comprender un pasaje.

En un ejemplo, la primera abertura de un pasaje en un primer dispositivo de drenaje de agua puede ponerse en contacto con el primer extremo de un pasaje en un segundo dispositivo de drenaje de agua. Por ejemplo, dos o más dispositivos de drenaje de agua pueden estar en comunicación fluida entre sí al estar conectados por un pasaje. La primera abertura de un pasaje en un primer dispositivo de drenaje de agua puede estar en comunicación fluida con la primera abertura de un pasaje en un segundo dispositivo de drenaje de agua. La segunda abertura del pasaje en el primer dispositivo de drenaje de agua puede estar en comunicación fluida con un primer conducto, trayendo agua desde, por ejemplo, canaletas. La segunda abertura del pasaje en el segundo dispositivo de drenaje de agua puede estar en comunicación fluida con una primera abertura de un pasaje en un tercer dispositivo de drenaje de agua, o puede estar en comunicación fluida con un segundo conducto para transferir agua a un tanque de almacenamiento de agua. De este modo, se puede disponer una red de dispositivos de drenaje de agua, todos en comunicación fluida. Preferiblemente, los conductos de dos o más dispositivos de drenaje de agua están alineados para formar un conducto más largo.

La matriz según la invención es ventajosa ya que aumenta el volumen de agua que se puede almacenar y luego disipar.

La presente invención también se refiere al uso de un dispositivo de drenaje de agua para drenar agua, en donde el dispositivo de drenaje de agua comprende fibras vítreas artificiales (MMVF) unidas con una composición aglutinante acuosa curada, en donde la composición aglutinante acuosa antes del curado comprende:

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;
- un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes;
- un componente (iii) en forma de uno o más plastificantes.

Esta realización de la invención puede tener cualquiera de las características adicionales descritas anteriormente para el método de la invención.

La presente invención también se refiere a un método para producir un dispositivo de drenaje de agua. El método comprende las etapas de:

(i) proporcionar fibras vítreas artificiales,

(ii) pulverizar las fibras vítreas artificiales con una composición acuosa de aglutinante;

(iii) recolectar y consolidar las fibras vítreas artificiales y curar la composición aglutinante acuosa para formar un dispositivo de drenaje de agua;

en donde la composición de aglutinante antes del curado comprende:

- un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;
- un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes;
- un componente (iii) en forma de uno o más plastificantes.

El dispositivo de drenaje de agua puede tener cualquiera de las características preferidas discutidas en detalle anteriormente.

Las fibras vítreas artificiales pueden fabricarse a partir de una masa fundida mineral. Se proporciona una masa fundida mineral de una manera convencional proporcionando materiales minerales y fusionándolos en un horno. Este horno puede ser cualquiera de los tipos de horno conocidos para la producción de masas fundidas minerales para MMVF, por ejemplo, un horno de cuba tal como un horno de cubilote, un horno de balsa o un horno de ciclón.

Puede emplearse cualquier método adecuado para formar MMVF a partir de la masa fundida mineral mediante fibrización. La fibrización puede ser mediante un procedimiento de vaso giratorio en el que la masa fundida se extruye de manera centrífuga a través de orificios en las paredes de un vaso rotatorio (vaso giratorio, también conocida como centrifugación interna). Alternativamente, la fibrización puede ser por fibrización centrífuga proyectando la masa fundida sobre y centrifugando la superficie externa de un rotor de fibrización, o una cascada de una pluralidad de rotores de fibrización, que giran alrededor de un eje sustancialmente horizontal (centrifugador en cascada).

La masa fundida se forma así en una nube de fibras arrastradas por el aire y las fibras se recogen como una red en un transportador y se alejan del aparato de formación de fibras. La red de fibras se consolida entonces, lo que puede implicar el solapamiento cruzado y/o la compresión longitudinal y/o la compresión vertical y/o el enrollamiento alrededor de un mandril para producir un producto cilíndrico para el aislamiento de tuberías. También se pueden realizar otros procesos de consolidación.

La composición de aglutinante se aplica a las fibras preferiblemente cuando son una nube arrastrada al aire. Alternativamente, se puede aplicar después de la recogida en el transportador, pero esto es menos preferido.

Tras la consolidación, la red consolidada de fibras se pasa a un dispositivo de curado para curar el aglutinante.

En una realización, el curado se lleva a cabo a temperaturas de 100 a 300 °C, tal como de 170 a 270 °C, tal como de 180 a 250 °C, tal como de 190 a 230 °C.

En una realización preferida, el curado tiene lugar en un horno de curado convencional para la producción de lana mineral que funciona preferiblemente a una temperatura de desde 150 hasta 300 °C, tal como desde 170 hasta 270 °C, tal como desde 180 hasta 250 °C, tal como desde 190 hasta 230 °C.

En una realización, el curado tiene lugar durante un tiempo de 30 segundos a 20 minutos, tal como de 1 a 15 minutos, tal como de 2 a 10 minutos.

En una realización típica, el curado tiene lugar a una temperatura de 150 a 250 °C durante un tiempo de 30 segundos a 20 minutos.

El proceso de curado puede comenzar inmediatamente después de la aplicación del aglutinante a las fibras. El curado se define como un proceso donde la composición de aglutinante experimenta una reacción física y/o química que, en caso de una reacción química, aumenta usualmente el peso molecular de los compuestos en la composición de aglutinante, y aumenta de este modo la viscosidad de la composición de aglutinante, usualmente hasta que la composición de aglutinante alcanza un estado sólido. La composición aglutinante curada une las fibras para formar una matriz de fibras estructuralmente coherente.

En una realización, el curado del aglutinante en contacto con las fibras minerales tiene lugar en una prensa térmica.

El curado de un aglutinante en contacto con las fibras minerales en una prensa de calor tiene la ventaja particular de que permite la producción de productos de alta densidad.

En una realización, el proceso de curado comprende el secado por presión. La presión puede aplicarse insuflando aire o gas a través/sobre la mezcla de fibras minerales y aglutinante.

Descripción detallada de las Figuras

La Figura 5 muestra un dispositivo 1 de drenaje de agua de MMVF según un aspecto de la invención que se ha excavado en el suelo 2 en las proximidades de una casa 3. La casa 3 está provista de canaletas 4 que recogen el agua del techo 5 y la conducen al dispositivo 1 de drenaje de agua de MMVF a través de una tubería de drenaje 6 y un conducto 7. El conducto 7 está en comunicación fluida con el dispositivo 1 de drenaje de agua de MMVF . El conducto 7 puede apoyarse contra el dispositivo 1 de drenaje de agua de MMVF, pero preferiblemente está parcialmente integrado en el dispositivo 1 de drenaje de agua de MMVF para garantizar que no entren residuos en el conducto 7. En la parte que está integrada en el dispositivo 1 de drenaje de agua de MMVF, el conducto 7 puede estar provisto de aberturas 8 para aumentar el área de comunicación fluida entre el conducto 7 y el dispositivo 1 de drenaje de agua de MMVF.

La Figura 6 muestra un dispositivo 100 de drenaje de agua con un pasaje 200 que se extiende desde el primer extremo del dispositivo de drenaje de agua de MMVF hasta el segundo extremo del dispositivo de drenaje de agua de MMVF. El pasaje está hacia la parte inferior del dispositivo de drenaje de agua de MMVF.

Ejemplos

Ejemplo 1 - Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión (en dirección Y) se determinó en ocho cubos de MMVF de 75 kg/m^3 con dimensiones de 10 × 10 × 10 cm. La Tabla 1 muestra los resultados de los cubos con un 2,1 % en peso de aglutinante según la invención y sin ningún agente humectante. La Tabla 2 muestra los resultados para cubos con un 2,1 % en peso de aglutinante según la invención y con un agente humectante de lauril éter sulfato de sodio (SLES - *Sodium Lauryl Ether Sulphate*).

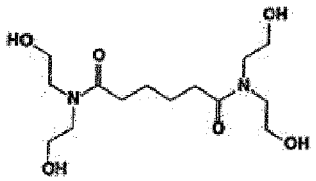
El aglutinante según la invención tenía la siguiente composición:

- - AOL (*Ammonia Oxidised Lignin* - lignina oxidada con amoníaco): 1000 kg (284 kg) de lignina, UPM Biopiva 100; 57 kg de H_2O_2 (35 %), 53 kg de NH_4OH (24,7 %), 506 kg de agua)

- Plastificante (PEG200): 44 kg

- Reticulante (reticulante Primid XL552 - β-hidroxialquil- amida (HAA) suministrado por EMS-Chemie AG) : 22 kg

Primid XL552 tiene la siguiente estructura:



Primid XL-552

Tabla 1 (Aglutinante de la invención sin agente humectante)

Muestra	Emod (MPa)	dl Flujo (mm)	Fmáx (N)	dl Fmax (mm)	F extremo (N)	Fmax (kPa)
1	1,39	0,463	363,59	3,37	360,67	36,4
2	1,95	0,397	489,16	3,55	479,38	48,9
3	1,12	0,475	401,84	9,93	399,44	40,2
4	1,80	0,410	448,55	9,88	445,16	44,9
5	1,42	0,461	454,64	9,86	451,63	45,5
6	1,24	0,487	324,91	9,89	322,08	32,5
7	1,42	0,447	410,38	8,32	406,56	41,0
8	1,68	0,426	430,11	9,86	427,66	43,0
Promedio	1,49	0,45	415	8,08	412	42
Desviación estándar	0,32	0,03	53	2,90	51	5

Tabla 2 (Aglutinante de la invención con agente humectante)

Muestra	Emod (MPa)	dl Flujo (mm)	Fmáx (N)	dl Fmax (mm)	F extremo (N)	Fmáx (kPa)
1	1,46	0,473	431,06	9,87	426,86	43,1
2	1,42	0,485	458,25	9,93	456,24	45,8
3	1,14	0,501	344,85	9,86	342,79	34,5
4	0,98	0,534	328,68	9,69	326,83	32,9
5	1,35	0,473	389,8	3,82	370,93	39,0
6	1,29	0,520	427,97	9,83	425,19	43,8
7	1,67	0,488	473,18	9,73	468,93	47,3
8	1,17	0,498	375,65	9,80	372,34	37,6

Muestra	Emod (MPa)	dl Flujo (mm)	Fmáx (N)	dl Fmax (mm)	F extremo (N)	Fmáx (kPa)
Promedio	1,27	0,50	404	9,07	399	41
Desviación estándar	0,18	0,02	52	2,12	53	5

La resistencia a la compresión de los dispositivos de drenaje de agua con un aglutinante según la invención (con o sin el agente humectante) es comparable a la de otras muestras de lana mineral de 75 kg/m^3.

Ejemplo 2

Se prepararon seis sustratos diferentes y se analizaron para determinar la resistencia a la compresión.

Producto 1: Sustrato de MMVF que comprende el 2,1 % en peso de aglutinante libre de formaldehído según la presente invención; densidad de 76 kg/m^3; 3,5 litros/tonelada de agente humectante (Texapon®). El aglutinante en este producto tenía la siguiente composición:

- - AOL (*Ammonia Oxidised Lignin* - lignina oxidada con amoníaco): 1000 kg (284 kg de lignina UPM BioPiva 100, 57 kg de H_2O_2 (35 %), 53 kg de NH_4OH (24,7 %), 506 kg de agua)

- Plastificante (PEG 200): 44 kg

- Reticulante (reticulante Primid XL552 - β-hidroxialquil- amida (HAA) suministrado por EMS-Chemie AG) : 22 kg

Producto 2: Sustrato de MMVF que comprende el 2,1 % en peso de aglutinante libre de formaldehído según la presente invención; densidad de 76 kg/m^3; sin agente humectante. El aglutinante en este producto es el mismo que el descrito anteriormente para el producto 1. Producto comparativo 1: Sustrato de MMVF que comprende el 2,6 % en peso de aglutinante de PUF; densidad de 77 kg/m^3; 5,7 litros/tonelada de agente humectante (sulfonato de alquil benceno lineal). El aglutinante en este producto se preparó con lo siguiente:

- 329 litros de resina de fenol urea formaldehído; 1337 litros de agua; 13 litros de agua amoniacal; 30,5 litros de sulfato de amonio; 1,6 litros de aminosilano VS-142 de Momentive.

Producto comparativo 2: Sustrato de MMVF que comprende el 2,6 % en peso de aglutinante de PUF; densidad de 77 kg/m^3; 3,5 litros/tonelada de agente humectante (Texapon®). El aglutinante en este producto es el mismo que el descrito anteriormente para el producto comparativo 1.

Producto comparativo 3: Sustrato de MMVF que comprende el 2,8 % en peso de aglutinante libre de formaldehído; densidad de 78 kg/m^3; 6,7 litros/tonelada de agente humectante (sulfonato de alquilo lineal). El aglutinante en este producto se preparó de la manera siguiente:

185 kg de resina AAA: 239 kg de dextrosa; 575 kg de agua; 1,1 kg de silano. La resina de AAA se preparó de la siguiente manera:

se cargan 90 kg de dietanolamina (DEA) en un reactor de 400 l y se calientan hasta 60 °C. Luego se añaden 75 kg de anhídrido tetrahidroftálico (THPA). Después de elevar la temperatura y mantenerla a 130 °C durante 1 hora, se añaden 50 kg de anhídrido trimelítico (TMA). Se enfría la mezcla de reacción hasta 95 °C, se añade agua y se agita la mezcla durante 1 hora.

Producto comparativo 4: Sustrato de MMVF que comprende el 2,8 % en peso de aglutinante libre de formaldehído; densidad de 78 kg/m^3; 3,5 litros/tonelada de agente humectante (Texapon®). El aglutinante en este producto es el mismo que el descrito anteriormente para el producto comparativo 3.

Los resultados se muestran en las Figuras 1A a 1E. La compresión se midió tanto en húmedo como en seco según la norma EN826 de 1996 para materiales aislantes con las siguientes desviaciones:

- En la norma EN 826 la deformación inicial X0 y la resistencia a la compresión crítica σ_c y σ_e no se calculan.

- Las normas EN para materiales aislantes requieren que las muestras de prueba tengan que almacenarse y medirse a (23±5) °C. En caso de disputa, el almacenamiento y la medición se llevarán a cabo a (23±2) °C y (50±5) % de H.R., ya que se considera que no tiene ninguna influencia sobre la lana mineral.

La cantidad de aglutinante usada en los productos 1 y 2 de la invención es significativamente menor que las cantidades utilizadas en los productos comparativos 1 a 4. Sin embargo, a pesar de esto, se observan resultados de compresión comparables cuando se comparan con el aglutinante de PUF y otro aglutinante libre de formaldehído. Por lo tanto,

usando cantidades más bajas del aglutinante de la invención, se logra una resistencia a la compresión equivalente. Se esperaría que aumentar la cantidad de aglutinante de la invención al 2,8 % en peso daría como resultado una resistencia a la compresión mejorada. Sin embargo, tener resultados de compresión comparables en cantidades más bajas proporciona la ventaja añadida de reducir la cantidad total de aglutinante en el producto.

Ejemplo 3

Se midió el almacenamiento temporal promedio, el drenaje promedio y la infiltración promedio de muestras de MMVF.

Se midieron el almacenamiento temporal, el drenaje y la infiltración tal como se describe a continuación:

- En primer lugar, se prepara una columna de plexiglás usando arena y la muestra de MMVF que se va a someter a prueba. La columna se llena en primer lugar con arena hasta aproximadamente 25 cm de altura. A continuación, el dispositivo de drenaje de agua se coloca encima de la arena. Luego, la columna se llena con agua de un tanque adyacente.

- Se anota el aumento de peso y la cantidad de tiempo que tardan en añadirse 5 litros de agua a la columna. La columna se llena hasta que pueda verse agua en la parte superior de la lana mineral. A continuación, se detiene la adición de agua. Toda el agua ahora está almacenada temporalmente en la lana.

- A continuación, se drena la columna. Para cada 2 litros de agua drenada desde la columna, se anota el tiempo y el peso. Esto se ejecuta durante aproximadamente 2 horas. A continuación, se cierra la válvula para el drenaje.

- El agua restante se infiltra en la arena de carga que deja la columna a través de una manguera en cubetas. El peso y el tiempo después de una disminución de 2 litros de agua se mide durante el mayor tiempo posible.

- El ciclo para medir el almacenamiento temporal, el drenaje y la infiltración se repite.

Los sustratos descritos en la Tabla 1 a continuación se sometieron a prueba y los resultados se muestran en las Figuras 2, 3 y 4.

Tabla 3

Muestra	Tipo	Densidad (kg/m^3)	Agente humectante
1	Aglutinante de la invención; sin agente humectante	75	No
2	Aglutinante de la invención, agente humectante (Texapon®)	75	Sí (Texapon)
3	Aglutinante de PUF; agente humectante (Rewopal)	120	Sí (Rewopal)
4	Aglutinante de PUF: sin agente humectante	120	No
5	Aglutinante de PUF; sin agente humectante	75	No

El aglutinante de la invención y el aglutinante de PUF se fabricaron tal como se describió anteriormente en el Ejemplo 2.

A partir de los resultados, puede observarse que las muestras de la invención con o sin agente humectante muestran propiedades similares. El agente humectante, por lo tanto, no tiene un efecto significativo.

Las muestras de la invención (Muestras 1 y 2) almacenan temporalmente más rápidamente que todos los demás tipos de lana mineral comparados.

El drenaje de las muestras 1 y 2 (según la invención) avanza más rápido que las muestras 3 y 4 y es similar a la muestra 5.

La infiltración de las muestras 1 y 2 (según la invención) transcurre más rápido que todos los otros tipos de lana mineral comparados.

Ejemplo 4

Un aglutinante como el utilizado en el dispositivo de drenaje de agua de la invención se preparó de la siguiente manera:

Se cargan 3267 kg de agua en un reactor de 6000 l, seguido de 287 kg de agua con amoníaco (24,7 %). Después, se añaden lentamente 1531 kg de lignina UPM BioPiva 100 durante un período de 30 min a 45 min. La mezcla se calienta

a 40 °C y se mantiene a esa temperatura durante 1 hora. Después de 1 hora se realiza una comprobación de la lignina insolubilizada. Esto puede hacerse comprobando la disolución en una placa de vidrio o un calibre de Hegman. La lignina insolubilizada se observa como partículas pequeñas en el aglutinante marrón. Durante la etapa de disolución, la disolución de lignina cambiará de color marrón a negro brillante.

Después de que la lignina se haya disuelto completamente, se añade 1 litro de un agente de almacenamiento temporal de espuma (Skumdæmper 11-10 de NCÅ-Verodan). La temperatura del lote se mantiene a 40 °C.

Después se inicia la adición de 307,5 kg de peróxido de hidrógeno al 35 %. El peróxido de hidrógeno se dosifica a una tasa de 200-300 litros/hora. La primera mitad del peróxido de hidrógeno se añade a una tasa de 200 l/h, donde después, la tasa de dosificación se aumenta a 300 litros/hora.

Durante la adición de peróxido de hidrógeno, la temperatura en la mezcla de reacción se controla mediante calentamiento o enfriamiento, de tal manera que se alcance una temperatura de reacción final de 65 °C.

Después de 15 min de reacción a 65 °C, la mezcla de reacción se enfría a una temperatura inferior a 50 °C. De este modo, se obtiene una resina que tiene un valor COOH de 1,2 mmol/g de sólidos. A partir de la resina de AOL mencionada anteriormente, se formuló un aglutinante mediante la adición de 270 kg de polietilenglicol 200 (PEG 200) y 433 kg de una disolución al 31 % de Primid XL-552 en agua.

El análisis del aglutinante final mostró los siguientes datos

Contenido de sólidos: 18,9 % pH: 9,7

Viscosidad: 25,5 mPas.s.

Densidad: 1,066 kg/l

Ejemplos de oxidación de lignina

Ejemplos I

Ejemplo IA, oxidación de lignina en disolución acuosa de amoníaco mediante peróxido de hidrógeno:

Las cantidades de ingredientes utilizadas según el Ejemplo IA se proporcionan en la Tabla IA 1.1 y IA 1.2.

Aunque la lignina kraft es soluble en agua a un pH relativamente elevado, se sabe que a un determinado porcentaje en peso la viscosidad de la solución aumentará considerablemente. Normalmente se cree que la razón para el aumento de la viscosidad se encuentra en una combinación de enlaces de hidrógeno fuertes e interacciones de electrones π de numerosos anillos aromáticos presentes en la lignina. Para la lignina kraft, se observó un aumento brusco de viscosidad de alrededor del 21-22 % en peso en agua, y se usó un 19 % en peso de lignina kraft en el ejemplo presentado.

La solución acuosa de amoniaco se usó como base en la etapa de ajuste del pH. La cantidad se fijó en el 4 % en peso respecto al peso total de la reacción. El pH después de la etapa de ajuste del pH y al comienzo de la oxidación, fue de 10,7.

La Tabla IA2 muestra los resultados del análisis elemental de CHNS, antes y después de la oxidación de la lignina kraft. Antes del análisis, las muestras se trataron térmicamente a 160 °C para eliminar el amoniaco adsorbido. El análisis mostró que una determinada cantidad de nitrógeno pasó a formar parte de la estructura de la lignina oxidada durante el proceso de oxidación.

Durante las pruebas en experimentos por lotes, se determinó que es beneficioso para la oxidación añadir toda la cantidad de peróxido de hidrógeno durante un pequeño intervalo de tiempo, en lugar de añadir el peróxido en pequeñas porciones durante un período de tiempo prolongado. En el presente ejemplo, se utilizó un 2,0 % en peso de H_2O_2 respecto al peso total de la reacción.

La oxidación es una reacción exotérmica, y se observa un aumento de la temperatura tras la adición de peróxido. En este ejemplo, la temperatura se mantuvo a 60 °C durante tres horas de reacción.

Tras la oxidación, la cantidad de grupos funcionales de lignina por gramo de muestra aumentó según se determinó por RMN ^{31}P y valoración acuosa. La preparación de la muestra para la RMN ^{31}P se hizo utilizando 2-cloro-4,4,5,5-tetrametil-1,3,2-dioxafosfolano (TMDP) como reactivo de fosfitilación, y colesterol como patrón interno. Los espectros de RMN de la lignina kraft se realizaron antes y después de la oxidación, y los resultados se resumen en la Tabla IA3.

El cambio en los grupos COOH se determinó mediante valoración acuosa, y utilizando la siguiente fórmula:

$$C_{(COOH,mmol/g)} = \frac{(V_{2s,ml} - V_{1s,ml}) - (V_{2b,ml} - V_{1b,ml}) * C_{ácido,mol/l}}{m_{s,g}}$$

Donde V_{2s} y V_{1s} son volúmenes finales de una muestra, mientras que V_{2b} y V_{1b} son el volumen de la muestra en blanco. $C_{ácido}$ es HCl 0,1 M, en este caso, y m_s es el peso de la muestra. Los valores obtenidos de la valoración acuosa, antes y después de la oxidación, se muestran en la Tabla IA4.

La funcionalidad COOH promedio también puede cuantificarse mediante un valor de saponificación, que representa la cantidad de mg de KOH requerida para saponificar 1 g de lignina. Dicho método puede encontrarse en el Método oficial de AOCS Cd 3-25.

El peso molecular promedio también se determinó antes y después de la oxidación, con una columna PolarSil de PSS [eluyente de dimetilsulfóxido/agua9:1 (v/v) con LiBr 0,05 M] y detector de UV a 280 nm. La combinación de concentración de COOH y peso molecular promedio, también permitió calcular el contenido promedio de grupos ácido carboxílico por macromolécula de lignina, y estos resultados se muestran en la Tabla IA5.

Ejemplo IB, aumento de escala de la oxidación de lignina en amoníaco por peróxido de hidrógeno a escala piloto

La oxidación de lignina con peróxido de hidrógeno es un proceso exotérmico, e incluso a escala de laboratorio se observaron aumentos de temperatura significativos tras la adición de peróxido. Esto es una preocupación natural cuando se aumenta la escala los procesos químicos, ya que la cantidad de calor producido está relacionada con las dimensiones al cubo (volumen), mientras que el enfriamiento, normalmente solo aumenta con la dimensión al cuadrado (área). Además, debido a la alta viscosidad de los adhesivos intermedios, el equipo de proceso debe seleccionarse o diseñarse cuidadosamente. Por lo tanto, el aumento de escala se diseñó cuidadosamente, y se realizó en varias etapas.

La primera etapa de aumento de escala se realizó a partir de 1 l (escala de laboratorio) a 9 l, utilizando un mezclador profesional de acero inoxidable, con una mezcla mecánica muy eficiente. El aumento de escala dio lugar únicamente a una temperatura final ligeramente más alta que la obtenida en escala de laboratorio, que se atribuyó a un enfriamiento por aire eficiente del reactor y a la adición lenta de peróxido de hidrógeno

La siguiente etapa del aumento de escala se llevó a cabo en un reactor cerrado de 200 l con camisa de agua eficiente y un agitador de hélice eficiente. La escala fue esta vez de 180 l, y se añadió peróxido de hidrógeno en dos etapas con aprox. 30 minutos de separación. Este aumento de escala fue relativamente bien, aunque la formación de una gran cantidad de espuma era un problema debido al alto grado de llenado del reactor. Para controlar la formación de espuma se roció una pequeña cantidad de antiespumante de calidad alimentaria sobre la espuma. Lo más importante es que se obtuvieron una temperatura controlable y una temperatura final por debajo de 70 °C, utilizando enfriamiento con agua externo.

Las reacciones a escala piloto se llevaron a cabo en un reactor de 800 l con camisa de enfriamiento con agua, y una agitación de hélice de doble pala. Se desmenuzaron 158 kg de lignina (UPM LignoBoost TM BioPiva 100) con un contenido de materia seca de 67 % en peso, y se suspendieron en 224 kg de agua, y se agitó para formar una suspensión homogénea. Con agitación continua, se bombearon 103 kg de amoniaco al 25 % en agua al reactor, y se agitó durante otras 2 horas, para formar una solución viscosa oscura de lignina.

A la solución de lignina agitada se añadieron 140 kg de peróxido de hidrógeno al 7,5 % en peso a 20-25 °C durante 15 minutos. Se monitorizó cuidadosamente la temperatura y el nivel de espuma, durante y después de añadir peróxido de hidrógeno y agua de enfriamiento a la camisa de enfriamiento, para mantener un nivel de espuma aceptable, y un aumento de temperatura inferior a 4 °C por minuto, así como una temperatura final por debajo de 70 °C. Una vez que se detuvo el aumento de temperatura, se apagó la refrigeración, y se agitó la mezcla del producto durante otras 2 horas, antes de transferirla al recipiente de transporte.

Basándose en las series de escalado, podría concluirse que, aunque las reacciones son exotérmicas, una gran parte del calor de reacción se equilibra realmente por la capacidad calorífica del agua, que va de temperatura ambiente a aproximadamente 60 °C, y solo la última parte debe eliminarse mediante enfriamiento. Cabe señalar que, debido a esto y debido al corto tiempo de reacción, este proceso sería ideal para un aumento e intensificación del proceso utilizando reactores continuos, tales como mezcladores en línea, reactores tubulares o reactores de tipo CSTR. Esto garantizaría un buen control de la temperatura y un proceso de reacción mejor definido.

Las pruebas de los lotes de aumento de escala indicaron que la lignina oxidada producida tenía propiedades conformes con los lotes producidos en el laboratorio.

Tabla IA 1.1

Las cantidades de materiales utilizados en su forma suministrada:	
Material	% en peso
UPM BioPiva 100, lignina kraft	28
H_2O_2, 30 % en peso de solución en agua	6,6
NH_3, 25 % en peso, solución acuosa	16
Agua	49,4

Tabla IA 1.2

Las cantidades de material activo utilizado:	
Material	% en peso
Lignina kraft	19
H_2O_2	2
NH_3	4
Agua	75

Tabla IA 2

Análisis de elementos de la lignina kraft, antes y después de la oxidación:				
Muestra	N (% en peso)	C (% en peso)	H (% en peso)	S (% en peso)
Lignina kraft	0,1	64,9	5,8	1,7
Lignina kraft oxidada con amoníaco	1,6	65,5	5,7	1,6

Tabla IA 3

Distribución de grupos funcionales de lignina kraft, antes y después de la oxidación obtenida por ^{31}P-RMN:			
Muestra	Concentración (mmol/g)		
	OH alifático	OH fenólico	OH ácido
Lignina kraft	1,60	3,20	0,46
Lignina kraft oxidada con amoníaco	2,11	3,60	0,80

Tabla IA 4

Contenido de grupos COOH en mmol/g determinado por valoración acuosa:	
Muestra	Grupos COOH (mmol/g)
Lignina kraft	0,5
Lignina kraft oxidada con amoníaco	0,9

Tabla IA 5

Tabla IA 5. Masas molares promedio en número (Mn) y peso (Mw), determinadas mediante cromatografía de exclusión por tamaño, expresadas en g/mol, junto con el contenido promedio de grupos ácido carboxílico por macromolécula de lignina, antes y después de la oxidación			
Muestra	Mn, g/mol	Mw, g/mol	Funcionalidad promedio COOH
Lignina kraft	1 968	21 105	0,9
Lignina kraft oxidada con amoníaco	2503	34 503	2,0

Ejemplos II

En los siguientes ejemplos, se prepararon varias ligninas oxidadas.

Se determinaron las siguientes propiedades para las ligninas oxidadas:

Contenido en sólidos de componentes:

El contenido de cada uno de los componentes en una solución de lignina oxidada determinada se basa en la masa anhidra de los componentes, o como se indica a continuación.

La lignina kraft fue suministrada por UPM como BioPiva100™ en forma de polvo seco. NH_4OH al 25 % fue suministrado por Sigma-Aldrich, y se utilizó en la forma suministrada. H_2O_2 al 30 % (Cas n.º 7722-84-1) fue suministrada por Sigma-Aldrich, y se utilizó en la forma suministrada o por dilución con agua. PEG 200 fue suministrado por Sigma-Aldrich y se asumió anhidro por simplicidad, y se utilizó como tal. PVA (Mp 89,000-98,000, Mp 85,000-124,000, Mp 130,000, Mp 146,000-186,000) (Cas n.º 9002-89-5) fue suministrado por Sigma-Aldrich, y se asumió anhidro por simplicidad, y se utilizó como tal. La urea (Cas n.º 57-13-6) fue suministrada por Sigma-Aldrich, y se utilizó en la forma suministrada o diluida con agua. El glicerol (Cas n.º 56-81-5) fue suministrado por Sigma-Aldrich, y se asumió anhidro para simplificar, y se utilizó como tal.

Sólidos de lignina oxidados

El contenido en lignina oxidada después del calentamiento a 200 °C durante 1 h se denomina "materia sólida seca", y se indica como un porcentaje del peso restante después del calentamiento.

Muestras de lana de piedra en forma de disco (diámetro: 5 cm; altura 1 cm) se recortaron de lana de roca y se trataron térmicamente a 580 °C durante al menos 30 minutos para eliminar todos los compuestos orgánicos. Se midieron los sólidos de la mezcla de aglutinante distribuyendo una muestra de la mezcla de aglutinante (aproximadamente 2 g) sobre un disco de lana de roca tratado con calor en un recipiente de lámina de estaño. El peso del recipiente de lámina de estaño que contiene el disco de lana de piedra se pesó antes y directamente después de la adición de la mezcla de aglutinante. Se produjeron dos discos de lana de piedra cargados con mezcla de aglutinante de este tipo en recipientes de lámina de estaño y después se calentaron a 200 ºC durante 1 hora. Tras enfriarse y almacenarse a temperatura ambiente durante 10 minutos, se pesaron las muestras y se calculó la materia sólida seca como un promedio de los dos resultados.

Contenido en grupos COOH

El cambio en el contenido en grupos COOH, también se determinó mediante valoración acuosa y utilizando la siguiente fórmula:

$$C_{(COOH,mmol/g)} = \frac{\left(V_{2s,ml} - V_{1s,ml}\right) - \left(V_{2b,ml} - V_{1b,ml}\right) * C_{ácido,mol/l}}{m_{s,g}}$$

Donde V_{2s} y V_{1s} son volúmenes finales de una muestra, mientras que V_{2b} y V_{1b} son el volumen de la muestra en blanco. $C_{ácido}$ es HCl 0,1 M, en este caso, y $m_{s,g}$ es el peso de la muestra.

Método de producción de una lignina oxidada:

1) Se mezcló agua y lignina en un matraz de fondo de vidrio de 3 bocas en baño de agua a temperatura ambiente (20-25 °C) durante la agitación, conectado con un condensador y un dispositivo de registro de temperatura. Se agitó durante 1 h.

2) Se añadió amoníaco durante la agitación en 1 porción.

3) La temperatura aumentó a 35 °C mediante calentamiento, si la reacción era ligeramente exotérmica, con amoníaco no aumenta la temperatura.

4) Se midió el pH.

5) Se añadió plastificante PEG200 y se agitó durante 10 min.

6) Después de que la lignina se disolviera por completo tras aproximadamente 1 hora, se añadió lentamente H_2O_2 al 30 % en una porción.

7) La reacción exotérmica mediante la adición de H_2O_2 aumentó la temperatura en el matraz de fondo de vidrio, si la temperatura de reacción fue inferior a 60 °C, la temperatura se aumentó hasta 60 °C y la muestra se dejó a 60 °C durante 1 hora.

8) A continuación, se retiró el matraz de fondo redondo del baño de agua, y se enfrió hasta la temperatura ambiente.

9) Se tomaron muestras para determinar materia sólida seca, grupos COOH, viscosidad, densidad y pH.

Composiciones de lignina oxidada

En lo sucesivo, los números de entrada de los ejemplos de lignina oxidada corresponden a los números de entrada utilizados en la Tabla II.

Ejemplo IIA

Se disolvieron 71,0 g de lignina UPM Biopiva 100 en 149,0 g de agua a 20 °C, y se añadieron 13,3 g de NH_4OH al 25 % y se agitó durante 1 h con un agitador magnético, donde después, se añadieron lentamente 16,8 g de H_2O_2 al 30 % durante la agitación. La temperatura se aumentó a 60 °C en el baño de agua. Después de 1 h de oxidación, se enfrió el baño de agua y, por lo tanto, se detuvo la reacción. El material resultante se analizó para determinar grupos COOH, materia sólida seca, pH, viscosidad y densidad.

Ejemplo IIE

Se disolvieron 71,0 g de lignina UPM Biopiva 100 en 88,8 g de agua a 20 °C, y se añadieron 13,3 g de NH_4OH al 25 % y se agitó durante 1 h con un agitador magnético. Se añadió PEG 200, 22,8 g y se agitó durante 10 min, donde después, se añadieron lentamente 16,7 g de H_2O_2 al 30 % durante la agitación. La temperatura se aumentó a 60 °C en el baño de agua. Después de 1 h de oxidación, se enfrió el baño de agua y, por lo tanto, se detuvo la reacción. El material resultante se analizó para determinar grupos COOH, materia sólida seca, pH, viscosidad y densidad.

Ejemplo IIC

Se disolvieron 71,0 g de lignina UPM Biopiva 100 en 57,1 g de agua a 20 °C, y se añadieron 13,3 g de NH_4OH al 25 % y se agitó durante 1 h con un agitador mecánico, donde después, se añadieron lentamente 16,6 g de H_2O_2 al 30 % durante la agitación. La temperatura se aumentó a 60 °C en el baño de agua. Después de 1 h de oxidación, se enfrió el baño de agua y, por lo tanto, se detuvo la reacción. El material resultante se analizó para determinar grupos COOH, materia sólida seca, pH, viscosidad y densidad.

Ejemplo IIF

Se disolvieron 71,0 g de lignina UPM Biopiva 100 en 57,1 agua a 20 °C, y se añadieron 13,3 g de NH_4OH al 25 % y se agitó durante 1 h con un agitador mecánico. Se añadió PEG 200, 19,0 g y se agitó durante 10 min, donde después, se añadieron lentamente 16,6 g de H_2O_2 al 30 % durante la agitación. La temperatura se aumentó a 60 °C en el baño de agua. Después de 1 h de oxidación, se enfrió el baño de agua y, por lo tanto, se detuvo la reacción. El material resultante se analizó para determinar grupos COOH, materia sólida seca, pH, viscosidad y densidad.

Tabla IIA

Ejemplo	Ej. IIA	Ej. IIB	Ej. IIC	Ej. IID	Ej. IIE	Ej. IIF	Ej. IIG	Ej. IIH	Ej. III	Ej. IIJ	Ej. IIK	Ej. IIL	Ej. IIM	Ej. IIN	Ej. IIO	Ej. IIP	Ej. IIQ	Ej. IIR	Ej. IIS
Materiales, peso en gramos:																			
Lignina	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0	93,5	112,3	149,5
Agua	149,0	88,8	57,1	17,7	88,8	57,1	17,7	88,8	57,1	17,7	88,8	57,1	17,7	88,8	57,1	17,7	117	90,3	37,3
NH4OH (solución al 25 % en peso en agua)	13,3	13,3	13,3	13,4	13,3	13,3	13,4	13,3	13,3	13,4	13,3	13,3	13,4	13,3	13,3	13,4	17,5	21	28,3
H_2O_2 (solución al 30 % en peso en agua)	16,8	16,7	16,6	17,2	16,7	16,6	17,2	16,7	16,6	17,2	16,7	16,6	17,2	16,7	16,6	17,2	22	26,3	36,3
PEG200	0,0	0,0	0,0	0,0	22,8	19,0	14,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PVA	0	,0	0	0	0	0	0	5	10	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Urea (solución al 25 % en peso en agua)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,2	3,8	5,0	0	0	0	0	0	0
Glicerol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,0	21,0	30,0	0	0	0
Sorbitol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,0	21,0	30,0
Materia sólida seca en %, 200 °C, 1 h	18,2	27,1	30,5	40,1	26,5	33	40,3	28,2	34,4	46,3	25,1	30,2	40,2	25,3	29,3	40,3	25,3	30,5	38,8

pH	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
Viscosidad, 20 °C cP	450,5	25.000	superior a 100.000	superior a 100.000	15.000	25.000	50.000	15.000	25.000	50.000	15.000	25.000	50.000	15.000	25.000	50.000	15.000	25.000	50.000
Apariencia	**	***	*	*	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
COOH, mmol/g	1,1	0,9	0,9	0,8	0,8	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concentración inicial de lignina	0,32	0,44	0,55	0,80	0,44	0,55	0,80	0,44	0,55	0,80	0,44	0,55	0,80	0,44	0,55	0,80	0,44	0,55	0,80

[*] en disolución espesa de color negro homogénea; [**] solución de color negro; [***] solución espesa de color negro homogénea.

Ejemplo III:

Se mezclaron 8,5 l de agua caliente (50 °C) y 1,9 l de NH_4OH (24,7 %), donde después, se añadieron lentamente 9,0 kg de lignina (UPM biopiva 100) durante 10 minutos con alta agitación (660 rpm, 44 Hz).

La temperatura aumentó por fuerzas de alto cizallamiento. Después de 30 minutos, se añadieron 4 l de agua caliente y el material se agitó durante otros 15 minutos, antes de añadir la parte restante de agua caliente (5 l). Las muestras se tomaron para análisis de lignina sin disolver, mediante el uso de una escala de Hegman y mediciones de pH.

Esta premezcla se transfirió a un dispositivo rotor-estator y un dispositivo de reacción donde la oxidación se hizo mediante el uso de H_2O_2 (17,5 % en volumen). El dispositivo de reacción utilizado en este caso tiene, al menos parcialmente, un tubo de reacción y un recipiente de reacción. La dosificación de la premezcla fue de 150 l/h y el H_2O_2 se dosificó a 18 l/h.

En el presente caso, se utilizó un dispositivo rotor-estator Cavitron CD1000 para llevar a cabo la etapa de mezcla/oxidación. El dispositivo rotor-estator se puso en funcionamiento a 250 Hz (velocidad circunferencial de 55 m/s) con una contrapresión de 2 bar. El tiempo de permanencia en el tubo de reacción fue 3,2 minutos, y en el recipiente de reacción 2 horas.

La temperatura de la premezcla fue 62 °C y la etapa de oxidación aumentó la temperatura a 70 °C.

Se analizó el producto final para determinar el contenido de grupos COOH, la materia sólida seca, el pH, la viscosidad y el H_2O_2 restantes.

Tabla III:

Ejemplo	Materia sólida seca, 200 C, 1 h, %	COOH, mmol/g de sólidos	pH	Viscosidad
III	22,3	1,13	9,6	Media

Ejemplo IV:

Se mezclaron 484 l de agua caliente (70 °C) y 47,0 l de NH_4OH (24,7 %), donde después, se añadieron lentamente 224,0 kg de lignina (UPM biopiva 100) durante 15 minutos con alta agitación.

Las muestras se tomaron para análisis de lignina sin disolver, mediante el uso de una escala de Hegman y mediciones de pH.

A continuación, se transfirió esta premezcla a un mezclador estático y un mezclador/intercambiador de calor, donde se llevó a cabo la oxidación mediante el uso de H_2O_2 (35 % en volumen). La dosificación de la premezcla fue de 600 l/h y el H_2O_2 se dosificó a 17,2 l/h. El tiempo de permanencia en el mezclador/intercambiador de calor fue de 20 minutos.

La temperatura de la mezcla aumentó durante la etapa de oxidación hasta 95 °C.

Se analizó el producto final para determinar el contenido de grupos COOH, la materia sólida seca, el pH, la viscosidad y el H_2O_2 restantes.

Se preparó un aglutinante basado en esta AOL: 49,3 g de AOL (19,0 % de sólidos), 0,8 g de primid XL552 (100 % de sólidos) y 2,4 g de PEG200 (100 % de sólidos) se mezclaron con 0,8 g de agua, para producir 19 % de sólidos; y después se utilizó para la prueba de propiedades mecánicas en ensayos de barras.

Pruebas de barra

La resistencia mecánica de los aglutinantes se analizó en una prueba en barra. Para cada aglutinante, se fabricaron 16 barras a partir de una mezcla del aglutinante y trozos de lana de piedra procedentes de la producción de lana de piedra por hilado.

Se mezcló bien una muestra de esta solución de aglutinante que tiene un 15 % de materia sólida seca (16,0 g) con residuos sólidos (80,0 g). La mezcla resultante se introdujo a continuación en cuatro ranuras en una forma de silicona resistente al calor para hacer pequeñas barras (4 x 5 ranuras por forma; dimensión superior de la ranura: longitud = 5,6 cm, ancho = 2,5 cm; dimensión del fondo de la ranura: longitud = 5,3 cm, ancho = 2,2 cm; altura de ranura = 1,1 cm). Las mezclas puestas en las ranuras se presionaron a continuación con fuerza con una barra de metal plana de tamaño adecuado para generar superficies de barra uniformes. Se prepararon 16 barras de cada aglutinante de este modo. A continuación, las barras resultantes se curaron a 200 °C. El tiempo de curado fue de 1 h. Después de enfriar a temperatura ambiente, las barras se sacaron cuidadosamente de los recipientes. Cinco de las barras se envejecieron en un baño de agua a 80 °C durante 3 h.

Después del secado durante 1-2 días, las barras envejecidas, así como cinco barras no envejecidas se rompieron en una prueba de flexión de 3 puntos (velocidad de la prueba: 10,0 mm/min; nivel de ruptura: 50 %; resistencia mecánica nominal: 30 N/mm^2; distancia de soporte: 40 mm; deflexión máx. 20 mm; módulo de elasticidad nominal 10000 N/mm^2) en una máquina Bent Tram para investigar sus resistencias mecánicas. Las barras se colocaron con la "cara superior" hacia arriba (es decir, la cara con las dimensiones de longitud = 5,6 cm, ancho = 2,5 cm) en la máquina.

	Características de AOL			Pruebas de barra	
Nombre de muestra	Sólidos, 200 C, 1 h, %	COOH (mmol/g de sólidos)	Viscosidad	Resistencia inicial (kN)	Resistencia al envejecimiento (kN)
Ej. IV	17,7	1,69	Baja	0,28	0,11

REIVINDICACIONES

1. Un método para drenar agua que comprende las etapas de:

-proporcionar un dispositivo (1.100) de drenaje de agua, en donde el dispositivo de drenaje de agua comprende fibras vítreas artificiales (MMVF - *Man-Made Vitreous Fibres*) unidas a una composición aglutinante acuosa curada;
-colocar el dispositivo de drenaje de agua en contacto con el suelo, en donde el dispositivo de drenaje de agua absorbe agua y libera agua a un recipiente;

caracterizado porque la composición aglutinante acuosa antes del curado comprende;

-un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;
-un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes;
-un componente (iii) en forma de uno o más plastificantes.

2. El método según la reivindicación 1, en donde el componente (i) está en forma de una o más ligninas oxidadas con amoníaco (AOL - *Ammonia-Oxidized Lignins*).

3. El método según la reivindicación 1 ó 2, en donde el componente (ii) comprende:

-uno o más reticulantes seleccionados de reticulantes de β-hidroxialquilamida y/o agentes reticulantes de oxazolina; y/o
-uno o más reticulantes seleccionados del grupo que consiste en polietilenimina, polivinilamina, aminas grasas; y/o
-uno más reticulantes en forma de amidas grasas; y/o
-uno o más reticulantes seleccionados del grupo que consiste en dimetoxietanal, glicolaldehído, ácido glioxálico; y/o
-uno o más reticulantes seleccionados entre poliesterpolioles, tales como policaprolactona; y/o
-uno o más reticulantes seleccionados del grupo que consiste en almidón, almidón modificado, CMC; y/o
-uno o más reticulantes en forma de carbodiimidas multifuncionales alifáticas; y/o
-uno o más reticulantes seleccionados de reticulantes basados en melamina, tales como reticulantes basados en hexaquis(metilmetoxi)melamina (HMMM).

4. El método según cualquier reivindicación anterior, en donde el componente (iii) comprende:

-uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en polietilenglicoles, éteres de polietilenglicol, poliéteres, azúcares hidrogenados, ftalatos y/o ácidos, tales como ácido adípico, ácido vainílico, ácido láctico y/o ácido ferúlico, polímeros acrílicos, poli(alcohol vinílico), dispersiones de poliuretano, carbonato de etileno, carbonato de propileno, lactonas, lactamas, lactidas, polímeros basados en acrílico con grupos carboxilo libres, y/o dispersiones de poliuretano con grupos carboxilo libres; y/o
-uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en alcoholes grasos, monohidroxialcoholes, tales como pentanol, alcohol estearílico; y/o
-uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en alcoxilatos, tales como etoxilatos, tales como etoxilatos de butanol, tales como butoxitriglicol; y/o
-uno o más plastificantes en forma de propilenglicoles; y/o
-uno o más plastificantes en forma de ésteres de glicol; y/o
-uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en adipatos, acetatos, benzoatos, ciclobenzoatos, citratos, estearatos, sorbatos, sebacatos, azelatos, butiratos, valeratos; y/o
-uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en derivados de fenol, tales como fenoles sustituidos con alquilo o arilo; y/o
-uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en silanoles, siloxanos; y/o
-uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en sulfatos, tales como alquilsulfatos, sulfonatos, tales como alquilarilsulfonatos, tales como alquilo y/o
-sulfonatos, fosfatos, tales como tripolifosfatos; y/o
-uno o más plastificantes en forma de hidroxiácidos; y/o
-uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en amidas monoméricas, tales como acetamidas, benzamida, amidas de ácido graso, tales como amidas de aceite de resina; y/o
-uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en compuestos de amonio cuaternario, tales como trimetilglicina, cloruro de diestearildimetilamonio; y/o
-uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en aceites vegetales, tales como aceite de ricino, aceite de palma, aceite de linaza, aceite de bogol, aceite de soja; y/o
-uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en aceites hidrogenados, aceites acetilados; y/o

-uno o más plastificantes seleccionados de ésteres metílicos ácidos; y/o
-uno o más plastificantes seleccionados del grupo que consiste en alquilpoliglucósidos, gluconamidas, aminoglucosamidas, ésteres de sacarosa, ésteres de sorbitano.

5. El método según cualquier reivindicación anterior, en donde:

(a)la composición acuosa de aglutinante comprende el componente (ii) en una cantidad del 1 al 40 % en peso, tal como del 4 al 20 % en peso, tal como del 6 al 12 % en peso, basado en el peso seco del componente (i); y/o
el componente (iii) está presente en una cantidad del 0,5 al 50, preferiblemente del 2,5 al 25, más preferiblemente del 3 al 15 % en peso respecto al peso seco del componente (i).

6. El método según cualquier reivindicación anterior, en donde la composición acuosa de aglutinante comprende uno o más de:

-un componente adicional (iv) en forma de uno o más agentes de acoplamiento, tales como silanos organofuncionales;
-un componente (v) en forma de uno o más componentes seleccionados del grupo de amoníaco, aminas o cualesquiera sales de los mismos;
-un componente adicional en forma de urea, en particular en una cantidad del 5 al 40 % en peso, tal como del 10 al 30 % en peso, tal como del 15 al 25 % en peso, basado en el peso seco del componente (i).

7. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la composición aglutinante consiste esencialmente en:

-un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;
-un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes;
-un componente (iii) en forma de uno o más plastificantes;
-un componente (iv) en forma de uno o más agentes de acoplamiento, tales como silanos organofuncionales;
-opcionalmente, un componente en forma de uno o más compuestos seleccionados del grupo de amoniaco, aminas, o cualquier sal de los mismos;
-opcionalmente, un componente en forma de urea;
-opcionalmente, un componente en forma de siliconas más reactivas o no reactivas;
-opcionalmente, un aceite de hidrocarburo;
-opcionalmente, uno o más agentes tensioactivos;
-agua.

8. El método según cualquier reivindicación anterior, en donde el dispositivo (1.100) de drenaje de agua comprende:

(a)un primer conducto (7) que tiene un primer extremo abierto y un segundo extremo abierto, en donde el primer extremo abierto está en comunicación fluida con el dispositivo de drenaje de agua, preferiblemente en donde el primer conducto transporta agua al dispositivo de drenaje de agua; y opcionalmente
(b)un segundo conducto que tiene un primer extremo abierto y un segundo extremo abierto, en donde el primer extremo abierto está en comunicación fluida con el dispositivo de drenaje de agua, preferiblemente en donde el segundo conducto transporta el aire fuera del dispositivo de drenaje de agua.

9. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo (1.100) de drenaje de agua comprende un pasaje (200) que se extiende desde un primer extremo del dispositivo de drenaje de agua, hacia un segundo extremo del dispositivo de drenaje de agua, en donde los extremos primero y segundo son opuestos, preferiblemente en donde el primer extremo del pasaje está en comunicación fluida con el agua del primer conducto y/o el segundo conducto.

10. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo (1.100) de drenaje de agua absorbe agua del agua subterránea; de las canaletas y/o de los sistemas de drenaje de edificios o calles.

11. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el recipiente se selecciona de la siguiente lista: el suelo, un depósito, un tanque, una tubería de desagüe, un conducto, un pasaje, un punto de recogida de agua, un canalón o una alcantarilla.

12. El método según cualquier reivindicación anterior, en donde el dispositivo (1.100) de drenaje de agua comprende MMVF que tiene un diámetro de fibra geométrica de 1,5 a 10 micrones, preferiblemente de 2 a 8 micrones, más preferiblemente de 2 a 5 micrones.

13. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo (1.100) de drenaje de agua tiene un volumen en el intervalo de 10 litros a 300 litros, preferiblemente de 100 litros a 250 litros, más preferiblemente de 150 litros a 200 litros.

14. El método según cualquier reivindicación anterior, en donde el dispositivo (1.100) de drenaje de agua no comprende ningún agente humectante.

15. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo (1.100) de drenaje de agua tiene un ángulo de contacto con el agua de menos de 90° y/o una conductividad hidráulica de 5 m/día a 300 m/día, preferiblemente de 50 m/día a 200 m/día.

16. Un dispositivo (1.100) de drenaje de agua que comprende fibras vítreas artificiales (MMVF - *Man-Made Vitreous Fibres*) unidas a una composición aglutinante acuosa curada, **caracterizado porque** la composición aglutinante acuosa antes del curado comprende;

-un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;
-un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes;
-un componente (iii) en forma de uno o más plastificantes.

17. Una serie de dos o más dispositivos de drenaje de agua según la reivindicación 16.

18. El dispositivo (1.100) de drenaje de agua según la reivindicación 16, o el conjunto según la reivindicación 17, en donde uno o más de los dispositivos de drenaje de agua comprenden las características de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, o 12 a 15.

19. Un método para producir un dispositivo (1.100) de drenaje de agua que comprende las etapas de:

(i)proporcionar fibras vítreas artificiales,
(ii)pulverizar las fibras vítreas artificiales con una composición acuosa de aglutinante;
(iii)recolectar y consolidar las fibras vítreas artificiales y curar la composición aglutinante acuosa para formar un dispositivo de drenaje de agua;

caracterizado porque la composición aglutinante antes del curado comprende:

-un componente (i) en forma de una o más ligninas oxidadas;
-un componente (ii) en forma de uno o más reticulantes;
-un componente (iii) en forma de uno o más plastificantes.

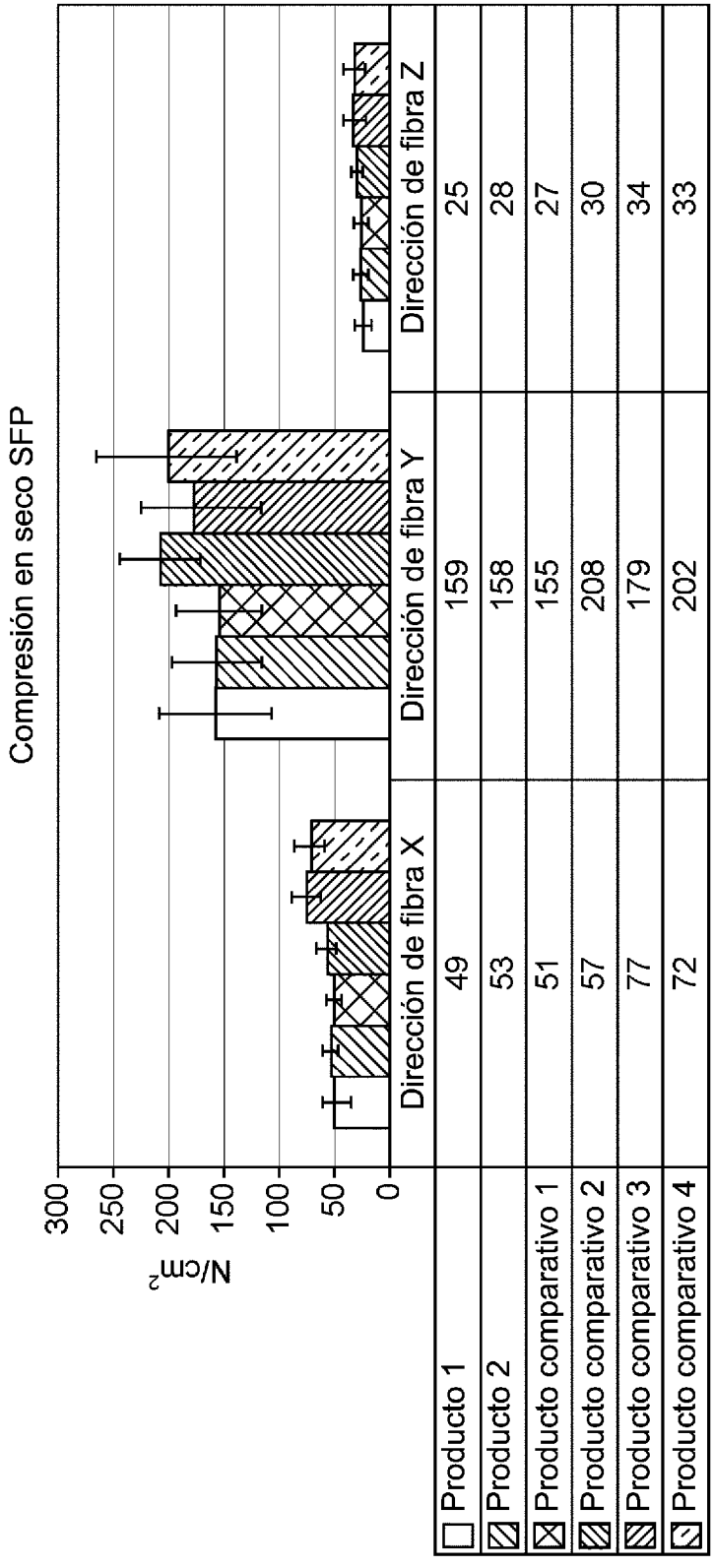

Compresión en seco SFP
N/cm²
300
250
200
150
100
50
0
Producto 1
Producto 2
Producto comparativo 1
Producto comparativo 2
Producto comparativo 3
Producto comparativo 4
Dirección de fibra X
49
53
51
57
77
72
Dirección de fibra Y
159
158
155
208
179
202
Dirección de fibra Z
25
28
27
30
34
33

Figura 1A

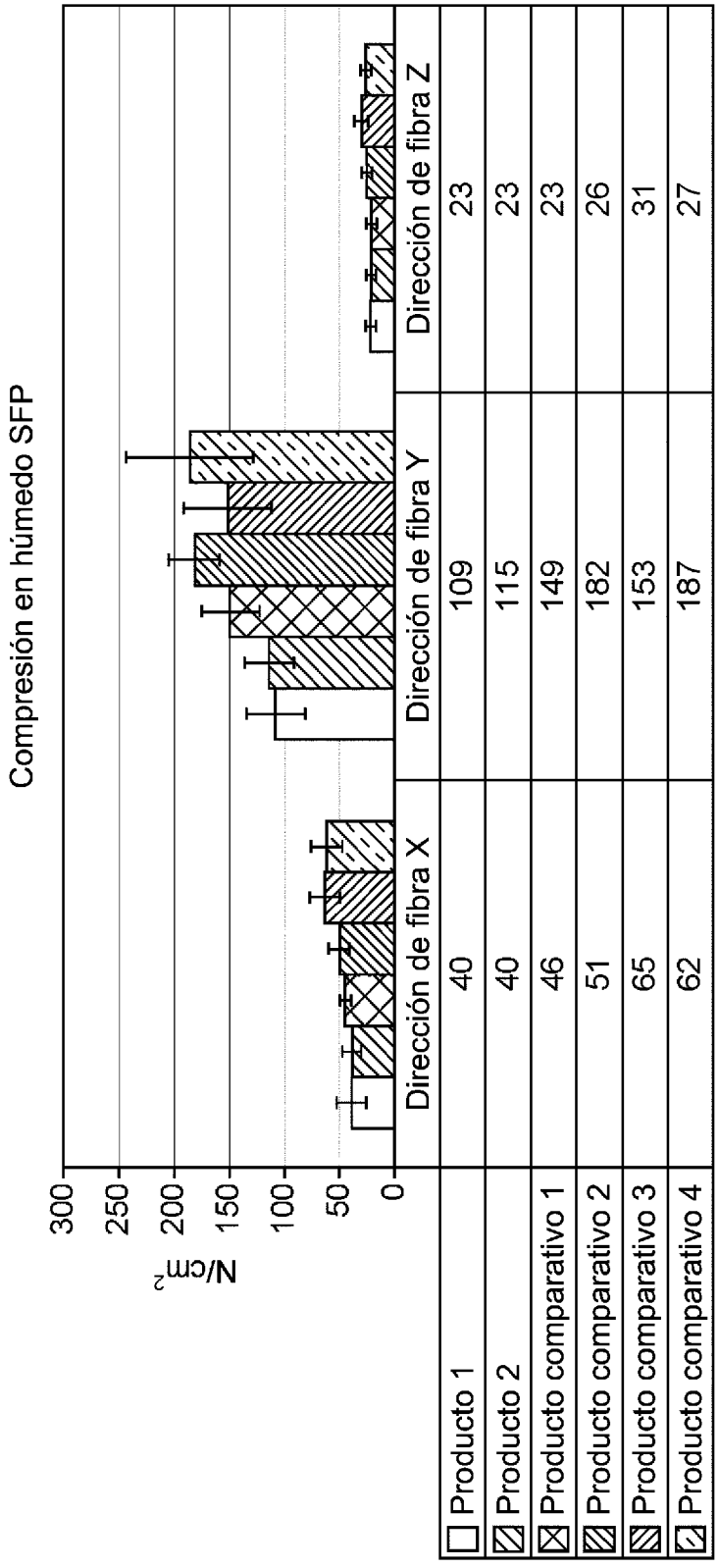

Compresión en húmedo SFP
N/cm²
300
250
200
150
100
50
0
Producto 1
Producto 2
Producto comparativo 1
Producto comparativo 2
Producto comparativo 3
Producto comparativo 4
Dirección de fibra X
40
40
46
51
65
62
Dirección de fibra Y
109
115
149
182
153
187
Dirección de fibra Z
23
23
23
26
31
27

Figura 1B

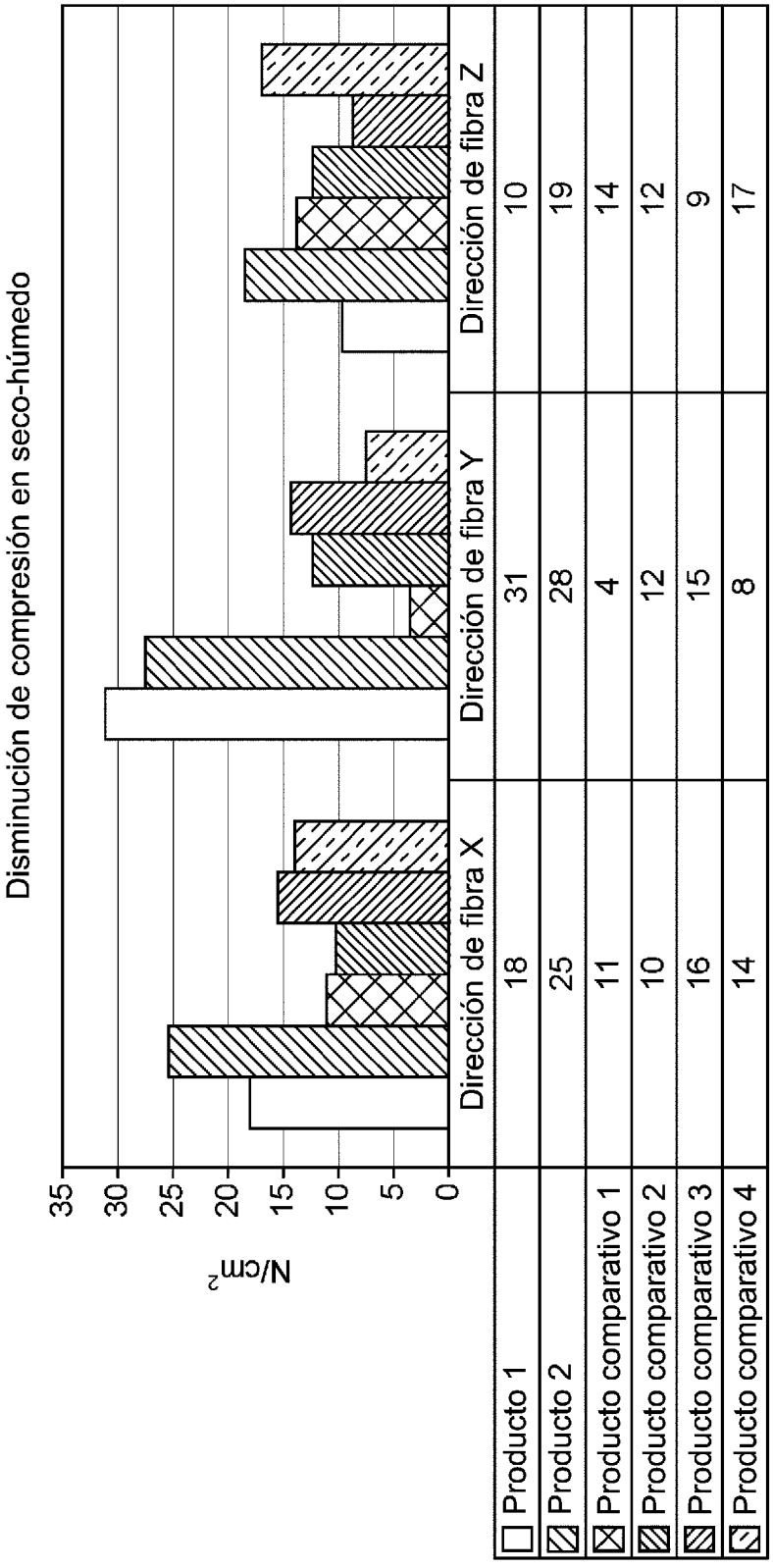

Disminución de compresión en seco-húmedo
N/cm²
35
30
25
20
15
10
5
0
Dirección de fibra X
Dirección de fibra Y
Dirección de fibra Z
Producto 1
18
31
10
Producto 2
25
28
19
Producto comparativo 1
11
4
14
Producto comparativo 2
10
12
12
Producto comparativo 3
16
15
9
Producto comparativo 4
14
8
17

Figura 1C

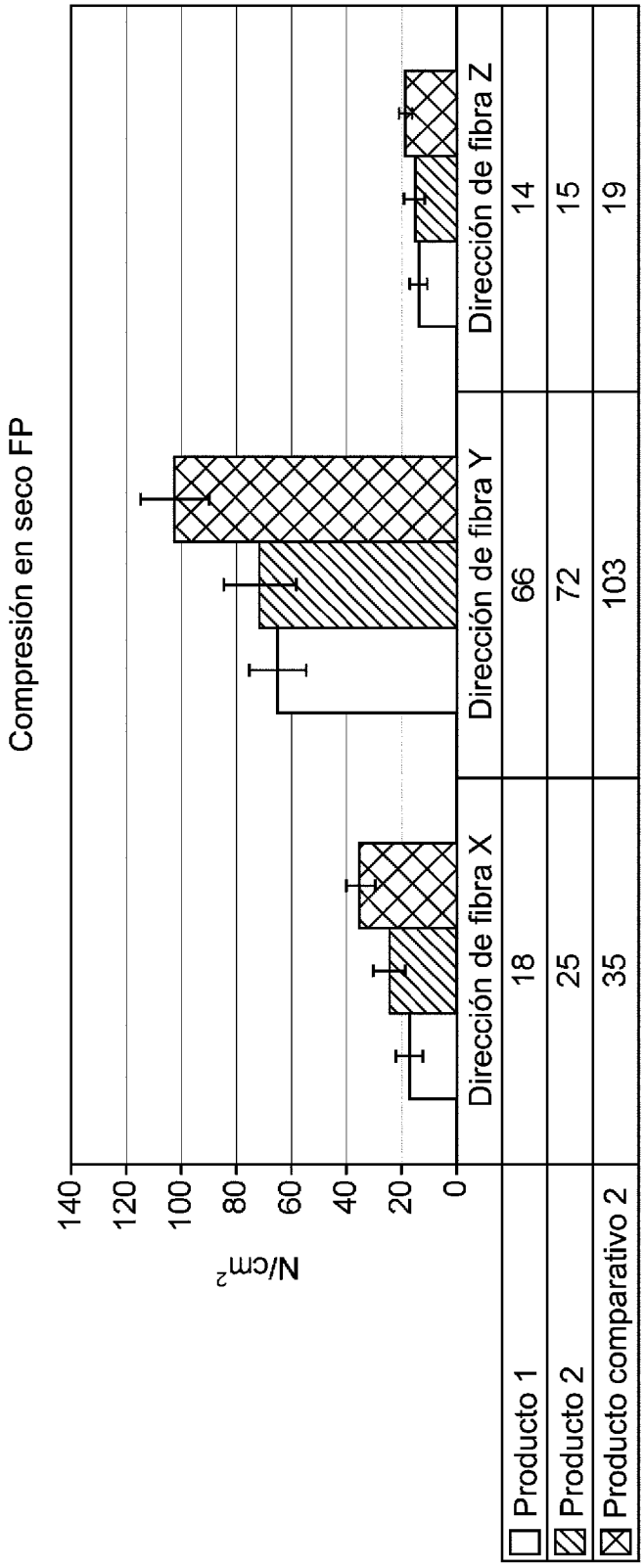

Compresión en seco FP
N/cm²
140
120
100
80
60
40
20
0
Dirección de fibra X
Dirección de fibra Y
Dirección de fibra Z
Producto 1
18
66
14
Producto 2
25
72
15
Producto comparativo 2
35
103
19

Figura 1D

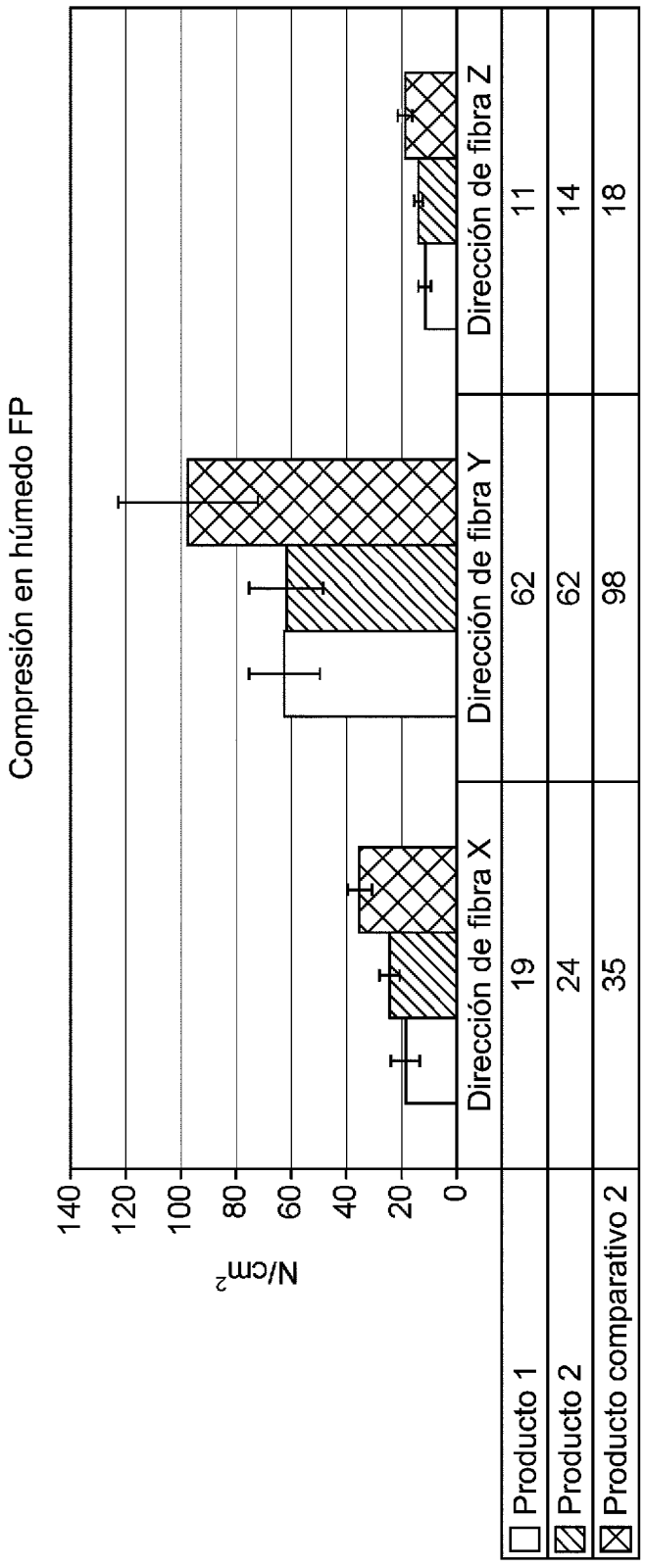

Compresión en húmedo FP
N/cm²
140
120
100
80
60
40
20
0
Dirección de fibra X
Dirección de fibra Y
Dirección de fibra Z
Producto 1
19
62
11
Producto 2
24
62
14
Producto comparativo 2
35
98
18

Figura 1E

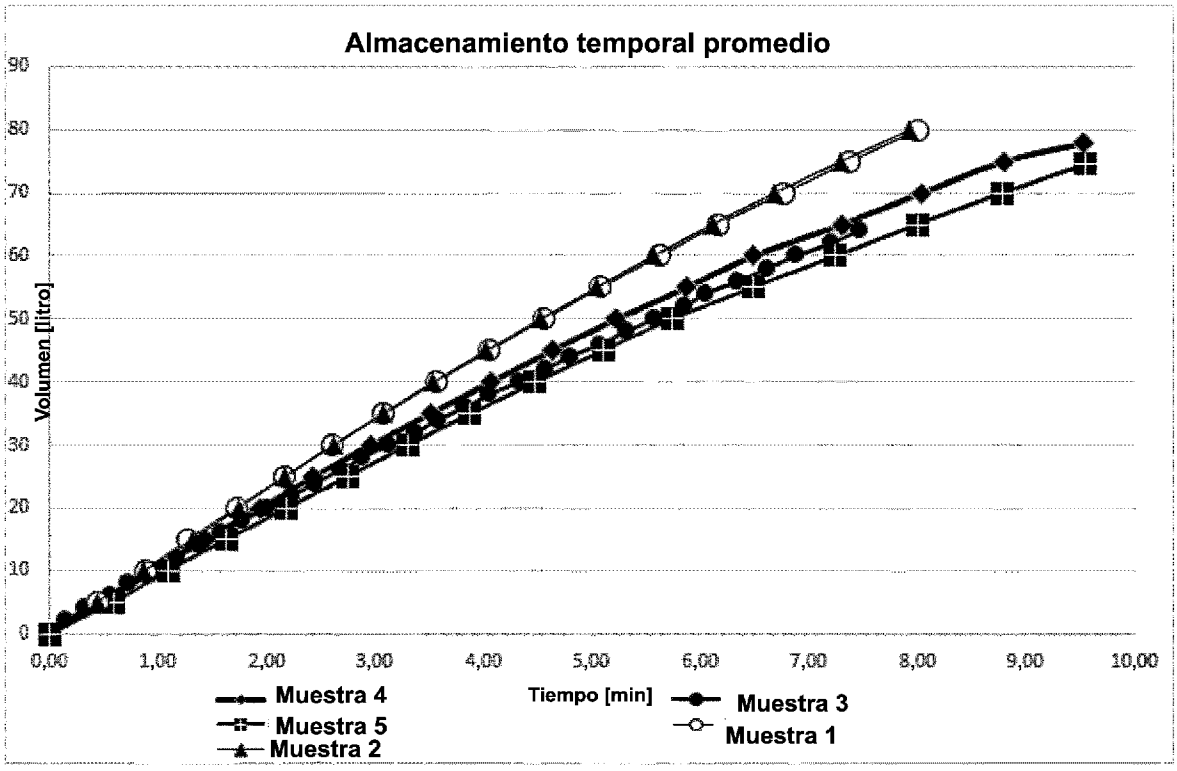


Figura 2

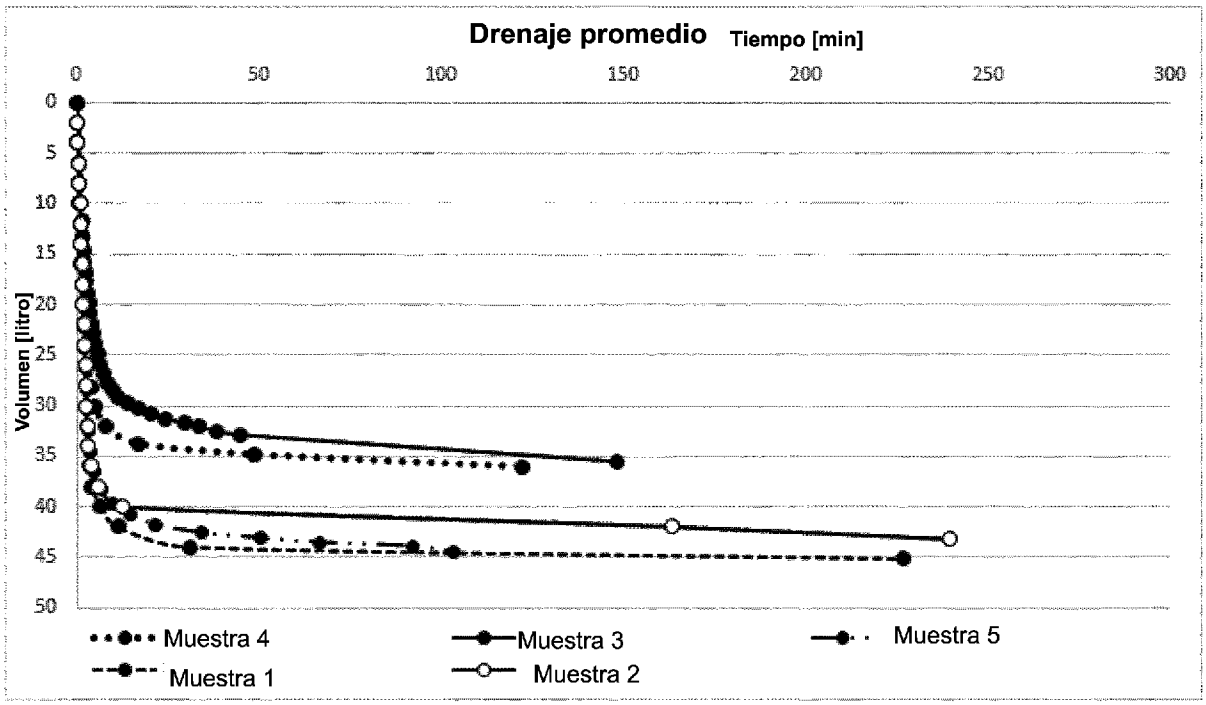


Figura 3

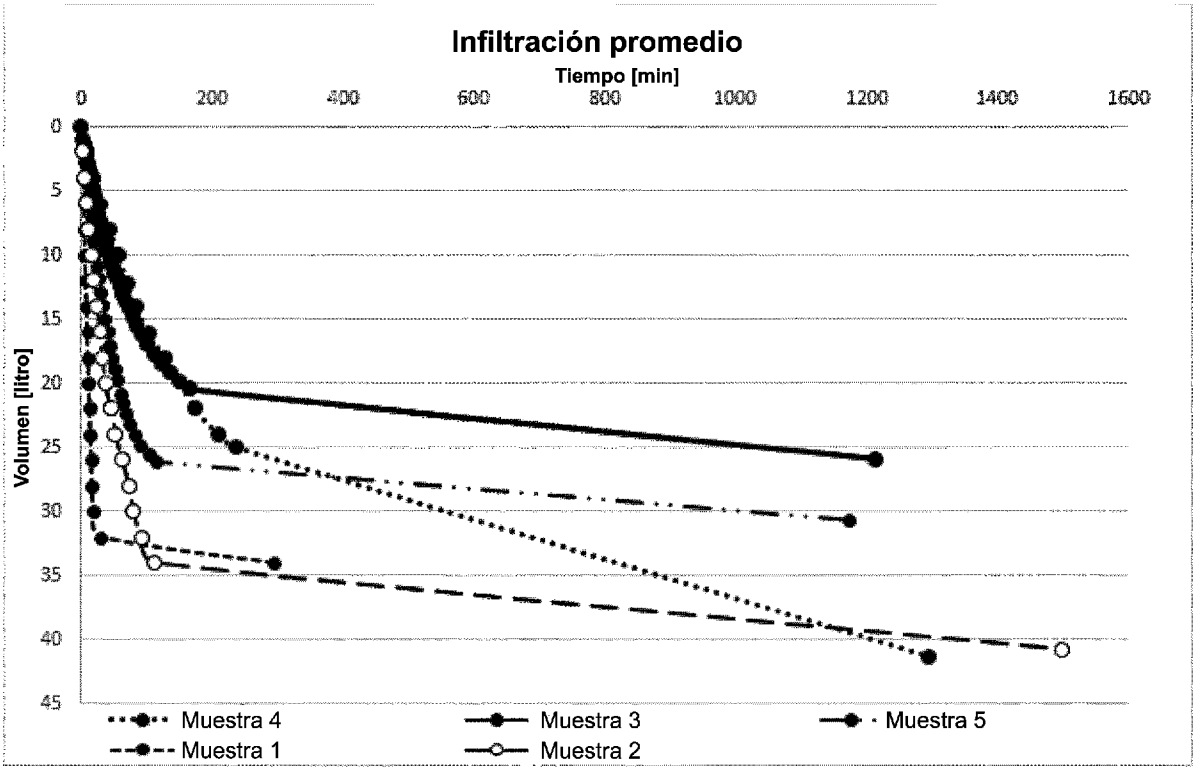

Infiltración promedio
Tiempo [min]
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
Volumen [litro]
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
Muestra 4
Muestra 3
Muestra 5
Muestra 1
Muestra 2

Figura 4

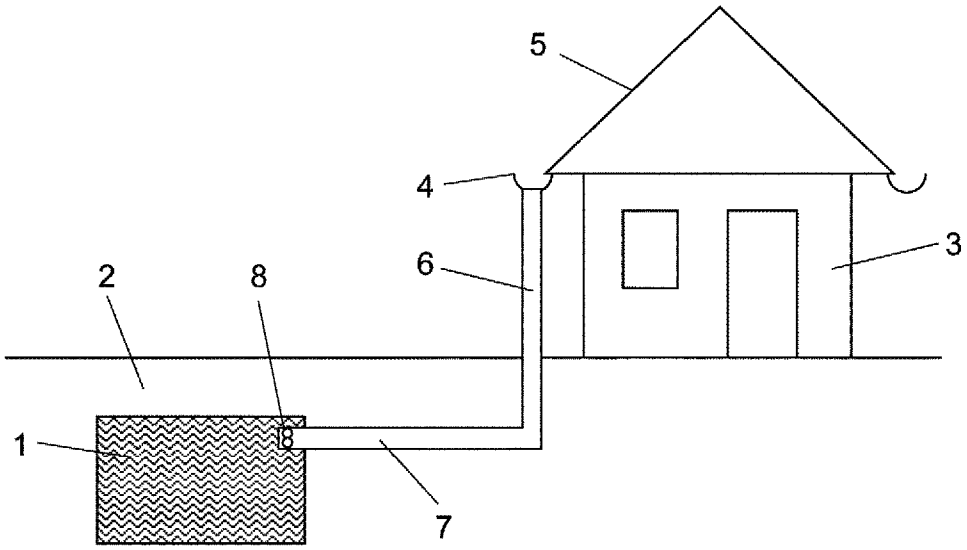


Figura 5

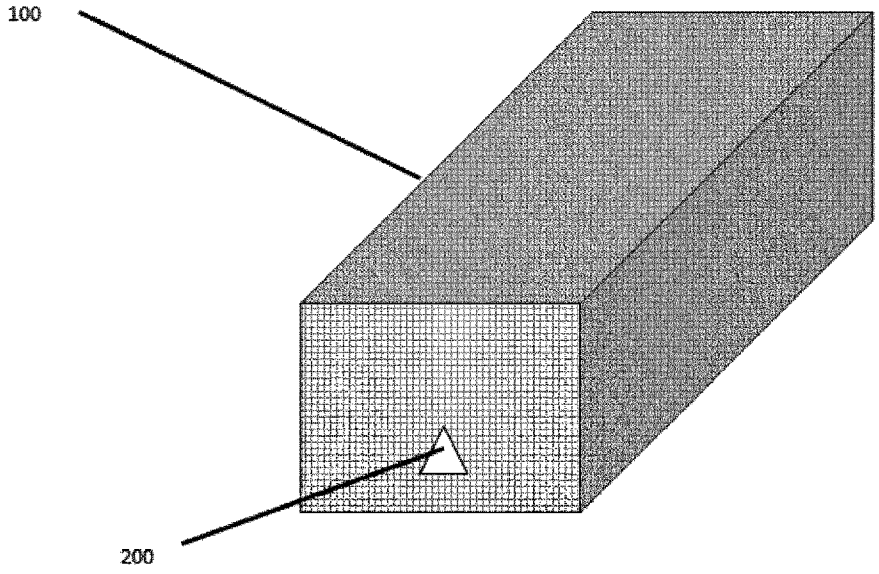


Figura 6

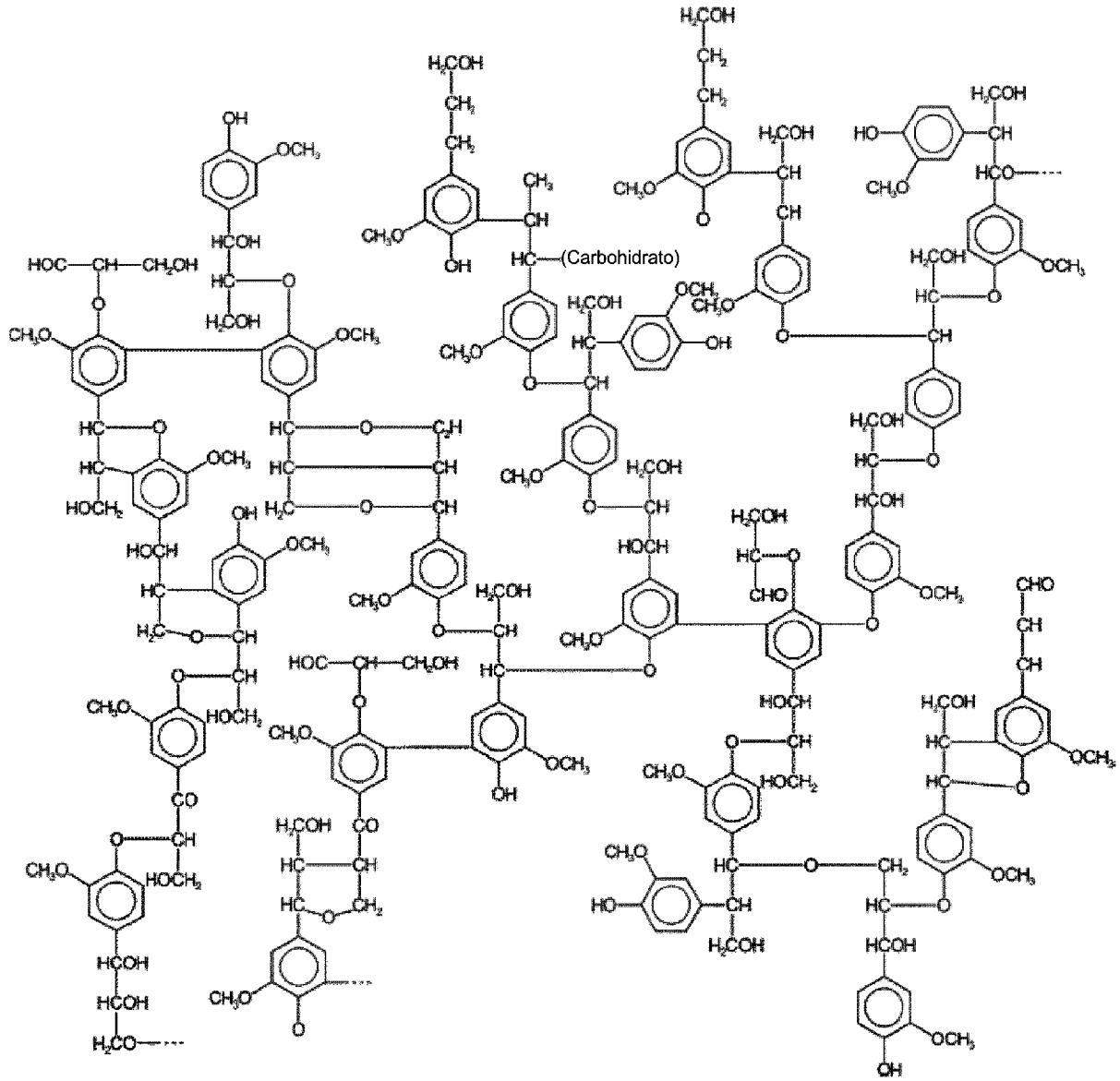
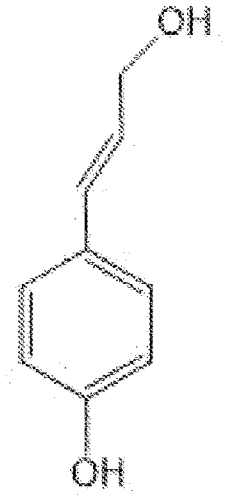
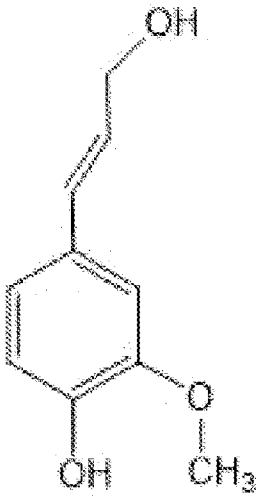


Figura 7

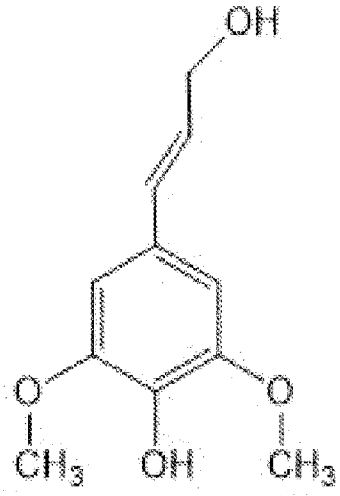
Precursores de lignina



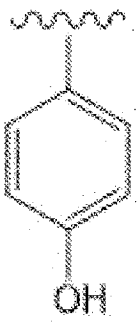
P-cumarilo



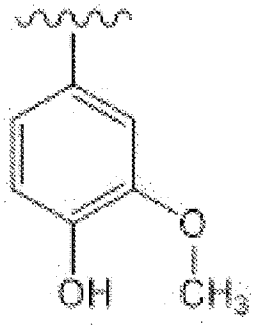
Coniferilo



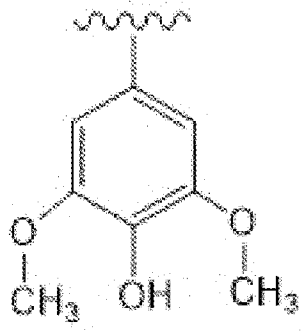
Sináfilo



P-hidroxifenilo
(H)



Guayacilo
(S)



Siringilo
(S)

Figura 8

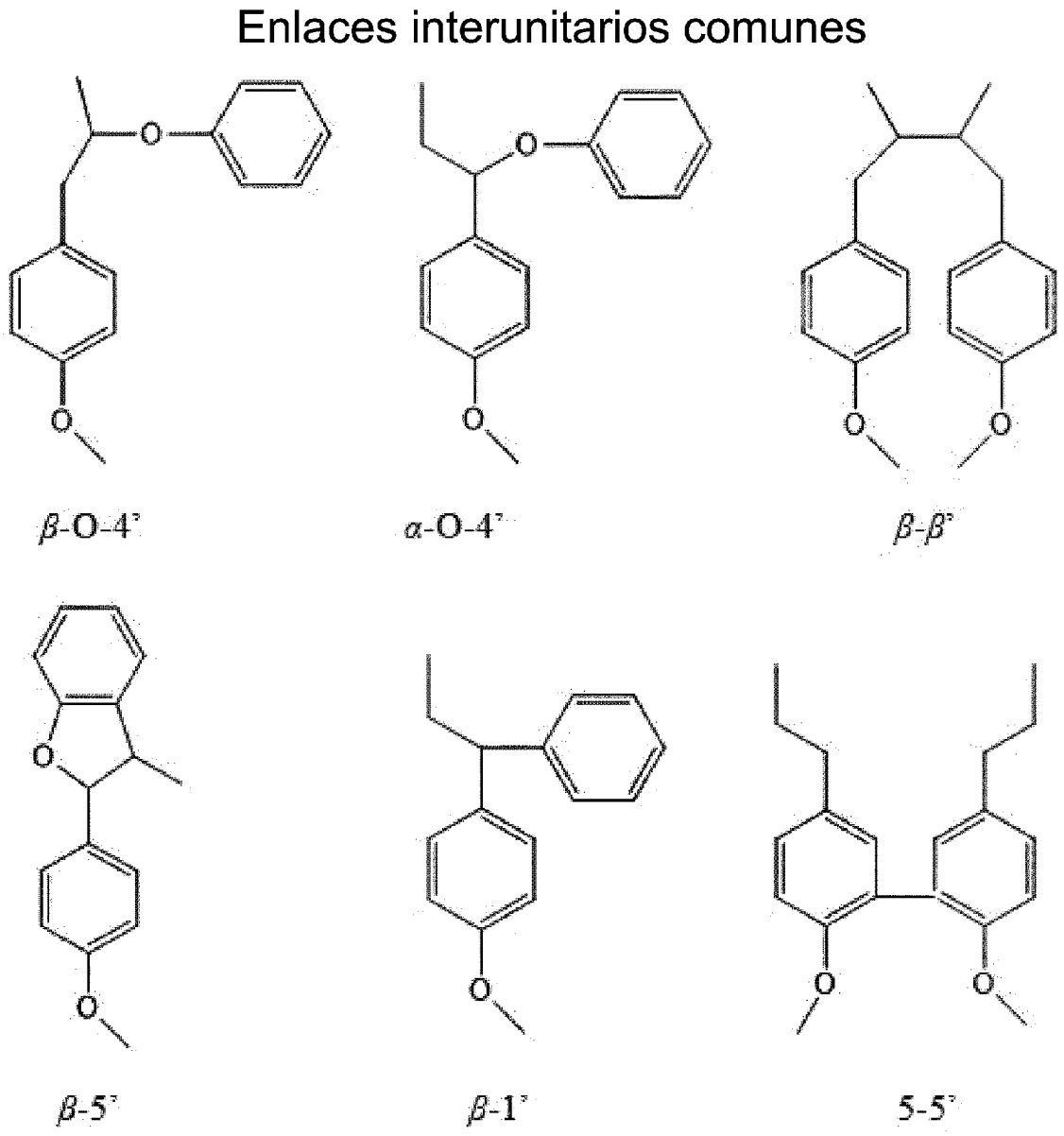


Figura 8, CONTD.

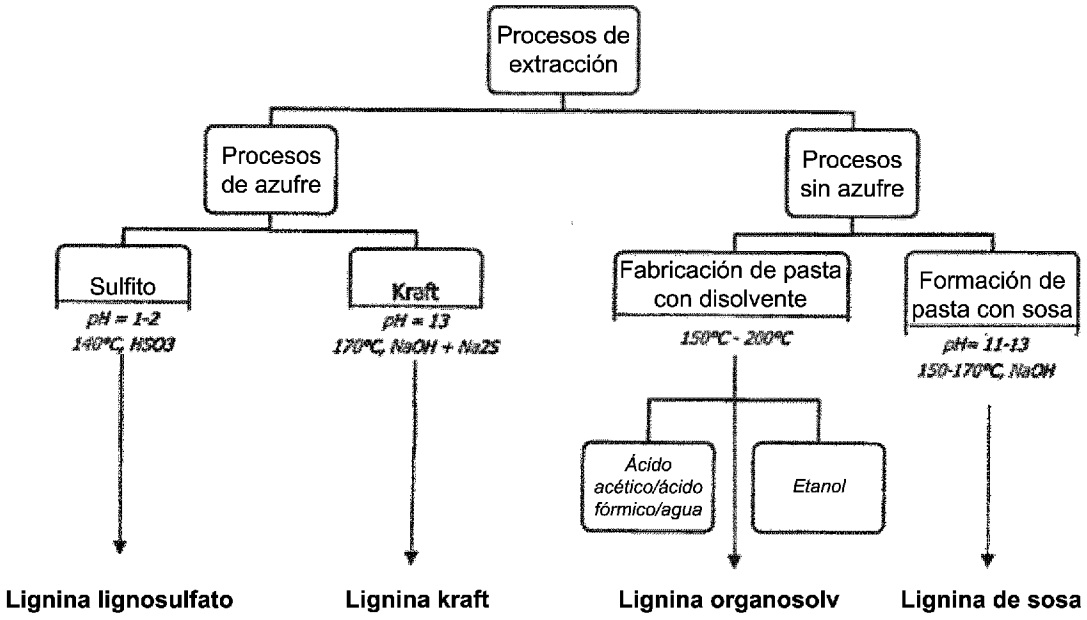

Procesos de extracción
Procesos de azufre
Procesos sin azufre
Sulfito
pH = 1-2
140°C, HSO3
Kraft
pH = 13
170°C, NaOH + Na2S
Fabricación de pasta con disolvente
150°C - 200°C
Formación de pasta con sosa
pH= 11-13
150-170°C, NaOH
Ácido acético/ácido fórmico/agua
Etanol
Lignina lignosulfato
Lignina kraft
Lignina organosolv
Lignina de sosa

Figura 9

Propiedades de las ligninas técnicas

Tipo de lignina	**Ligninas con azufre**		**Ligninas sin azufre**	
	Kraft	Lignosulfato	Sosa	Organosolv
Materias primas	Madera blanda Madera dura	Madera blanda Madera dura	Plantas anuales	Madera blanda Madera dura Anual Plantas
Solubilidad	Disolventes orgánicos alcalinos	Agua	Alcalino	Amplio intervalo de disolventes orgánicos
Masa molar promedio en número (M_a-gmol-^{1})	1000-3000	15,000-50,000	800-3000	500-5000
Polidispersión	2,5-3,5	6-8	2,5-3,5	1,5-2,5
T_g(°C)	140-150	130	140	90-110

Figura 10