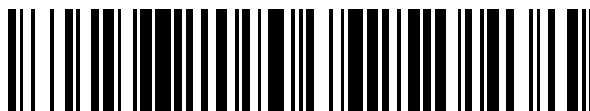


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 585 704**

51 Int. Cl.:

B32B 13/08 (2006.01)
B32B 17/02 (2006.01)
B32B 27/02 (2006.01)
B32B 29/00 (2006.01)
C04B 111/40 (2006.01)
C04B 28/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2008** **E 08845911 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016** **EP 2212105**

54 Título: **Alto nivel de almidón hidroxietilado y alto nivel de dispersante en panel de yeso para paredes**

30 Prioridad:

31.10.2007 US 932211

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.10.2016

73 Titular/es:

UNITED STATES GYPSUM COMPANY (100.0%)
550 West Adams Street
Chicago, IL 60661, US

72 Inventor/es:

YU, QIANG y
TRACY, SHARON L.

74 Agente/Representante:

RIZZO, Sergio

ES 2 585 704 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Alto nivel de almidón hidroxietilado y alto nivel de dispersante en panel de yeso para paredes

CAMPO TÉCNICO

5 **[0001]** Esta invención hace referencia a un método de producción de lechadas de yeso que contienen almidón hidroxietilado, un dispersante naftalensulfonato, y trimetafosfato de sodio y productos realizados a partir de las mismas. También hace referencia a un método para aumentar la resistencia en seco de productos que contienen yeso, que incluyen paneles para paredes, usando un dispersante naftalensulfonato en combinación con un almidón hidroxietilado y trimetafosfato de sodio en la lechada utilizada para realizar los productos.

TÉCNICA ANTERIOR

10 **[0002]** Determinadas propiedades del yeso (sulfato de calcio dihidratado) lo hacen muy popular para su utilización en la fabricación de productos de construcción e industriales, como paneles de yeso para paredes. El yeso es una materia prima generalmente económica y abundante que, a través de un proceso de deshidratación y rehidratación, puede ser vaciar, moldeado o formado de otro modo en formas útiles. El material base a partir del cual se fabrican los paneles de yeso para paredes y otros productos de yeso es la forma hemihidratada del sulfato de calcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$), comúnmente denominada "estuco", que se produce mediante conversión del calor de la forma dihidratada de sulfato de calcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), de la cual se extraen 1-1/2 moléculas de agua.

20 **[0003]** Los productos que contienen yeso convencionales, como los paneles de yeso para paredes, pueden tener numerosas ventajas, como bajo coste y facilidad de trabajo, aunque pueden generarse cantidades notables de polvo de yeso cuando los productos son cortados o perforados. Se han logrado diversas mejoras en la fabricación de productos que contienen yeso utilizando almidones como ingredientes en las lechadas utilizadas para fabricar tales productos. El almidón pregelatinizado, como cola, puede aumentar la resistencia a flexión y resistencia a compresión de los productos que contienen yeso que incluyen paneles para paredes. Los paneles de yeso para paredes conocidos contienen niveles de almidón de menos de 10 lb/MSF (0,05 kg/m²).

25 **[0004]** También es necesario utilizar cantidades sustanciales de agua en las lechadas de yeso que contienen almidón pregelatinizado para asegurar la correcta fluidez de la lechada. Desafortunadamente, la mayoría de esta agua debe eliminarse finalmente mediante secado, que resulta caro debido al elevado coste de los combustibles utilizados en el proceso de secado. Este paso de secado también requiere tiempo. Se ha descubierto que el uso de dispersantes naftalensulfonato puede aumentar la fluidez de las lechadas, superando así el problema de demanda de agua. Además, también se ha descubierto que los dispersantes naftalensulfonato, si el nivel de uso es lo suficientemente alto, pueden reticular el almidón pregelatinizado para unir los cristales de yeso tras el secado, aumentando así la resistencia en seco del compuesto de yeso. De este modo, la combinación del almidón pregelatinizado y el dispersante naftalensulfonato proporciona un efecto similar a la cola en la unión de los cristales de yeso endurecidos. Las sales trimetafosfato no han sido reconocidas en el pasado por afectar a los requisitos de agua de la lechada de yeso. Sin embargo, los presentes inventores han descubierto que aumentar el nivel de la sal trimetafosfato a niveles hasta ahora desconocidos en presencia de un dispersante específico hace posible lograr una adecuada fluidez de la lechada con una cantidad de agua inesperadamente reducida, incluso en presencia de altos niveles de almidón. Esto, por supuesto, es altamente deseable porque a su vez reduce el uso de combustible para el secado así como el tiempo de proceso asociado a las fases posteriores del proceso de extracción de agua. De este modo, los presentes inventores han descubierto también que la resistencia en seco del panel de yeso puede aumentarse utilizando un dispersante naftalensulfonato en combinación con almidón pregelatinizado en la lechada utilizada para fabricar el panel para paredes.

45 **[0005]** Los paneles de yeso para paredes de la presente invención deberían distinguirse de paneles o losas acústicas que no tienen láminas de cubierta. Además, los paneles para paredes de esta invención deberían distinguirse de losas o paneles acústicos que incluyen poliestireno como agregado ligero. De manera destacada, las losas y paneles acústicos antes mencionados no cumplen muchas de las normas ASTM aplicables a paneles de yeso para paredes. Por ejemplo, los paneles acústicos conocidos no tienen la resistencia a flexión requerida de los paneles de yeso para paredes incluyendo aquellos de la presente invención. Por el contrario, para que las losas o paneles acústicos cumplan las normas ASTM, se exige que la superficie expuesta de las losas o paneles acústicos tengan depresiones o huecos vacíos que no resultarían deseables en un panel de yeso para paredes, y afectarían de manera adversa a las propiedades de resistencia a la extracción de clavos.

50 **[0006]** La generación de polvo es un problema potencial durante la instalación de todos los paneles de pared. Cuando el panel de yeso para paredes es trabajado, por ejemplo, mediante corte, serrado, encaminamiento, rotura, clavado o enroscado, o perforado, pueden generarse cantidades sustanciales de polvo de yeso. Para los fines de esta divulgación, "polvorización" y "generación de polvo" significa la liberación de polvo en suspensión

en el espacio de trabajo de alrededor durante el trabajo de un producto que contiene yeso, por ejemplo, mediante corte, serrado, encaminamiento, marcado/rotura, clavado o enroscado, o perforado del panel para paredes. El trabajo puede incluir también generalmente la manipulación del panel normal, que incluye el polvo producido al raspar o acanalar los paneles de manera accidental durante el transporte, porte e instalación. Si se encontrara una forma de producir un panel para pared de baja densidad en la que dicha generación de polvo fuera reducida de manera significativa, esto representaría una contribución especialmente útil a la técnica.

[0007] Los almidones pregelatinizados pueden facilitar lechadas que contienen yeso útiles. Por ejemplo, se revela un panel de yeso para pared de bajo polvo formado a partir de una lechada que contiene almidón pregelatinizado en US 2007/048490 A1. Un inconveniente del almidón pregelatinizado en comparación con el almidón modificado con ácido corriente es la demanda de agua superior. Por lo tanto, se requieren ratios más elevadas de agua-estuco para producir una lechada con almidón pregelatinizado que tenga la fluidez adecuada para la formación del panel para pared. Además, si se encuentra una forma de mejorar la fluidez en una lechada que contiene yeso concreta que incluye que contenga un almidón alternativo, un dispersante naftalensulfonato, y trimetafosfato de sodio, al tiempo que se mantiene una resistencia adecuada o se mejora la resistencia en un panel de yeso para paredes acabado, representaría una útil contribución a la técnica.

DIVULGACIÓN DE LA INVENCION

[0008] La invención comprende generalmente una lechada que incluye estuco, un almidón hidroxietilado, dispersante naftalensulfonato y trimetafosfato de sodio. El dispersante naftalensulfonato está presente en una cantidad de 0,1% - 3,0% en peso basado en el peso de estuco seco. El almidón hidroxietilado está presente en una cantidad de 0,5% en peso a 10% en peso basado en el peso del estuco seco en la formulación. El trimetafosfato de sodio está presente en una cantidad de 0,1% - 0,4% en peso basado en el peso del estuco seco. Otros aditivos de la lechada pueden incluir aceleradores, aglutinantes, fibras de vidrio o papel y otros componentes conocidos. La invención también comprende los productos que contienen yeso hechos con dichas lechadas.

[0009] Un producto que contiene yeso conocido preferido es el panel de yeso para paredes. En este modo de realización, la invención constituye un panel de yeso para paredes que comprende una composición de yeso endurecida formada entre dos láminas de cubierta sustancialmente paralelas, la composición de yeso endurecida realizada usando la lechada que contiene yeso de agua, estuco, un almidón hidroxietilado, un dispersante naftalensulfonato, y trimetafosfato de sodio. Este panel de yeso para paredes realizado según la invención tiene una alta resistencia inesperada, y todavía un peso muy inferior a los paneles convencionales.

[0010] En otro modo de realización, la invención constituye un método para hacer paneles de yeso para paredes mezclando una lechada que contiene yeso que comprende agua, estuco, un almidón hidroxietilado, dispersante naftalensulfonato, y trimetafosfato de sodio. donde el almidón hidroxietilado está presente en una cantidad de al menos un 0,5% en peso hasta un 10% en peso basado en el peso de estuco. La lechada que contiene yeso resultante se deposita sobre una primera lámina de cubierta de papel, y se coloca una segunda lámina de cubierta de papel sobre la lechada depositada para formar un panel de yeso para paredes. El panel de yeso para paredes es cortado después de que la lechada que contiene yeso se haya endurecido lo suficiente para cortarla, y el panel de yeso para paredes resultante es secado. Se usarán también otros ingredientes convencionales en la lechada que incluyen, cuando sea apropiado, aceleradores, aglutinantes, fibra de papel, fibra de vidrio, y otros ingredientes conocidos. Normalmente se añade una espuma de jabón para reducir la densidad del producto de panel de yeso para paredes final.

MEJOR MODO PARA LLEVAR A CABO LA INVENCION

[0011] Se ha descubierto de manera inesperada que los almidones hidroxietilados tienen una demanda de agua inferior mientras que mejoran la fluidez en una lechada que contiene yeso. Además, los paneles de yeso para paredes acabados preparados a partir de lechadas que contienen yeso que incluyen agua, estuco, un almidón hidroxietilado, dispersante naftalensulfonato, y trimetafosfato de sodio presentan características de resistencia mejoradas, especialmente rendimiento frente a extracción de clavos.

[0012] El almidón hidroxietilado, a veces denominado "almidón etilado", debe usarse en lechadas que contienen yeso preparadas según la presente invención. Un almidón hidroxietilado preferido es S-Size 30G, un almidón de maíz modificado disponible en PacMoore Products, Hammond, Indiana, que tiene el siguiente análisis típico: humedad del 10 al 13%, pH de 5,0 a 7,5, tamaño de partícula 95% a través de malla 100, densidad relativa 1,50, peso molecular: mayor de 10.000, densidad aparente 35 pcf (560 kg/m³). Véase también Ejemplo 11.

[0013] El almidón hidroxietilado debería utilizarse en una cantidad de al menos 0,5% en peso hasta 10% en peso, basado en el peso de estuco seco utilizado en la lechada que contiene yeso. En un modo de realización preferido, el almidón hidroxietilado se utiliza en una cantidad de 3% en peso basado en el peso de estuco seco.

[0014] La fluidez mejorada de lechadas que contienen yeso está relacionada con una viscosidad inferior. Se ha descubierto que una combinación concreta de un almidón hidroxietilado, dispersante naftalensulfonato y trimetafosfato de sodio, utilizada en una lechada que contiene yeso realizada según la presente invención, proporciona una viscosidad inferior y mejores características de formación de película que las lechadas realizadas con otros almidones. Por ejemplo, en muestras acuosas que comprenden almidón pregelatinizado, las viscosidades son relativamente altas, al tiempo que se producen películas de buena resistencia con la cocción. En muestras acuosas que comprenden almidón hidroxietilado y un dispersante, se reducen las viscosidades, al tiempo que se produce una película que es demasiado flexible. En muestras acuosas que comprenden almidón hidroxietilado, un dispersante y trimetafosfato de sodio, se reducen las viscosidades, al tiempo que se produce una película que es fuerte, pero elástico. Véase el Ejemplo 12.

[0015] Sin pretender quedar vinculado a una teoría, la combinación concreta de un almidón hidroxietilado, dispersante naftalensulfonato y trimetafosfato de sodio, utilizada en una lechada que contiene yeso para la producción de un panel de yeso para paredes proporciona un entrecruzamiento inesperadamente mejorado para proporcionar una película más flexible, pero fuerte y elástica, que da lugar a propiedades de extracción de clavos y otras características de resistencia mucho mejores de lo que se habría previsto de otro modo.

[0016] Según un modo de realización de la presente invención, se proporcionan productos que contienen yeso acabados realizados a partir de lechadas que contienen yeso que contienen estuco, un almidón hidroxietilado, dispersante naftalensulfonato, y trimetafosfato de sodio. El dispersante naftalensulfonato está presente en una cantidad de 0,1% - 3,0% en peso basado en el peso de estuco seco. El almidón hidroxietilado está presente en una cantidad de 0,5% en peso hasta 10% en peso basado en el peso de estuco seco en la formulación. El trimetafosfato de sodio está presente en una cantidad de 0,1% - 0,4% en peso basado en el peso de estuco seco. Otros ingredientes que pueden utilizarse en la lechada incluyen aglutinantes, fibra de papel, fibra de vidrio y aceleradores. Normalmente se añade una espuma de jabón a las lechadas que contienen yeso formuladas recientemente para reducir la densidad del producto que contiene yeso acabado, por ejemplo, panel de yeso para paredes.

[0017] La rehidratación de sulfato de calcio hemihidratado (estuco) y posterior endurecimiento exige una cantidad teórica específica de agua (1-1/2 moles de agua/moles de estuco) para formar cristales de sulfato de calcio dihidratado. Sin embargo, el proceso comercial generalmente exige exceso de agua. Este exceso de agua de proceso produce huecos de agua de evaporación en la matriz de cristales de yeso que son generalmente de forma sustancialmente irregular, y también están interconectados con otros huecos de agua, formando canales irregulares en una red generalmente continua entre los cristales de yeso endurecidos. Por el contrario, los huecos de aire (burbujas) son introducidos en la lechada de yeso usando espuma de jabón. Los huecos de aire son generalmente de forma esférica/redonda, y también están separados generalmente de otros huecos de aire y son, por tanto, generalmente discontinuos. Los huecos de agua pueden distribuirse dentro de las paredes de los huecos de aire (véase, por ejemplo, las Figs. 8-10).

[0018] En paneles para paredes más blandos, el polvo puede quedar capturado tanto en huecos de agua como huecos de aire (p.ej., captura de pequeñas agujas de yeso como polvo de cristal simple). Los paneles para paredes más duros favorecen la captura de polvo en los huecos de aire, ya que se generan trozos o fragmentos más grandes del núcleo de yeso endurecido al trabajar estos paneles. En este caso, los fragmentos de polvo son demasiado grandes para los huecos de agua, pero quedan atrapados en los huecos de aire. Es posible, según un modo de realización de esta invención, lograr una captura de polvo aumentada introduciendo una distribución de tamaños hueco/poro preferida en el núcleo de yeso endurecido. Se prefiere tener una distribución de tamaños de huecos pequeños y grandes, como una distribución de huecos de aire y agua. En un modo de realización, puede prepararse una distribución de huecos de aire preferida usando espuma de jabón. Véanse Ejemplos 6 y 7 a continuación.

[0019] La ratio de huecos de aire (mayores de 10 micras) a huecos de agua (menos de 5 micras) dentro del núcleo de yeso endurecido puede oscilar entre 1,8:1 y 9:1. Una ratio preferida de huecos de aire (mayores de 10 micras) a huecos de agua (menos de 5 micras) dentro del núcleo de yeso endurecido puede oscilar entre 2:1 y 3:1. En un modo de realización, la distribución de tamaños hueco/poro dentro del núcleo de yeso endurecido debería oscilar entre 10 - 30% de huecos inferiores a 5 micras y 70 - 90% de huecos superiores a 10 micras, como porcentaje de huecos totales medidos. Dicho de otro modo, la ratio de huecos de aire (mayores de 10 micras) a huecos de agua (menores de 5 micras) dentro del núcleo de yeso endurecido oscila entre 2,3:1 y 9:1. En un modo de realización preferido, la distribución de tamaños hueco/poro dentro del núcleo de yeso endurecido debería oscilar entre 30 - 35% de huecos inferiores a 5 micras y 65 - 70% de huecos superiores a 10 micras, como porcentaje de huecos totales medidos. Dicho de otro modo, la ratio de huecos de aire (mayores de 10 micras) a huecos de agua (menos de 5 micras) dentro del núcleo de yeso endurecido oscila entre 1,8:1 y 2,3:1.

[0020] Se prefiere que el tamaño de hueco de aire (burbuja) medio sea inferior a 100 micras de diámetro. En un

modo de realización preferido, la distribución de tamaño hueco/poro dentro del núcleo de yeso endurecido es: mayor de 100 micras (20%), de 50 micras a 100 micras (30%) y menor de 50 micras (50%). Es decir, un tamaño de hueco/poro medio preferido es de 50 micras.

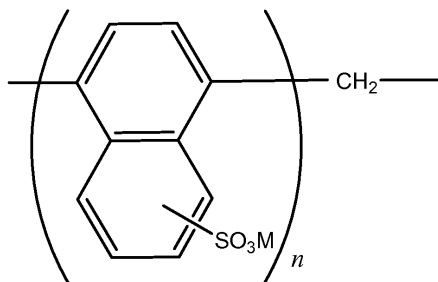
[0021] Los huecos de aire pueden reducir la fuerza de adhesión entre un núcleo de yeso endurecido de baja densidad espumado y las láminas de cubierta. Puesto que más de la mitad de los paneles de yeso compuestos en volumen puede consistir en huecos de aire debido a la espuma, la espuma puede interferir en la unión entre el núcleo de yeso endurecido de baja densidad espumado y las láminas de cubierta de papel. Esto es abordado proporcionando de manera opcional una capa de alta densidad de unión no espumada (o espumada de manera reducida) en las superficies de contacto con el núcleo de yeso de la lámina de cubierta superior o la lámina de cubierta inferior, o ambas la lámina de cubierta superior y la lámina de cubierta inferior, antes de aplicar las láminas de cubierta al núcleo. Esta formulación de capa de alta densidad de unión no espumada, o alternativamente, de espumación reducida, será la misma que la formulación del núcleo de lechada de yeso excepto que no se añadirá jabón, o se añadirá una cantidad de jabón (espuma) sustancialmente reducida. De manera opcional, para formar esta capa de unión, la espuma puede extraerse mecánicamente de la formulación del núcleo, o puede aplicarse una formulación libre de espuma diferente a la superficie de contacto de papel de cubierta/núcleo de yeso endurecido de baja densidad espumado.

[0022] Se prefiere la espuma de jabón para introducir y controlar los tamaños de huecos de aire (burbujas) y distribución en el núcleo de yeso endurecido, y para controlar la densidad del núcleo de yeso endurecido. Un rango preferido de jabón es desde 0,2 lb/MSF (0,001 kg/m²) hasta 0,7 lb/MSF (0,003 kg/m²); un nivel más preferido de jabón es de 0,4 lb/MSF (0,002 kg/m²) a 0,5 lb/MSF (0,0024 kg/m²).

[0023] La espuma de jabón debe añadirse en una cantidad efectiva para producir las densidades deseadas, y de manera controlada. Para controlar el proceso, un operador debe monitorizar la espuma de la línea de formación de paneles y mantener la envoltura llena. Si la envoltura no se mantiene llena, resultan paneles con bordes huecos, ya que la lechada no puede llenar el volumen necesario. El volumen de envoltura se mantiene lleno aumentando el uso de jabón para evitar la rotura de burbujas de aire durante la fabricación del panel (para una mejor retención de las burbujas de aire), o aumentando el índice de espuma de aire. Por tanto, generalmente, el volumen de envoltura es controlado y ajustado aumentando o disminuyendo el uso de jabón, o aumentando o reduciendo el índice de espuma de aire. La técnica de controlar la espuma incluye ajustes de la "lechada dinámica" sobre la mesa añadiendo espuma de jabón para aumentar el volumen de lechada, o disminuyendo el uso de espuma de jabón para disminuir el volumen de lechada.

[0024] Un dispersante naftalensulfonato debe usarse en las lechadas que contienen yeso preparadas según la presente invención. Los dispersantes naftalensulfonato utilizados en la presente invención incluyen ácido polinaftalensulfónico y sus sales (polinaftalensulfonatos) y derivados, los cuales son productos de condensación de ácidos naftalensulfónicos y formaldehído. Los polinaftalensulfonatos especialmente deseables incluyen naftalensulfonato de calcio y sodio. El peso molecular medio de los naftalensulfonatos puede oscilar entre 3.000 y 27.000, aunque se prefiere que el peso molecular sea de entre 8.000 y 22.000, y más preferiblemente que el peso molecular sea de entre 12.000 y 17.000. Como producto comercial, un dispersante de peso molecular superior tiene una viscosidad superior, y contenido de sólidos inferior, que un dispersante de peso molecular inferior. Los naftalensulfonatos útiles incluyen DILOFLO, DAXAD y LOMAR D, disponibles en GEO Specialty Chemicals, Lafayette, Indiana. Los naftalensulfonatos se utilizan preferiblemente como soluciones acuosas en el rango de 35-55% en peso de contenido de sólidos, por ejemplo. Se prefiere en mayor medida utilizar los naftalensulfonatos en forma de una solución acuosa, por ejemplo, en el rango de 40-45% en peso de contenido de sólidos. De manera alternativa, cuando sea procedente, los naftalensulfonatos pueden usarse en forma de polvo o sólido seco, como LOMAR D, por ejemplo.

[0025] Los polinaftalensulfonatos útiles en la presente invención tienen la estructura general (I):



(I)

donde n es > 2 , y donde M es sodio, potasio, calcio y similares.

[0026] El dispersante naftalensulfonato, preferiblemente como una solución en agua del 45% en peso, puede usarse en un rango de 0,5% a 3,0% en peso basado en el peso del estuco seco utilizado en la formulación del compuesto de yeso. Un rango más preferido de dispersante naftalensulfonato es de 0,5% a 2,0% en peso basado en el peso de estuco seco, y un rango aún más preferido es de 0,7% a 2,0% en peso basado en el peso de estuco seco. Por el contrario, el panel de yeso para paredes conocido contiene este dispersante a niveles de 0,4% en peso, o inferiores, basado en el peso de estuco seco.

[0027] Dicho de otra manera, el dispersante naftalensulfonato, basado en peso seco, puede usarse en un rango de 0,1% a 1,5% en peso basado en el peso del estuco seco utilizado en la formulación del compuesto de yeso. Un rango más preferido de dispersante naftalensulfonato, basado en sólidos secos, es de 0,25% a 0,7% en peso basado en el peso de estuco seco, y un rango aún más preferido (basado en sólidos secos) es de 0,3% a 0,7% en peso basado en el peso de estuco seco.

[0028] La lechada que contiene yeso puede contener opcionalmente una sal trimetafosfato, por ejemplo, trimetafosfato de sodio. Cualquier polifosfato o metafosfato soluble en agua adecuado puede usarse según la presente invención. Se prefiere el uso de una sal trimetafosfato, que incluye sales dobles, que son sales de trimetafosfato que tienen dos cationes. Las sales trimetafosfato especialmente útiles incluyen trimetafosfato de sodio, trimetafosfato de potasio, trimetafosfato de calcio, trimetafosfato de calcio y sodio, trimetafosfato de litio, trimetafosfato de amonio, y similares, o combinaciones de los mismos. Una sal trimetafosfato preferida es trimetafosfato de sodio. Se prefiere utilizar la sal trimetafosfato como solución acuosa, por ejemplo, en el rango de 10-15% en peso de contenido de sólidos. También pueden utilizarse otros polifosfatos cíclicos o acíclicos, como se describe en la patente estadounidense nº 6.409.825 de Yu et al., incorporada aquí mediante referencia.

[0029] El trimetafosfato de sodio es un aditivo conocido en las composiciones que contienen yeso, aunque se utiliza generalmente en un rango de 0,05% a 0,08% en peso basado en el peso de estuco seco utilizado en la lechada de yeso. En los modos de realización de la presente invención, el trimetafosfato de sodio (u otro polifosfato o metafosfato soluble en agua) puede estar presente en un rango de 0,10% a 0,4% en peso basado en el peso de estuco seco utilizado en la formulación de compuesto de yeso. Un rango preferido de trimetafosfato de sodio (u otro polifosfato o metafosfato soluble en agua) es de 0,12% a 0,3% en peso basado en el peso de estuco seco utilizado en la formulación de compuesto de yeso.

[0030] Hay dos formas de estuco, alfa y beta. Estos dos tipos de estuco son producidos por distintos medios de calcinación. En las presentes invenciones puede usarse la forma beta o la forma alfa de estuco.

[0031] Pueden utilizarse aceleradores en las composiciones que contienen yeso de la presente invención, como se describe en la patente estadounidense nº 6.409.825 de Yu et al., incorporada aquí mediante referencia. Puede producirse un acelerador resistente al calor (HRA, por sus siglas en inglés) deseable a partir de la molienda en seco de yeso natural (sulfato de calcio dihidratado). Pueden utilizarse pequeñas cantidades de aditivos (normalmente el 5% en peso) como azúcar, dextrosa, ácido bórico, y almidón para producir este HRA. Actualmente se prefiere azúcar o dextrosa. Otro acelerador útil es "acelerador estabilizado de clima" o "acelerador estable de clima" (CSA, por sus siglas en inglés) como se describe en la patente estadounidense nº 3.573.947, incorporada aquí mediante referencia.

[0032] La ratio agua/estuco (w/s), o "WSR" es un parámetro importante, ya que el exceso de agua debe eliminarse eventualmente por calentamiento. En los modos de realización de la presente invención, una ratio w/s preferida es de 0,7 a 1,3. En un modo de realización preferido, la ratio w/s es 0,8.

[0033] Otros aditivos de la lechada de yeso pueden incluir aceleradores, aglutinantes, agentes impermeabilizantes, fibras de vidrio o papel, arcilla, biocida y otros componentes conocidos.

[0034] Las láminas de cubierta puede hacerse de papel como en los paneles de yeso para paredes convencionales, aunque pueden usarse otros materiales de lámina de cubierta útiles conocidos en la técnica (p.ej., esterillas de fibra de vidrio). Las láminas de cubierta de papel proporcionan características de resistencia al panel de yeso para paredes. El papel de lámina de cubierta útil incluye Manila de 7 capas y News-line de 5 capas, disponibles en United States Gypsum Corporation, Chicago, Illinois; Grey-Back de 3 capas y Manila Ivory de 3 capas, disponible en Carauster, Newport, Indiana; y Manila papel grueso y papel MH Manila HT (alta resistencia), disponible en United States Gypsum Corporation, Chicago, Illinois. Las láminas de cubierta de papel comprenden láminas de cubierta superior, o papel frontal, y láminas de cubierta inferior, o papel trasero. Un papel de lámina de cubierta trasera preferido es News-Line de 5 capas. Los papeles de lámina de cubierta frontal preferida incluyen papel MH Manila HT (alta resistencia) y Manila de 7 capas.

[0035] Las esterillas fibrosa pueden utilizarse también como una o ambas de las láminas de cubierta. Una

esterilla fibrosa útil es una esterilla de fibra de vidrio en la que los filamentos de fibra de vidrio están unidos mediante un adhesivo. Preferiblemente las esterillas fibrosas serán esterillas de fibra de vidrio no tejida en las que los filamentos de fibra de vidrio están unidos mediante un adhesivo. Más preferiblemente, las esterillas de fibra de vidrio no tejida tendrán un revestimiento de resina grueso. Por ejemplo, podrían usarse las esterillas de fibra de vidrio no tejida Duraglass, disponibles en Johns-Manville, que tienen un peso de 1,2-2,0 libras/100pies cuadrados (0,059-0,098 kg/m²), con 40-50% del peso de la esterilla viniendo del revestimiento de resina. Otras esterillas fibrosas útiles incluyen, sin carácter limitativo, esterillas tejidas de vidrio y tejidos no celulósicos.

[0036] Los siguientes ejemplos ilustran en mayor medida la invención. No deberán interpretarse de ningún modo limitativos del alcance de la invención.

EJEMPLO 1

Formulaciones de lechada de yeso de muestra (ejemplo no acorde a la presente invención)

[0037] Las formulaciones de lechada de yeso se muestran en la Tabla 1 a continuación. Todos los valores en la Tabla 1 están expresados en porcentaje en peso basado en el peso de estuco seco. Los valores entre paréntesis son peso seco en libras (kg) (lb/MSF) (kg/m²).

TABLA 1

Componente	Formulación A	Formulación B
Estuco (lb/MSF)	(732 lb/MSF) (3,57 kg/m ²)	(704 lb/MSF) (3,45 kg/m ²)
Trimetafosfato de sodio	0,20 (1,50 lb/MSF)(0,0073 kg/m ²)	0,30 (2,14 lb/MSF)(0,010 kg/m ²)
Dispersante (naftalensulfonato)	0,18 (1,35 lb/MSF)(0,0066 kg/m ²)	0,58 ¹ (4,05 lb/MSF)(0,02 kg/m ²)
Almidón pregelatinizado (polvo seco)	2,7 (20 lb/MSF)(0,1 kg/m ²)	6,4 (45 lb/MSF)(0,22 kg/m ²)
Almidón de panel	0,41 (3,0 lb/MSF)(0,02 kg/m ²)	0
Acelerador resistente al calor (HRA)	(15 lb/MSF) (0,073 kg/m ²)	(15 lb/MSF)(0,073 kg/m ²)
Fibra de vidrio	0,27 (2,0 lb/MSF)(0,0098 kg/m ²)	0,28 (2,0 lb/MSF)(0,0098 kg/m ²)
Fibra de papel	0	0,99 (7,0 lb/MSF)(0,034 kg/m ²)
Jabón*	0,03 (0,192 lb/MSF)(0,00094 kg/m ²)	0,03 (0,192 lb/MSF)(0,00094 kg/m ²)
Agua total (lb)	805 lb (365 kg)	852 lb (386 kg)
Ratio agua/estuco	1,10	1,21
*Utilizado para pregenerar espuma. ¹ 1,28% en peso como una solución acuosa 45%.		

EJEMPLO 2

Preparación de paneles de yeso para paredes

[0038] Los paneles de yeso para paredes de muestra se preparan según la patente estadounidense nº 6.342.284 de Yu et al. Y 6.632.550 de Yu et al., incorporadas aquí mediante referencia. Esto incluye la generación separada de espuma y la introducción de la espuma en la lechada de todos los otros ingredientes como se describe en el Ejemplo 5 de estas patentes.

[0039] Los resultados de la prueba para los paneles de yeso para paredes fabricados usando las Formulaciones A y B del Ejemplo 1, y un panel de control normal se muestran en la Tabla 2 a continuación. Como en este ejemplo y otros ejemplos a continuación, se realizaron pruebas de resistencia a la extracción de clavos, dureza del núcleo y resistencia a flexión según ASTM C-473. De manera adicional, se observa que el panel de yeso para paredes típico es aproximadamente de 1/2 pulgadas (1,3 cm) de grosor y tiene un peso de entre 1600 y 1800 libras por 1.000 pies cuadrados de material, o lb/MSF (7,7-8,7 kg/m²). ("MSF" es una abreviatura estándar en la técnica para mil pies cuadrados; es una medida de área para cajas, medios corrugados y paneles para paredes.)

TABLA 2

Resultados de pruebas de laboratorio	Panel de control	Panel de formulación A	Panel de formulación B
Peso de panel (lb/MSF)	1587 lb/MSF (7,75 kg/m ²)	1066 lb/MSF (5,20 kg/m ²)	1042 lb/MSF (5,09 kg/m ²)
Resistencia a extracción de clavos (lb)	81,7 lb (37,1 kg)	50,2 lb (22,8 kg)	72,8 lb (33,0 kg)
Dureza del núcleo (lb)	16,3 lb (7,39 kg)	5,2 lb (2,4 kg)	11,6 lb (5,26 kg)
Carga de unión humidificada (lb)	17,3 lb (7,85 kg)	20,3 lb (9,21 kg)	15,1 lb (6,85 kg)
Fallo de unión humidificada (%)	0,6	5	11,1
Resistencia a flexión, mirando hacia arriba (MD) (lb)	47 lb (21 kg)	47,2 lb (21,4 kg)	52,6 lb (23,9 kg)
Resistencia a flexión, mirando hacia abajo (MD) (lb)	51,5 lb (23,4 kg)	66,7 lb (30,3 kg)	78,8 lb (35,7 kg)
Resistencia a flexión, mirando hacia arriba (XMD) (lb)	150 lb (68 kg)	135,9 lb (61,64 kg)	173,1 lb (78,52 kg)
Resistencia a flexión, mirando hacia abajo (XMD) (lb)	144,4 lb (65,5 kg)	125,5 lb (56,9 kg)	165,4 lb (75,0 kg)
MD: dirección de la máquina XMD: transversal a la dirección de la máquina			

[0040] Como se ilustra en la Tabla 2, los paneles de yeso para paredes preparados utilizando las lechadas de Formulación A y B presentan reducciones significativas en peso en comparación con el panel de control. En relación de nuevo con la Tabla 1, las comparaciones del panel de la Formulación A y el panel de la Formulación B son las más sorprendentes. Las ratios de agua/estuco (w/s) son similares en la Formulación A y Formulación B. Un nivel significativamente superior de dispersante naftalensulfonato es utilizado también en la Formulación B. Además, en la Formulación B se utilizó almidón sustancialmente más pregelatinizado, 6% en peso, un aumento mayor del 100% sobre la Formulación A acompañado por aumentos notables de resistencia. Incluso así, la demanda de agua para producir una fluidez reducida permaneció baja en la lechada de Formulación B, siendo la diferencia un 10% en comparación con la Formulación A. La baja demanda de agua en ambas Formulaciones se atribuye al efecto sinérgico de la combinación de dispersante naftalensulfonato y trimetafosfato de sodio en la

lechada de yeso, que aumenta la fluidez de la lechada de yeso, incluso en presencia de un nivel sustancialmente mayor de almidón pregelatinizado.

[0041] Como se ilustra en la Tabla 2, los paneles para paredes preparados utilizando la lechada de Formulación B presentan una resistencia sustancialmente aumentada en comparación con el panel para paredes preparado utilizando la lechada de la Formulación A. Al incorporar cantidades aumentadas de almidón pregelatinizado en combinación con cantidades aumentadas de dispersante naftalensulfonato y trimetafosfato de sodio, la resistencia a la extracción de clavos en el panel de Formulación B mejoró en un 45% sobre el panel de la Formulación A. También se observaron aumentos sustanciales en la resistencia a flexión en el panel de Formulación B en comparación con el panel de Formulación A.

EJEMPLO 3

Ensayos de reducción de peso del panel de yeso para paredes de 1/2 pulgada (1,3 cm) (Ejemplo no conforme a la presente invención)

[0042] A continuación, se muestran en la Tabla 3 ejemplos adicionales de paneles de yeso para paredes (Paneles C, D y E), que incluyen formulaciones de lechada y resultados de ensayo. Las formulaciones de lechada de la Tabla 3 incluyen componentes principales de las lechadas. Todos los valores entre paréntesis están expresados en porcentaje en peso basado en el peso de estuco seco.

TABLA 3

Parámetro/componente formulación de ensayo	Panel de control	Panel de formulación C	Panel de formulación D	Panel de formulación E
Estuco seco (lb/MSF)	1300 (6,3 kg/m ²)	1281(6,25 kg/m ²)	1196(5,84 kg/m ²)	1070 (5,22 kg/m ²)
Acelerador (lb/MSF)	9,2 (0,045 kg/m ²)	9,2 (0,045 kg/m ²)	9,2 (0,045 kg/m ²)	9,2 (0,045 kg/m ²)
DILOFLO ¹ (lb/MSF)	4,1 (0,020 kg/m ²) (0,32%)	8,1 (0,040 kg/m ²) (0,63%)	8,1 (0,040 kg/m ²) (0,68%)	8,1 (0,040 kg/m ²) (0,76%)
Almidón corriente (lb/MSF)	5,6 (0,027 kg/m ²) (0,43%)	0	0	0
Almidón de maíz pregelatinizado (lb/MSF)	0	10 (0,05 kg/m ²) (0,78%)	10 (0,05 kg/m ²) (0,84%)	10 (0,05 kg/m ²) (0,93%)
Trimetafosfato de sodio (lb/MSF)	0,7 (0,003 kg/m ²) (0,05%)	1,6 (0,0078 kg/m ²) (0,12%)	1,6 (0,0078 kg/m ²) (0,13%)	1,6 (0,0078 kg/m ²) (0,15%)
Ratio agua / estuco total (w/s)	0,82	0,82	0,82	0,84
Resultados de pruebas de formulación de ensayo				
Peso panel seco (lb/MSF)	1611 (7,87 kg/m ²)	1570 (7,67 kg/m ²)	1451 (7,08 kg/m ²)	1320 (6,44 kg/m ²)
Resistencia a extracción de clavos (lb)	77,3† (35,1 kg)	85,5 (38,8 kg)	77,2 (35,0 kg)	65,2 (29,6 kg)
† Estándar ASTM: 77 lb (35 kg)				
¹ DILOFLO es una solución de naftalensulfonato en agua al 45%				

[0043] Como se ilustra en la Tabla 3, los paneles C, D y E se realizaron de una lechada que tiene cantidades sustancialmente aumentadas de almidón, dispersante DILOFLO y trimetafosfato de sodio en comparación con el panel de control (un aumento del doble sobre el porcentaje del almidón y dispersante, y un aumento del doble o triple para el trimetafosfato), mientras se mantiene la ratio w/s constante. Sin embargo, el peso del panel es reducido significativamente y la resistencia medida mediante resistencia a la extracción de clavos no se vio drásticamente afectada. Por lo tanto, en este ejemplo de un modo de realización de la invención, la nueva formulación (como, por ejemplo, Panel D) puede proporcionar mayor almidón formulado en una lechada útil y fluida, mientras se mantiene la misma ratio w/s y una resistencia adecuada.

EJEMPLO 4

Ensayo de resistencia cúbica de yeso húmedo (Ejemplo no conforme a la presente invención)

[0044] Los ensayos de resistencia cúbica húmeda se llevaron a cabo utilizando estuco en panel Southard CKS, disponible en United States Gypsum Corp., Chicago, Illinois y agua corriente en el laboratorio para determinar su resistencia a compresión húmeda. Se utilizó el siguiente procedimiento de ensayo en laboratorio.

[0045] Se utilizó estuco (1000 g), CSA (2 g) y agua corriente (1200 cc) a 70°F (120 °C) para cada molde cúbico de yeso húmedo. El almidón de maíz pregelatinizado (20 g, 2,0% basado en peso de estuco) y CSA (2 g, 0,2% basado en peso de estuco) se mezclaron en seco minuciosamente primero en una bolsa de plástico con el estuco antes de mezclar con la solución de agua corriente que contenía ambos 2%, como se indica en la Tabla 4). Se utilizaron también cantidades variables de trimetafosfato de sodio como se indica en la Tabla 4.

[0046] Los ingredientes secos y la solución acuosa se combinaron inicialmente en un mezclador Waring de laboratorio, la mezcla producida se dejó empapar durante 10 segundos y a continuación se mezcló la mezcla a baja velocidad durante 10 segundos para producir la lechada. Las lechadas así formadas se moldearon en tres moldes cúbicos de 2"x2"x2" (5 x 5 x 5 cm). Los cubos moldeados se extrajeron entonces de los moldes, se pesaron y se sellaron dentro de bolsas de plástico para evitar la pérdida de humedad antes de que se realizara el ensayo de resistencia a la compresión. La resistencia a compresión de los cubos húmedos se midió utilizando una máquina ATS y se registró como una media en libras por pulgada cuadrada (psi). Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

TABLA 4

	Muestra de ensayo nº	Trimetafosfato de sodio, gramos (% peso basado en estuco seco)	DILOFLO ¹ (% peso basado en estuco seco)	Peso cubo húmedo (2"X2"X2"), (5x5x5 cm) g	Resistencia a compresión cubo húmedo, psi
5	1	0	1,5	183,57	321 (2,21 MPa)
	2	0,5 (0,05)	1,5	183,11	357 (2,46 MPa)
	3	1 (0,1)	1,5	183,19	360 (2,48 MPa)
	4	2 (0,2)	1,5	183,51	361 (2,49 MPa)
	5	4 (0,4)	1,5	183,65	381 (2,63 MPa)
10	6	10 (1,0)	1,5	183,47	369 (2,54 MPa)
	7	0	1,0	184,02	345 (2,38 MPa)
	8	0,5 (0,05)	1,0	183,66	349 (2,41 MPa)
	9	1 (0,1)	1,0	183,93	356 (2,45 MPa)
	10	2 (0,2)	1,0	182,67	366 (2,52 MPa)
15	11	4 (0,4)	1,0	183,53	365 (2,52 MPa)
	12	10 (1,0)	1,0	183,48	341 (2,35 MPa)
	13	0	2,0	183,33	345 (2,38 MPa)
	14	0,5 (0,05)	2,0	184,06	356 (2,45 MPa)
	15	1 (0,1)	2,0	184,3	363 (2,50 MPa)
20	16	2 (0,2)	2,0	184,02	363 (2,50 MPa)
	17	4 (0,4)	2,0	183,5	368 (2,54 MPa)
	18	10 (1,0)	2,0	182,68	339 (2,34 MPa)
	¹ DILOFLO es una solución de naftalensulfonato en agua al 45%				

[0047] Como se ilustra en la Tabla 4, las muestras 4-5, 10-11, y 17, que presentan niveles de trimetafosfato de sodio en el rango de 0,12 - 0,4% de la presente invención proporcionó generalmente una resistencia a la compresión cúbica húmeda superior en comparación con las muestras con trimetafosfato de sodio fuera de este rango.

EJEMPLO 5

Ensayos de producción en planta de panel de yeso para paredes ligero de 1/2 pulgada (1,3 cm) (Ejemplo no conforme a la presente invención)

[0048] Se llevaron a cabo ensayos adicionales (paneles de ensayo 1 y 2), que incluyen formulaciones de lechada y los resultados de ensayo se muestran en la Tabla 5 a continuación. Las formulaciones de lechada de la Tabla 5 incluyen componentes principales de las lechadas. Los valores entre paréntesis se expresan como porcentaje en peso basado en el peso de estuco seco.

TABLA 5

	Parámetro/compo- nente de formulación de ensayo	Panel de control 1	Formulación de planta Panel de ensayo 1	Panel de control 2	Formulación de planta Panel de ensayo 2
5	Estuco seco (lb/MSF)	13081b/MSF) (6,39 kg/m ²)	1160 lb/MSF) (5,66kg/m ²)	1212 lb/MSF) (5,92 kg/m ²)	1120 lb/MSF) (5,47kg/m ²)
	DILOFLO ¹ (lb/MSF)	5,98 lb/MSF)(0,0292 kg/m ²) (0,457%)	7,98 lb/MSF)(0,0390 kg/m ²) (0,688%)	7,18 lb/MSF) (0,0351 kg/m ²) (0,592%)	8,99 lb/MSF)(0,0439 kg/m ²) (0,803%)
	Almidón corriente (lb/MSF)	5,0 lb/MSF)(0,024 kg/m ²) (0,38%)	0	4,6 lb/MSF) (0,022 kg/m ²) (0,38%)	0
10	Almidón de maíz pregelatinizado (lb/MSF)	2,0 lb/MSF)(0,0098 kg/m ²) (0,15%)	10 lb/MSF)(0,05 kg/m ²) (0,86%)	2,5 lb/MSF) (0,012 kg/m ²) (0,21%)	9,0 lb/MSF)(0,044 kg/m ²) (0,80%)
	Trimetafosfato de sodio (lb/MSF)	0,7 lb/MSF)(0,003 kg/m ²) (0,05%)	2,0 lb/MSF)(0,0098 kg/m ²) (0,17%)	0,6 lb/MSF) (0,003 kg/m ²) (0,05%)	1,6 lb/MSF)(0,0078 kg/m ²) (0,14%)
	Ratio agua/estuco total (w/s)	0,79	0,77	0,86	0,84
15	Resultados de ensayo de formulación de ensayo				
	Peso del panel en seco (lb/MSF)	1619 lb/MSF) (7,91 kg/m ²)	1456lb/MSF) (7,12 kg/m ²)	1553 lb/MSF) (7,58 kg/m ²)	1443 lb/MSF) (7,05 kg/m ²)
20	Resistencia a extracción de clavos (lb)	81,5 [†] lb (37,0 kg)	82,4 lb (37,4 kg)	80,7 lb (36,6 kg)	80,4 lb (36,5 kg)
	Resistencia a flexión, media (MD) (lb)	41,7 lb (18,9 kg)	43,7lb (19,8 kg)	44,8 lb (20,3 kg)	46,9 lb (21,3 kg)
	Resistencia a flexión, media (XMD) (lb)	134,1 lb (60,83 kg)	135,5 lb (61,46 kg)	146 lb (66,2 kg)	137,2 lb (62,23 kg)
25	Carga de unión ² humidificada, media (lb)	19,2 lb (8,71 kg)	17,7 lb (8,03 kg)	20,9 lb (9,48 kg)	19,1 lb (8,66 kg)
	Fallo de unión ^{2,3} humidificada (%)	1,6	0,1	0,5	0
30	[†] Estándar ASTM: 77 lb (35 kg) MD: dirección de la máquina XMD: transversal a la dirección de la máquina ¹ DILOFLO es una solución de naftalensulfonato en agua al 45% ² 90°F (32,22°C)/ 90% humedad relativa ³ Se comprende bien que bajo estas condiciones de ensayo, los porcentajes de índices de fallo < 50% resultan aceptables.				

[0049] Como se ilustra en la Tabla 5, los paneles de ensayo 1 y 2 se realizaron a partir de una lechada que tenía cantidades sustancialmente aumentadas de almidón, dispersante DILOFLO, y trimetafosfato de sodio, mientras se disminuye ligeramente la ratio w/s, en comparación con los paneles de control. Sin embargo, la resistencia medida mediante ensayos de flexión y resistencia a la extracción de clavos se mantuvo o mejoró, y el peso del panel se redujo de manera significativa. Por lo tanto, en este ejemplo de un modo de realización de la invención, la nueva formulación (como, por ejemplo, panel de ensayo 1 y 2) puede proporcionar mayor trimetafosfato y almidón formulado en una lechada útil y fluida, mientras se mantiene sustancialmente la misma ratio w/s y una resistencia adecuada.

EJEMPLO 6

Ensayos de producción en planta de panel de yeso para paredes ultra ligeros de 1/2 pulgada (1,3 cm) (Ejemplo no conforme a la presente invención)

[0050] Se llevaron a cabo ensayos adicionales (paneles de ensayo 3 y 4) usando la Formulación B (Ejemplo 1) como en el Ejemplo 2, excepto que el almidón de maíz pregelatinizado se preparó con agua a una concentración del 10% (preparación de almidón húmeda) y se utilizó una mezcla de jabones HYONIC 25 AS and PFM 33 (disponibles en GEO Specialty Chemicals, Lafayette, Indiana). Por ejemplo, el panel de ensayo 3 se preparó con una mezcla de HYONIC 25 AS y PFM 33 oscilando entre 65-70% en peso de 25 AS, y el resto PFM 33. Por ejemplo, el panel de ensayo 4 se preparó con una mezcla 70/30 peso/peso de HYONIC 25AS/HYONIC PFM 33. Los resultados del ensayo se muestran en la Tabla 6 a continuación.

TABLA 6

Resultado de pruebas de laboratorio	Panel de ensayo 3 (Formulación B más mezcla de jabón HYONIC 65/35) (n = 12)	Panel de ensayo 4 (Formulación B más mezcla de jabón HYONIC 70/30) (n = 34)*
Peso de panel (lb/MSF)	1106 lb/MSF (5,40 kg/m ²)	1013 lb/MSF (4,95 kg/m ²)
Resistencia a extracción de clavos ^a (lb)	85,5 lb (38,8 kg)	80,3 lb (36,4 kg)
Dureza del núcleo ^b (lb)	> 15 lb (> 6,8 kg)	12,4 lb (5,6 kg)
Resistencia a flexión, media ^c (MD) (lb)	55,6 lb (25,2 kg)	60,3 ¹ lb (27,4 kg)
Resistencia a flexión, media (XMD) (lb)	140,1 lb (63,6 kg)	142,3 ¹ lb (64,6 kg)
* Excepto lo señalado. ¹ n = 4 MD: dirección de la máquina XMD: transversal a la dirección de la máquina ^a Estándar ASTM: 77 lb (35 kg) ^b Estándar ASTM: 11 lb (5 kg) ^c Estándar ASTM: 36 lb (16 kg) ^d Estándar ASTM: 107 lb (48,5 kg)		

[0051] Como se ilustra en la Tabla 6, las características de resistencia medidas mediante extracción de clavos y dureza del núcleo se encontraban por encima del estándar ASTM. También se midió que la resistencia a flexión superaba el estándar ASTM. De nuevo, en este ejemplo de un modo de realización de la invención, la nueva formulación (como, por ejemplo, panel de ensayo 3 y 4) puede proporcionar mayor trimetafosfato y almidón formulado en una lechada útil y fluida, mientras se mantiene una resistencia adecuada.

EJEMPLO 7

[0052] Cálculo del porcentaje de volumen de huecos en núcleo de panel de yeso para paredes de 1/2 pulgada (1,3 cm) de grosor en función del peso del panel y los resultados de corte de sierra (Ejemplo no conforme a la presente invención)

[0053] Se llevaron a cabo ensayos adicionales para determinar las densidades y volúmenes de huecos (paneles de ensayo n° 5 a 13) utilizando la Formulación B (Ejemplo 1) como en el Ejemplo 2, excepto que el almidón de maíz pregelatinizado se preparó con agua a una concentración del 10% (preparación de almidón húmedo), se utilizó 0,5% fibra de vidrio, y se utilizó naftalensulfonato (DILOFLO) a un nivel de 1,2% en peso como una solución acuosa al 45%. La espuma de jabón se produjo utilizando un generador de espuma de jabón y se introdujo en la lechada de yeso en una cantidad efectiva para proporcionar las densidades deseadas. En el presente ejemplo, se utilizó jabón a un nivel de 0,25 lb/MSF (0,0012 kg/m²) a 0,45 lb/MSF (0,0022 kg/m²). Es decir, el uso de espuma de jabón se aumentó o disminuyó según fuera adecuado. En cada ejemplo, el grosor del panel para paredes era de 1/2 pulgada (1,3 cm), y el volumen de núcleo se asumió uniforme a 39,1 ft³/MSF (0,0119 m³/m²). Se midieron los volúmenes de huecos a través de las muestras de panel para paredes de 4 pies (1,2 m) de ancho de las cuales se quitó el papel frontal y trasero. Los papeles frontal y trasero pueden tener un grosor en el rango de 11-18 mil (0,28-0,46 mm) (cada lado). Los tamaños de poro/volúmenes de hueco y distribución de tamaño de poro se determinaron mediante microscopía electrónica de barrido y tecnología de barrido TC por rayos X (XMT, por sus siglas en inglés).

TABLA 7

	Panel de ensayo n°	Peso de panel (lb/MSF)	Volumen de hueco de espuma ¹ (ft ³ /MSF)	Distribución de tamaño de poro de espuma (%)†	Volumen de hueco evaporativo ² (ft ³ /MSF)	Distribución de tamaño de poro evap. (%)†	Volumen de hueco en núcleo total ³ (%)	Densidad de núcleo de panel (pcf) ⁴
5	5	1600-1700 (Control) (7,8-8,3 kg/m ²)	15 (0,0046 m ³ /m ²)	54	12,7 (0,00387 m ³ /m ²)	46	70,8	39-41 (620-660 kg/m ³)
	6	1400 (6,8 kg/m ²)	19,6 (0,00597 m ³ /m ²)	66	10,3 (0,00313 m ³ /m ²)	34	76,5	34 (540 kg/m ³)
10	7	1300 (6,3 kg/m ²)	21,1 (0,00643 m ³ /m ²)	69	9,4 (0,0029 m ³ /m ²)	31	78,0	31 (500 kg/m ³)
	8	1200 (5,9 kg/m ²)	20,9 (0,00637 m ³ /m ²)	68	10,0 (0,00305 m ³ /m ²)	32	79,0	28 (450 kg/m ³)
	9	1100 (5,4 kg/m ²)	21,1 (0,00643 m ³ /m ²)	67	10,4 (0,00317 m ³ /m ²)	33	80,6	26 (420 kg/m ³)
15	10	1000 (5 kg/m ²)	20,9 (0,00637 m ³ /m ²)	65	11,1 (0,00338 m ³ /m ²)	35	81,8	23 (370 kg/m ³)
	11	900 (4,4 kg/m ²)	23,4 (0,00713 m ³ /m ²)	71	9,5 (0,0029 m ³ /m ²)	29	84,1	21 (340 kg/m ³)
	12	800 (3,9 kg/m ²)	25,5 (0,00777 m ³ /m ²)	76	8,1 (0,0025 m ³ /m ²)	24	85,9	18(290 kg/m ³)
20	13	500 (2,4 kg/m ²)	31,5 (0,00960 m ³ /m ²)	88	4,5 (0,0014 m ³ /m ²)	12	92,1	10(160 kg/m ³)
25	¹ Huecos de aire (burbujas) > 10 micras ² Huecos de agua > 5 micras ³ Basado en vol. núcleo uniforme = 39,1 ft ³ /MSF (0,0119 m ³ /m ²); a saber, volumen de hueco en núcleo total = vol. hueco de espuma + vol. hueco evaporativo/ 39,1 x 100 ⁴ Basado en vol. de núcleo uniforme = 39,1 ft ³ /MSF (0,0119 m ³ /m ²); a saber, densidad de núcleo de panel (pcf) = peso de panel (lb/MSF) - peso de láminas de cubierta de papel (lb/MSF)/ 39,1 ft ³ /MSF = peso de panel (lb/MSF) - 90 lb/MSF/ 39,1 ft ³ /MSF ((0,4 kg/m ²)/(0,0119 m ³ /m ²)) † Porcentaje de huecos medidos totales							

[0054] Como se ilustra en la Tabla 7, se realizaron muestras de panel de ensayo que tienen volúmenes de hueco de núcleo totales que oscilan entre 79,0% y 92,1%, que corresponden a densidades de núcleo del panel que oscilan entre 28 pcf (450 kg/m³) hasta 10 pcf (160 kg/m³), respectivamente. Como ejemplo, el corte de sierra del panel de ensayo 10, que tiene un volumen de hueco de núcleo total de 81,8% y una densidad de núcleo del panel de 23 pcf (370 kg/m³), generó aproximadamente un 30% menos de polvo que el panel de control. Como ejemplo adicional, si se realizaran paneles para paredes con una formulación convencional con menos aglutinante (como almidón con o sin dispersante) que tuvieran significativamente menos de un 75 - 80% de volumen de hueco de núcleo total, se esperaría una generación de polvo notablemente mayor en el corte, serrado, encaminamiento, rotura, clavado o enroscado, o perforado. Por ejemplo, los paneles para paredes convencionales pueden generar fragmentos de polvo al cortar con sierra que tienen un diámetro medio de 20-30

micras, y un diámetro mínimo de 1 micra. Por el contrario, los paneles de yeso para paredes de la presente invención generarán fragmentos de polvo al cortar con sierra que tienen un diámetro medio de 30-50 micras, y un diámetro mínimo de 2 micras; el marcar/partir producirá fragmentos incluso mayores.

[0055] Se ha demostrado que la combinación de diversos componentes esenciales utilizada para producir la lechada que contiene yeso, a saber: estuco, dispersante naftalensulfonato, almidón de maíz pregelatinizado, trimetafosfato de sodio y fibras de vidrio y/o papel, en combinación con una cantidad suficiente y efectiva de espuma de jabón, puede tener un efecto sinérgico en la producción de un panel de yeso para paredes de baja densidad útil que también reduce drásticamente la formación de polvo de yeso durante el corte con cuchilla, corte con sierra, marcado/rotura, perforación y manejo del panel normal.

EJEMPLO 8

Captura de polvo en panel de yeso para paredes de bajo polvo (Ejemplo no conforme a la invención)

[0056] Si se prepara un panel para paredes según lo descrito en la presente invención como en el Ejemplo 7, se espera que el polvo de yeso producido al trabajar el panel comprenderá al menos 50% en peso de fragmentos de yeso mayores de 10 micras en diámetro. Al menos 30% o más del polvo total generado al trabajar el panel mediante corte, serrado, encaminamiento, marcado/rotura, clavado o enroscado y perforado, quedaría capturado.

EJEMPLO 9

Formulación de ensayo de producción en planta de paneles de yeso para paredes ligeros de 1/2 pulgada (1,3 cm) adicional

[0057] Se prepararon formulaciones de lechada adicionales (Ensayo 14) como se muestra en la Tabla 8 a continuación. Las formulaciones de lechada de la Tabla 8 incluyen los componentes principales de las lechadas. Los valores entre paréntesis están expresados en porcentaje en peso basado en el peso de estuco seco.

TABLA 8

Parámetro/componente de formulación de ensayo	Ensayo de formulación en planta 14	Formulación de control
Estuco seco (lb/MSF)	925 (4,52 kg/m ²)	925 (4,52 kg/m ²)
DILOFLO ¹ (lb/MSF)	14 (1,5%) (0,068 kg/m ²)	14 (1,5%) (0,068 kg/m ²)
Almidón hidroxietilado	26 (2,8%) (0,13 kg/m ²)	0
Almidón de maíz pregelatinizado (lb/MSF)	0	26 (2,8%) (0,13 kg/m ²)
Trimetafosfato de sodio (lb/MSF)	2,78 (0,30%) (0,0136 kg/m ²)	2,78 (0,30%) (0,0136 kg/m ²)
Fibra de vidrio (lb/MSF)	2,0 (0,22%) (0,0098 kg/m ²)	2,0 (0,22%) (0,0098 kg/m ²)
Acelerador resistente al calor (lb/MSF)	13 (1,4%) (0,063 kg/m ²)	13 (1,4%) (0,063 kg/m ²)
Mezcla de jabón ² (lb/MSF)	0,42 (0,045%) (0,0021 kg/m ²)	0,42 (0,045%) (0,0021 kg/m ²)
Ratio agua/estuco total (w/s)	0,76	0,88
¹ DILOFLO es una solución de naftalensulfonato en agua al 45% ² 85/15 peso/peso mezcla de jabones HYONIC 25 AS y PFM 33. Obsérvese que durante el proceso de fabricación dinámico, la ratio de jabón puede oscilar entre 70/30 en adelante hasta un rango objetivo deseado, p.ej., de 70/30 a 80/20 a 85/15 o hasta 90/10.		

[0058] Como se muestra en la Tabla 8, la formulación de lechada del ensayo 14 tiene una demanda de agua significativamente menor, y una fluidez significativamente mejorada, ya que la WSR era 0,8. Para la formulación de control, la WSR requerida oscilaba entre 0,88 y 0,90. Por lo tanto, la demanda de agua en la composición de lechada del ensayo 14 era un 10% inferior a la de la lechada de control que contenía almidón de maíz pregelatinizado.

EJEMPLO 10

Ensayos de producción en planta de paneles de yeso para paredes ligeros de 1/2 pulgada (1,3 cm) adicionales

[0059] Los paneles de muestra se realizaron utilizando las formulaciones del Ejemplo 9, y se sometieron a ensayo las características de resistencia.

TABLA 9

Resultados de ensayo de formulación de ensayo	Panel de ensayo de formulación en planta 14	Panel de formulación de control
Peso de panel seco (lb/MSF)	1211 (5,91 kg/m ²)	1206 (5,89 kg/m ²)
Resistencia a extracción de clavos (lb)	80,8 (36,7 kg)	73,7 (33,4 kg)

[0060] Como se muestra en la Tabla 9, los paneles para paredes del ensayo 14 que tienen almidón hidroxietilado presentan un rendimiento frente a extracción de clavos significativamente mejorado.

EJEMPLO 11

Análisis de alcoxilo de almidones representativos

[0061] Las muestras de almidón como en la Tabla 10 se sometieron a ensayo de sustitución alcoxilo del esqueleto de celulosa, utilizando un modelo Agilent GC-MS n° 6890N/5973I. El análisis de alcoxilo se llevó a cabo utilizando la reacción Zeisel clásica con los yoduros de los grupos alcoxilo siendo determinados mediante espectroscopia de masas - cromatografía de gases.

TABLA 10

	<i>Recuentos</i>	<i>de área</i>	<i>integrados</i>		
Muestra	metoxilo	etoxilo	1-propoxilo	iso-propoxilo	tolueno
Almidón de maíz hidroxietilado	30680	492017	3773	5632	12826464
Almidón de maíz pregelatinizado	66856	16691	15623	8856	13228883
Almidón ácido modificado LC-211 ¹	64203	16166	21320	1493	13197117
¹ Disponible en ADM Company, Decatur, Illinois.					

EJEMPLO 12.

Resultados de ensayos de viscosidad y ensayos de formación de película (Ejemplo no conforme a la presente invención)

[0062] Se prepararon muestras acuosas para su ensayo como se muestra en la Tabla 11 de la siguiente manera: los componentes fueron suspendidos en agua desionizada (250 g). Se llevó a cabo su cocción calentando una placa calefactora convencional con agitador magnético hasta que se alcanzó una temperatura de 240-247° F (116-119° C). Tras la cocción, se midió la viscosidad como se indica en la Tabla 11. A continuación, se secó una muestra de 20 g de suspensión calentada en un plato de pesaje durante la noche a 112-116° F (44,4-46,7° C) para formar las películas de ensayo de la Tabla 11.

TABLA 11

Muestra n°	Cantidad de componente (g)	Viscosidad media de la suspensión no cocinada (mPa) ¹	Viscosidad media de la suspensión cocinada (mPa) ¹	Características de resistencia de la película
1	Almidón hidroxietilado (16,6)	7	29	La más blanda y flexible
2	Almidón hidroxietilado (16,6) y dispersante DAXAD ² (8,6)	7	27	Ligeramente más dura y ligeramente menos flexible
3	Almidón hidroxietilado (16,6) y STMP (1,6)	7	28	Ligeramente más dura y ligeramente menos flexible
4	Almidón hidroxietilado (16,6), dispersante DAXAD ² (8,6) y STMP (1,6)	8	32	Combinación ideal de dureza y flexibilidad
5	Almidón de maíz pregelatinizado (16,6)	34	38	Muy duro y menos flexible que las muestras anteriores
STMP: trimetafosfato de sodio ¹ Viscosidad Brookfield (eje n°2 a 50 rpm) ² DAXAD es una solución de naftalensulfonato en agua al 45%				

[0063] Como se muestra en la Tabla 11, la muestra 4 como suspensión no cocida muestra una destacada reducción de la viscosidad del 75% en comparación con la muestra 5. Además, la muestra 4 también muestra excelentes características de formación de película en términos de dureza y flexibilidad. Estas características de formación de película producen una notable mejora en los resultados de extracción de clavos en el panel para paredes utilizando la combinación señalada de un almidón hidroxietilado, un dispersante naftalensulfonato y trimetafosfato de sodio.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Una lechada que contiene yeso que comprende: agua, estuco, un almidón hidroxietilado, trimetafosfato de sodio y un dispersante naftalensulfonato, donde el almidón hidroxietilado está presente en una cantidad del 0,5% en peso al 10% en peso basado en el peso de estuco, donde el dispersante naftalensulfonato está presente en una cantidad del 0,1% al 3,0% en peso basado en el peso de estuco, y donde el trimetafosfato de sodio está presente en una cantidad del 0,1% al 0,4% en peso basado en el peso de estuco.
- 10 **2.** La lechada que contiene yeso de la reivindicación 1, donde el dispersante naftalensulfonato está presente en una cantidad del 0,5% al 1,5% en peso basado en el peso de estuco.
- 10 **3.** La lechada que contiene yeso de la reivindicación 1 o 2, donde el dispersante naftalensulfonato está en forma de una solución acuosa que contiene de un 40% a un 45% en peso de naftalensulfonato y la solución acuosa está presente en una cantidad del 0.5% al 3,0% en peso basado en el peso de estuco.
- 15 **4.** La lechada que contiene yeso de la reivindicación 3, donde el almidón hidroxietilado está presente en una cantidad del 3% en peso basado en el peso de estuco, donde el trimetafosfato de sodio está presente en una cantidad del 0,3% en peso basado en el peso de estuco, y donde el dispersante naftalensulfonato está en forma de una solución acuosa que contiene de un 40% a un 45% en peso de naftalensulfonato y la solución acuosa está presente en una cantidad del 1,5% en peso basado en el peso de estuco.
- 20 **5.** Un panel de yeso para paredes de alta resistencia ligero que comprende:
una composición de yeso endurecida formada entre dos láminas de cubierta sustancialmente paralelas,
la composición de yeso endurecida realizada utilizando una lechada que contiene yeso de la
reivindicación 1.
- 25 **6.** El panel de yeso para paredes de alta resistencia ligero de la reivindicación 5, donde el dispersante naftalensulfonato está en forma de una solución acuosa que contiene de un 40% a un 45% en peso de naftalensulfonato y la solución acuosa está presente en una cantidad del 0,5% al 2,5% en peso basado en el peso de estuco.
- 25 **7.** El panel de yeso para paredes de alta resistencia ligero de la reivindicación 5, donde el almidón hidroxietilado está presente en una cantidad del 3% en peso basado en el peso de estuco.
- 30 **8.** El panel de yeso para paredes de alta resistencia ligero de la reivindicación 5, donde el panel para paredes tiene un peso seco de 1000 lb/MSF (4,9 kg/m²) a 1400 lb/MSF (6,8 kg/m²).
- 30 **9.** El panel de yeso para paredes de alta resistencia ligero de la reivindicación 5, donde el panel para paredes tiene un peso seco de 1200 lb/MSF (5,8 kg/m²).
- 35 **10.** El panel de yeso para paredes de alta resistencia ligero de la reivindicación 5, donde la ratio agua/estuco es 0,8.