

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 242**

51 Int. Cl.:

C04B 18/14 (2006.01)

C04B 22/06 (2006.01)

C04B 22/08 (2006.01)

C04B 28/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2008 PCT/US2008/083463**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2009 WO09064929**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2008 E 08850384 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018 EP 2220010**

54 Título: **Método de fabricación de paneles de pared de baja energía incorporada**

30 Prioridad:

16.11.2007 US 988744 P
31.03.2008 US 60196

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.06.2018

73 Titular/es:

SERIOUS MATERIALS, INC. (100.0%)
1250 Elko Drive
Sunnyvale, CA 94089, US

72 Inventor/es:

SURACE, KEVIN;
WARE, MEREDITH;
HOOVER, DENISE;
HAN, JIAPING y
CHEN, TIANDAN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 674 242 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

Método de fabricación de paneles de pared de baja energía incorporada

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a procesos para fabricar composiciones de núcleos de paneles de pared. Más específicamente, la invención proporciona procesos que reducen la energía requerida para fabricar paneles de pared cuando se compara con la energía requerida para fabricar paneles de pared de yeso tradicionales.

10

Antecedentes de la invención

El panel de pared de yeso se usa en la construcción de edificios residenciales y comerciales para formar paredes y techos interiores y también paredes exteriores en ciertas situaciones. Debido a que es relativamente fácil de instalar y requiere un acabado mínimo, el panel de pared de yeso es el material preferido que se usa con este fin en la construcción de viviendas y oficinas.

15

El panel de pared de yeso consiste en un núcleo endurecido que contiene yeso revestido con papel u otro material fibroso adecuado para recibir un recubrimiento como la pintura. Es habitual fabricar paneles de pared de yeso colocando una suspensión de núcleo acuosa compuesta predominantemente de yeso calcinado entre dos láminas de papel, formando de este modo una estructura interlaminar. En la técnica se conocen diversos tipos de papel de cubierta o miembros de funcionamiento similar. Se requiere que la suspensión de núcleo de yeso acuosa fragüe o se endurezca por rehidratación del yeso calcinado, normalmente seguido de un tratamiento térmico en una secadora para eliminar el exceso de agua. Después de que la suspensión de yeso haya fraguado (es decir, haya reaccionado con el agua presente en la suspensión acuosa) y se haya secado, la lámina formada se corta a los tamaños requeridos. Los métodos para la producción de paneles de pared de yeso se conocen bien en la técnica.

20

25

Un proceso convencional para fabricar la composición de núcleo del panel de pared de yeso inicialmente incluye la premezcla de ingredientes secos en un aparato de mezcla continua de alta velocidad. Los ingredientes secos a menudo incluyen sulfato de calcio hemihidratado (estuco), un acelerante y un antidesecante (por ejemplo, almidón). Los ingredientes secos se mezclan junto con una parte "húmeda" (acuosa) de la composición de núcleo en un aparato mezclador. La parte húmeda puede incluir un primer componente que incluye una mezcla de agua, pulpa de papel y, opcionalmente, uno o más agentes que aumentan la fluidez, y un retardante de fraguado. La solución de pulpa de papel proporciona una parte principal del agua que forma la suspensión de yeso de la composición de núcleo. Un segundo componente húmedo puede incluir una mezcla del agente de refuerzo mencionado anteriormente, espuma y otros aditivos convencionales, si se desea. Juntas, las partes secas y húmedas mencionadas anteriormente comprenden la suspensión acuosa de yeso que finalmente forma un núcleo de panel de pared de yeso.

30

35

El ingrediente principal del núcleo de panel de pared de yeso es el sulfato de calcio hemihidratado, habitualmente denominado "yeso calcinado", "estuco" o "yeso París". El estuco tiene una serie de propiedades físicas deseables que incluyen, pero sin limitarse a, resistencia al fuego, estabilidad dimensional térmica e hidrométrica, resistencia a la compresión y pH neutro. Habitualmente, el estuco se prepara secando, moliendo y calcinando roca de yeso natural (es decir, sulfato de calcio dihidratado). La etapa de secado en la fabricación de estuco incluye pasar roca de yeso crudo a través de un horno rotatorio para eliminar la humedad presente en la roca procedente de la lluvia o la nieve, por ejemplo. A continuación, la roca seca se muele a la finura deseada. El yeso seco y molido puede denominarse "yeso de tierra" independientemente del uso que se le dé. El yeso de tierra se utiliza como alimento para los procesos de calcinación para la conversión a estuco.

40

45

La etapa de calcinación (o deshidratación) en la fabricación de estuco se realiza calentando el yeso de tierra que produce sulfato de calcio hemihidratado (estuco) y vapor de agua. Esta etapa de proceso de calcinación se realiza en un "calcinador", del que existen varios tipos conocidos por los expertos en la materia. El proceso de calcinación en sí mismo consume mucha energía. Se han descrito varios métodos para calcinar yeso usando un aparato de una sola y múltiples etapas, como se describe en la patente de Estados Unidos n.º 5.954.497.

50

55

El yeso calcinado reacciona directamente con el agua y puede "fraguar" cuando se mezcla con agua en las proporciones adecuadas.

60

65

Durante la fabricación convencional de paneles de yeso, la suspensión de yeso se deposita sobre un sustrato de papel en movimiento (o fibra de vidrio mate). La suspensión de yeso puede consistir en varios aditivos para reducir el peso y añadir otras propiedades. El papel en movimiento o el propio sustrato se soporta en una larga correa en movimiento. A continuación, se aplica un segundo sustrato de papel en la parte superior de la suspensión para constituir la segunda cara del panel de yeso y la estructura interlaminar se pasa a través de una estación de formación, que determina la anchura y el espesor del panel de yeso. En tal operación continua, la suspensión de yeso comienza a fraguar después de pasar a través de la estación de formación. Cuando se ha producido el fraguado suficiente, el panel se corta en longitudes comercialmente aceptables y, a continuación, se pasa a una

secadora de láminas. A continuación, el panel se recorta si se desea, se embala, se empaqueta, se envía y se almacena antes de la venta.

La mayoría de los paneles de pared de yeso se venden en láminas que miden 1,22 m (cuatro pies) de ancho y 2,44 m (ocho pies) de largo. El espesor de las láminas varía de 0,64 cm (un cuarto de pulgada) a 2,54 cm (una pulgada), dependiendo del uso y la aplicación específicos, con un espesor habitual de 1,27 cm (1/2 pulgada) o 1,59 cm (5/8 de pulgada). Se produce una diversidad de tamaños de lámina y espesores de paneles de pared de yeso para diversas aplicaciones. Dichos paneles son fáciles de usar y pueden marcarse y quebrarse convenientemente para romperlos en líneas relativamente limpias.

El proceso para fabricar paneles de pared de yeso tiene, en algunos casos, más de 100 años. Se desarrolló en un momento en el que la energía era abundante y barata, y se desconocían los problemas de los gases de efecto invernadero. Esta es una consideración importante. Aunque la tecnología de paneles de pared de yeso ha mejorado a lo largo de los años para incluir la resistencia al fuego como un atributo de ciertos paneles de pared, y las pruebas de paneles de pared de yeso se han estandarizado (como en el método de prueba estandarizado C1396 de la Sociedad americana de pruebas y materiales), hubo pocos cambios en las principales etapas de fabricación, y la mayoría de los paneles de pared todavía están fabricados de yeso calcinado.

Como se muestra en la figura 1, que representa las principales etapas en un proceso habitual para fabricar paneles de pared de yeso, la producción de paneles de pared de yeso requiere una energía significativa. La expresión "energía incorporada" usada en el presente documento puede definirse como la energía total requerida para producir un producto a partir de la etapa de materias primas a través de la entrega del producto terminado. Como se muestra en la figura 1, tres de las etapas ilustradas (etapa 102: secar yeso, etapa 103: calcinar yeso, etapa 106: secar los paneles) en la fabricación de paneles de pared de yeso requieren una energía considerable. Por lo tanto, la energía incorporada del yeso y los gases de efecto invernadero resultantes emitidos en su fabricación son muy altos. Sin embargo, en la actualidad existen pocos materiales de construcción diferentes para reemplazar los paneles de pared de yeso.

La energía se usa durante todo el proceso de yeso. Después de extraer la roca de yeso de la tierra, debe secarse, habitualmente en una secadora rotatoria o de secado rápido. A continuación, debe triturarse y a continuación calcinarse (aunque a menudo la trituración se produce antes del secado). Todos estos procesos requieren una cantidad de energía significativa solo para preparar el yeso para su uso en el proceso de fabricación. Después de haberse calcinado, habitualmente se mezcla con agua para formar una suspensión que comienza a fraguar, después de lo cual los paneles (cortados de la suspensión fraguada) se secan en grandes secadoras de paneles durante aproximadamente 40 a 60 minutos para evaporar el agua residual usando una cantidad de energía significativa. A menudo, es necesario volver a secar hasta una libra (1 lb) por pie cuadrado de agua del panel de yeso antes del empaque. Por lo tanto, sería muy deseable reducir la energía incorporada total del panel de pared de yeso, reduciendo de este modo los costes de energía y los gases de efecto invernadero.

Los gases de efecto invernadero, en particular el CO₂, se producen a partir de la quema de combustibles fósiles y también como resultado de la calcinación de ciertos materiales. Por lo tanto, el proceso de fabricación de yeso genera cantidades significativas de gases de efecto invernadero debido a los requisitos del proceso.

De acuerdo con el Instituto nacional de estándares y tecnología (NIST - Departamento de Comercio de Estados Unidos), específicamente la norma NISTIR 6916, la fabricación de paneles de pared de yeso requiere 8.196 BTU por libra. Con un panel de yeso de 5/8 pulgadas de espesor promedio que pesa aproximadamente 75 libras, esto equivale a más de 600.000 BTU por energía incorporada total en el panel. Otras fuentes sugieren que la energía incorporada es mucho menor de 600.000 BTU por panel, y en una planta construida recientemente puede estar más cerca de 100.000 BTU por panel de 5/8 pulgadas de espesor. Aún así, esto es bastante significativo. Se ha estimado que la energía incorporada constituye más del 30 % del coste de fabricación. A medida que los costes de energía aumentan, y si se promulgan impuestos sobre el carbón, el coste de fabricación de los paneles de pared a partir de yeso calcinado seguirá aumentando directamente con el coste de la energía. Además, los productores de materiales tienen la responsabilidad de encontrar alternativas menos dependientes de la energía para productos ampliamente usados como parte de una iniciativa global para combatir el cambio climático.

El uso de energía en la fabricación de paneles de pared de yeso se ha estimado en un 1 % o más de todo el uso de energía industrial (en BTU) en los Estados Unidos. Con 30 a 40 mil millones de pies cuadrados de paneles de pared usados cada año en los Estados Unidos, pueden consumirse unos 200 billones de BTU en la fabricación de los mismos. Y como tal, más de 25 mil millones de libras de gases de efecto invernadero se liberan a la atmósfera a través de la quema de combustibles fósiles para soportar los procesos intensivos de calor, lo que daña el medio ambiente y contribuye al cambio climático global.

Como se ha mencionado anteriormente, el ingrediente principal del panel de pared de yeso es el sulfato de calcio hemihidratado (sulfato de calcio deshidratado antes de la calcinación), que en promedio es el 90-99 % del núcleo del panel de pared de yeso. El sulfato de calcio deshidratado o la roca de yeso en bruto se extrae directamente de la corteza terrestre, lo que requiere extracción, trituración y energía de transporte. Además, las crecientes

preocupaciones medioambientales requieren una fabricación responsable a través del uso de cualquier residuo postindustrial en lugar de recursos vírgenes como la roca de yeso extraída. Los subproductos reciclables existen en muchas industrias manufactureras, como la electricidad generada por carbón, diversos procesos de purificación de metales, la producción de perlita expandida y los hornos de cemento y cal, por nombrar algunos. Un aspecto importante de la reducción de la energía incorporada es la incorporación de residuos postindustriales en el núcleo del panel de pared, lo que reduce el uso de energía asociado con el relleno de terrenos y la eliminación de estos materiales no deseados.

Los esfuerzos previos en la fabricación de yeso se centraron, en general, en reducir el peso del panel de yeso, aumentar su resistencia o, en menor medida, reducir el uso de energía. Por ejemplo, en la patente de Estados Unidos n.º 6.699.426, se describe un método que usa aditivos en paneles de yeso para reducir el tiempo de secado y, por lo tanto, reducir el uso de energía en la etapa de secado. En general, estos intentos asumen explícitamente el uso de yeso calcinado (ya sea natural o sintético), puesto que los fabricantes de paneles de pared de yeso descubrieron que rediseñar los materiales y los procedimientos de extracción desde cero potencialmente podría desperdiciar miles de millones de dólares en infraestructura y conocimientos, y dejaría sus minas de yeso sin valor.

El documento US 4.708.910 describe materiales compuestos de madera resistentes al fuego, incluidos los paneles de pared, y procesos para fabricar los mismos. El documento US 6.200.379 describe materiales compuestos de cenizas volantes, libres de yeso, y procesos para la fabricación de los mismos. El documento WO 00/28809 describe composiciones de paneles de pared con yeso reducido así como composiciones de paneles de pared libres de yeso y procesos para fabricar los mismos. En una realización, un panel de pared se fabrica a partir de perlita expandida ("grado de hormigón", finos de perlita ("grado Pff24")), silicato de sodio, poliuretano y agua.

Por lo tanto, teniendo en cuenta las preocupaciones sobre el cambio climático, sería deseable fabricar un panel de pared que requiera un uso de energía mucho menor durante la fabricación. También existe la necesidad de reducir sustancialmente o eliminar las etapas de calcinación y secado con uso intensivo de energía que son habituales en la fabricación de paneles de pared de yeso.

Sumario de la invención

La invención proporciona métodos de fabricación de paneles de pared sustancialmente libres de yeso de acuerdo con la reivindicación 1. Diversos aspectos de la invención descritos en el presente documento pueden aplicarse a las aplicaciones específicas expuestas a continuación. Debe entenderse que diferentes aspectos de la invención pueden apreciarse individualmente, conjuntamente o unos en combinación con otros.

De acuerdo con la presente invención, se proporcionan nuevos métodos de fabricación de paneles de pared sustancialmente libres de yeso. Estas estructuras pueden describirse como paneles de pared de baja energía incorporada que pueden proporcionar soluciones ecológicas a la demanda cada vez mayor de materiales de edificación y construcción sostenibles. Los paneles de pared ecológicos resultantes descritos en el presente documento pueden reemplazar los paneles de pared de yeso (denominados paneles de yeso o paneles de escayola) o paneles de cemento resistentes al agua en la mayoría de las aplicaciones. Aunque no caigan dentro del alcance de la invención reivindicada, los métodos descritos en el presente documento pueden aplicarse y usarse para fabricar otros materiales de construcción tales como tejas, azulejos, baldosas, revestimientos, paneles de cemento, bloques de mampostería y otros materiales de construcción similares.

El panel de pared producido por el método de la reivindicación 1 comprende al menos un producto residual postindustrial, siendo dicho producto residual postindustrial un subproducto de perlita expandida, y también la adición de al menos un modificador de pH.

En el presente documento, se describen paneles de pared o paneles de pared de subproductos sustancialmente libres de yeso. Dichos paneles de pared pueden formarse a partir de las composiciones o subproductos residuales industriales descritos en el presente documento. Aunque ciertos materiales en bruto o de partida para los paneles de pared pueden contener cantidades relativamente bajas de yeso, las mezclas finales y los productos finales de paneles de pared pueden no contener cantidades detectables de yeso. Otros paneles de pared descritos en el presente documento pueden incluir menos de aproximadamente un 1 % de contenido de yeso que puede variar dependiendo de la precisión y la resolución del aparato de medición basado en la difracción de rayos X (XRD) y otras técnicas.

En cada una de las realizaciones de la presente invención, pueden añadirse cenizas volantes a los productos residuales postindustriales si se desea. Habitualmente, las cenizas volantes serán menos del cincuenta por ciento (50 %) en peso del total de los constituyentes en el panel de pared.

Los paneles de pared descritos en el presente documento se fabrican con una reducción significativa en la energía incorporada asociada con los paneles de pared, por lo que se reducen sustancialmente las emisiones de gases de efecto invernadero que dañan el medio ambiente.

Otros objetivos y ventajas de la invención se apreciarán y comprenderán mejor cuando se consideren junto con la siguiente descripción y los dibujos adjuntos. Aunque la siguiente descripción puede contener detalles específicos que describen realizaciones específicas de la invención, esto no debe interpretarse como una limitación del alcance de la invención, sino más bien como una ejemplificación de las realizaciones preferidas.

La presente invención se entenderá completamente a la luz de la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra ciertas etapas estándar de fabricación de paneles de cartón yeso, específicamente aquellas que consumen cantidades sustanciales de energía.

La figura 2 muestra una vista general de las etapas para fabricar paneles de pared de baja energía incorporada proporcionados de acuerdo con la invención que requieren poca energía o sustancialmente menos energía en comparación con los paneles de cartón yeso tradicionales.

Descripción detallada de la invención

La siguiente descripción detallada de las realizaciones de la invención es solo ilustrativa. Otras realizaciones serán evidentes para los expertos en la materia a la vista de la presente descripción.

Los nuevos procesos que se describen en el presente documento para fabricar paneles de pared y/u otros materiales de construcción eliminan los procesos y materiales de la técnica anterior más intensivos en energía en la fabricación de paneles de pared de yeso u otros materiales de construcción, tales como la extracción, secado y calcinación de yeso y el secado de paneles o productos terminados. Estos nuevos procesos permiten que el panel de pared se forme a partir de materiales residuales postindustriales y materiales no calcinados que son abundantes y seguros y que pueden reaccionar de manera natural para formar un panel fuerte que también sea resistente al fuego. El panel de pared puede producirse para cumplir con los requisitos tanto interiores como exteriores. Aunque no estén dentro del alcance de la invención reivindicada, debe entenderse que los procesos descritos también pueden modificarse para fabricar otros materiales de construcción.

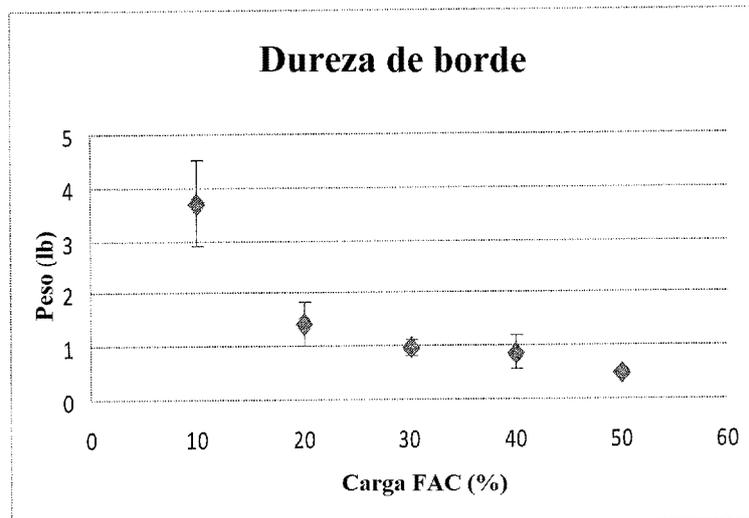
En el presente documento se describen paneles de pared de baja energía incorporada que contienen un núcleo que contiene más del 50 % de residuos postindustriales y un modificador de pH. La cantidad de residuos postindustriales puede ser mucho mayor que el 50 %, observándose que el ahorro de energía aumenta a medida que el contenido de material reciclado se acerca al 100 %. Los residuos postindustriales son subproductos de perlita expandida, pero también pueden incluir u obtenerse a partir de: cenizas volantes de tipo C (FAC), cenizas volantes de tipo F, cenizas volantes no categorizadas, escoria de acero, escoria de alto horno (BFS), otra escoria de purificación de metales, desulfuración de gases de combustión, polvo de horno de cal (LKD), polvo de horno de cemento o cualquier combinación de los mismos. Sin embargo, a medida que aumenta el contenido de residuos reciclados, se prefiere que el contenido de cenizas volantes de tipo C se mantenga por debajo del 50 %, debido a que las concentraciones más altas de cenizas volantes pueden degradar las propiedades físicas requeridas de las aplicaciones de paneles de pared. El uno o más modificadores de pH seleccionados para diversas realizaciones de la invención se seleccionan en el presente documento de los siguientes: óxido de calcio, óxido de magnesio, hidróxido de potasio, hidróxido de sodio, hidróxido de calcio, carbonato de calcio, carbonato de potasio, carbonato de sodio, sesquicarbonato de sodio, silicato de sodio, silicato de calcio, silicato de magnesio o aluminato de calcio.

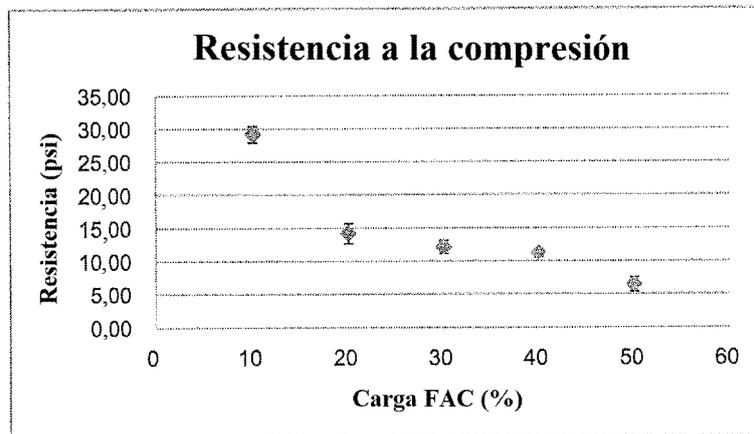
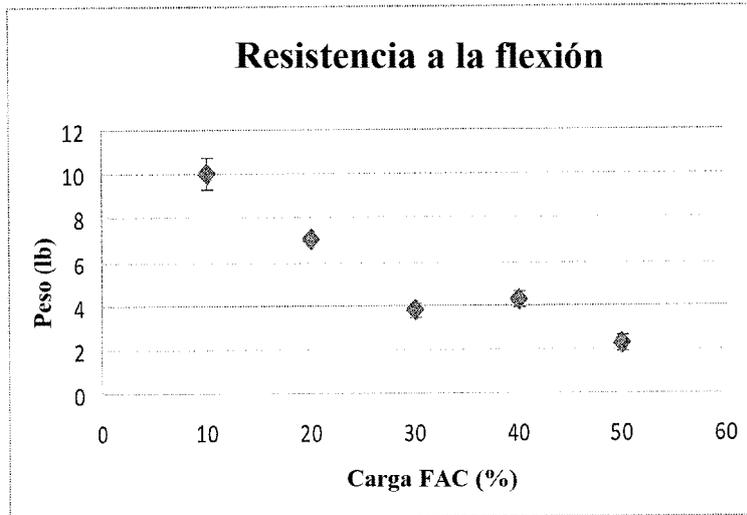
Diferentes aplicaciones y uso de residuos postindustriales como materiales

Varias patentes de Estados Unidos han descrito el uso de algunos de los residuos postindustriales mencionados anteriormente en el desarrollo de aplicaciones cementosas. Debe entenderse que cualquiera de los componentes residuales desvelados en las siguientes patentes puede utilizarse con diversos aspectos de la invención en el presente documento. Por ejemplo, la patente de Estados Unidos n.º 5.435.843 trata sobre un cemento compuesto de cenizas volantes de tipo C y un activador de metal alcalino para aplicaciones de mortero y hormigón. La patente de Estados Unidos n.º 4.997.484 requiere lo mismo con la adición de ácido cítrico. En ambas patentes no se menciona la aplicación de paneles de pared o la consideración de residuos postindustriales que no sean las cenizas volantes de tipo C. La patente de Estados Unidos n.º 5.714.003 amplía el alcance para usar cualquier ceniza volante subbituminosa, y requiere carbonato de potasio, ácido cítrico y un agente retardante para aplicaciones de cemento generales, pero nuevamente no menciona las aplicaciones de paneles de pared. La patente de Estados Unidos n.º 5.084.102 considera otro residuo postindustrial, la escoria de alto horno, como un ingrediente para un polvo seco listo para usar que cuando se combina con agua puede usarse en construcciones, productos o piezas de hormigón. En su mayor parte, las aplicaciones de hormigón no se alinean con las aplicaciones de paneles de pared debido a la imposibilidad o la falta de necesidad de incluir en los paneles de pared un agregado grande o pequeño debido a limitaciones de peso y a consideraciones prácticas.

Además, la patente de Estados Unidos n.º 3.700.470 describe una mezcla similar de un relleno cerámico, específicamente ceniza volante de estación en polvo, escoria de alto horno, piedra pómez, residuos de barro rojo o

- 5 finos de arena, junto con un metal en polvo para hacer formas sólidas, que podrían ampliarse a las aplicaciones de tipo panel de pared. Sin embargo, esta patente incluye el requisito adicional de un silicato de sodio acuoso y calor para curar. Como se ha mencionado anteriormente, los paneles de pared que se describen en el presente documento tienen éxito al tener una baja energía incorporada no requiriendo ni permitiendo ningún tipo de calor de curado. Además, los paneles de pared de baja energía incorporada proporcionados en el presente documento excluyen preferentemente el silicato de sodio debido al hecho de que un proceso de fabricación que incluye tales materiales libera dióxido de carbono (un gas de efecto invernadero) combinando carbonato de sodio y dióxido de silicio.
- 10 Aunque los paneles de cemento que se han descrito en la técnica anterior usan tanto cemento Portland como, en parte, magnesia calcinada (como en la patente de Estados Unidos n.º 4.003.752), estos paneles tienen varias diferencias importantes en comparación con los paneles de pared que incluyen peso, procesamiento y capacidad de marcar/quebrar. Estos paneles no se fabrican usando una reacción exotérmica que se produce de manera natural.
- 15 La patente de Estados Unidos n.º 6.716.293 describe un panel de pared compuesto de 60 % - 66 % de cenizas volantes, sin requerir otros productos residuales postindustriales. Sin embargo, estos paneles de pared pueden ser demasiado pesados en comparación con los paneles de pared estándar disponibles hoy en día, y pueden no cumplir todos los requisitos del panel de pared estándar. Debido a que los paneles de pared de baja energía incorporada que se describen en el presente documento contienen un porcentaje total mucho más alto de contenido reciclado (habitualmente > 85 % en peso aproximadamente), la cantidad de cenizas volantes que puede alojarse es mucho menor, habitualmente menos de aproximadamente el 50 %, y a menudo menos de aproximadamente el 30 %. Se ha descubierto que mantener el contenido de cenizas volantes a menos de aproximadamente el 30 %, tal como aproximadamente el 0 %, a la vez que se combinan los materiales residuales postindustriales usados en la fabricación del panel de pared, puede lograr una propiedad óptima en los nuevos paneles de pared proporcionados en el presente documento. Es decir, con sustancialmente un cero por ciento (0 %) en peso de cenizas volantes en un panel de pared, la expansión del panel de pared debido a los cambios en las propiedades de los residuos postindustriales en el panel de pared en función del tiempo no es más que aproximadamente un décimo del uno por ciento (0,1 %).
- 20
- 25
- 30 Algunas propiedades de los paneles de pared de baja energía incorporada que se describen en el presente documento pueden modificarse con una carga aumentada de cenizas volantes. Esto puede mostrarse a continuación de acuerdo con los métodos de prueba de ASTM. Por ejemplo, a medida que el contenido de cenizas volantes (cenizas volantes de tipo C, FAC/NRG, Búfalo, NY) se acerca al 0 %, la dureza de borde, la dureza de núcleo, la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión pueden ser óptimas o más preferibles para ciertas aplicaciones.
- 35



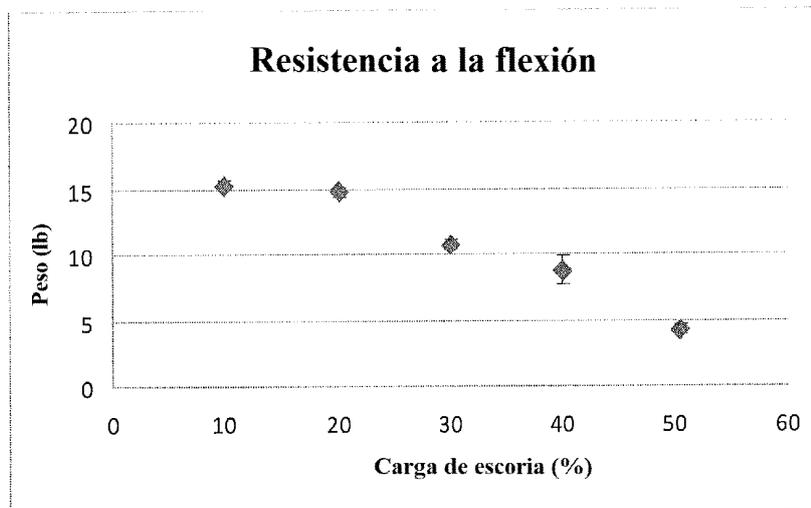
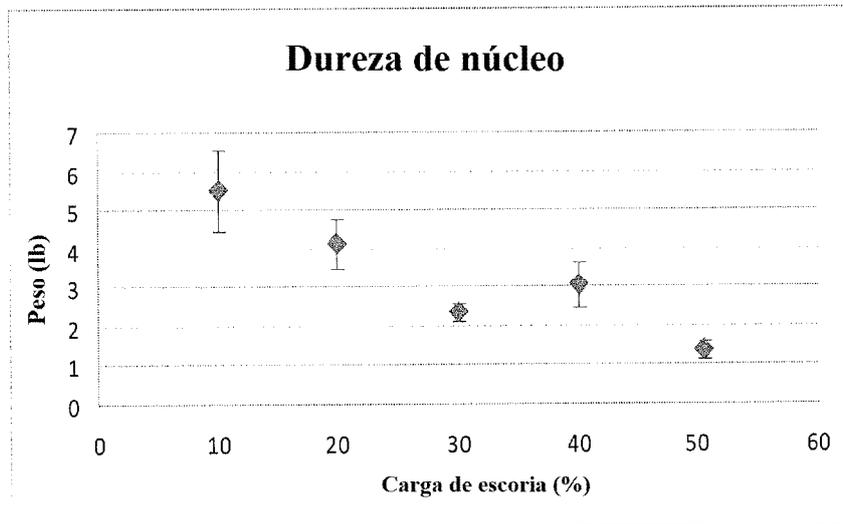
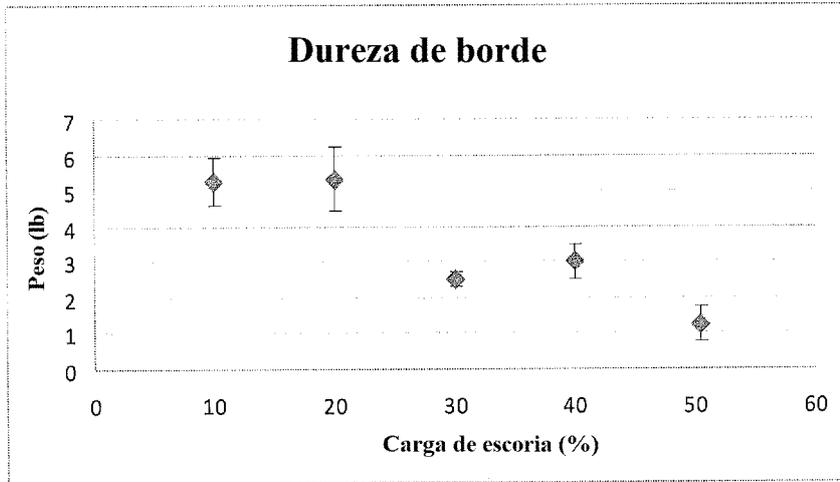


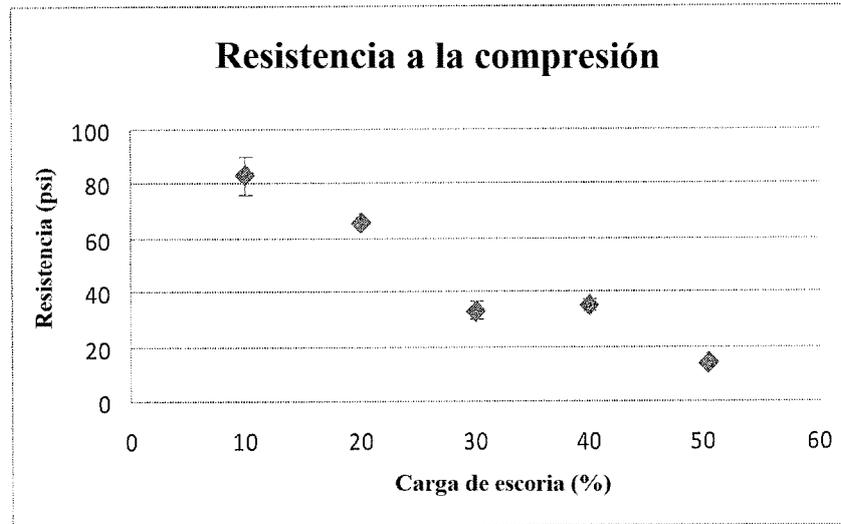
Carga FAC

	%	%	%	%	%
FAC	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00
BFS	53,23	47,32	41,40	35,49	29,57
LKD	21,09	18,75	16,40	14,06	11,72
Modificador de pH	15,68	13,94	12,20	10,45	8,71

5 Algunas propiedades de otros paneles de pared de baja energía incorporada que se describen en el presente documento pueden modificarse con una carga aumentada de escoria (escoria de alto horno). Por ejemplo, a medida que el contenido de escoria (BFS/Baltimore, MD) se aproxima al 0 %, la dureza de borde, la dureza de núcleo, la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión pueden llegar a ser óptimas o más preferibles para ciertas aplicaciones.

10





Carga de escoria	1	2	3	4	5
	%	%	%	%	%
BFS	10,00	20,00	30,00	40,00	50,48
LKD	36,35	32,31	28,27	24,23	20,00
Modificador de pH	27,03	24,02	21,02	18,02	14,87
FAC	26,63	23,67	20,71	17,75	14,65

Además, la patente de Estados Unidos n.º 6.391.958 describe paneles de pared que contienen perlita expandida y aglutinante sintético. La perlita mencionada no debe confundirse con el subproducto de perlita, un residuo producido durante la producción de dicha perlita expandida. Debido a las altas temperaturas que soporta la roca de perlita con el fin de expandirse al producto de perlita de peso ligero que se ha mencionado en la presente patente, el panel de pared divulgado usa el subproducto de perlita, una perlita de tamaño de partícula mucho más pequeño, que no se considera útil y que de otro modo debería eliminarse en un vertedero.

Aditivos de panel de pared

En la fabricación de paneles de pared de baja energía incorporada de acuerdo con la invención, puede ser preferible combinar residuos postindustriales en polvo junto con otros aditivos en polvo. Estos aditivos incluyen agentes o compuestos para retardar, acelerar o modificar el pH. Además, también pueden añadirse o mezclarse entre sí componentes reactivos o adhesivos al comienzo de un proceso o procesos de fabricación específicos seleccionados para usarse para formar el o los paneles de pared de baja energía incorporada. Antes de la adición de líquidos, como el agua, esta mezcla de polvos puede denominarse o llamarse "mezcla seca".

En el presente documento, los productos de panel de pared de baja energía incorporada resultantes pueden depender de la composición restante que se produce de manera natural en el procesamiento industrial de materias primas extraídas para formar una reacción de auto-endurecimiento (exotérmica). Cuando se aprovecha eficazmente, la hidratación iniciará una reacción de auto-endurecimiento dentro de estos materiales "residuales". Debido a que los paneles de pared de baja energía incorporada incorporan subproductos que no se fabrican para una composición química específica o para un uso industrial posterior, cada fuente puede tener una constitución única en comparación con otras fuentes del mismo material. Por lo tanto, es preferible o muchas veces necesario optimizar la composición química específica de cada única fuente para la mejor o deseada combinación de materiales residuales en productos finales de paneles de pared.

Sin embargo, las composiciones habituales de los siguientes materiales residuales postindustriales considerados que siguen estos intervalos no son representativas de todas las fuentes de materiales residuales que pueden considerarse útiles en los paneles de pared de baja energía incorporada:

ES 2 674 242 T3

Cenizas volantes de tipo C

Componente	Porcentaje
SiO ₂	15-60
Al ₂ O ₃	10-30
Fe ₂ O ₃	4-15
CaO	5-40
MgO	1-10
SO ₃	0-10
Na ₂ O	0-6
K ₂ O	0-4
LOI	0-5

Cenizas volantes de tipo F

Componente	Porcentaje
SiO ₂	20-60
Al ₂ O ₃	5-35
Fe ₂ O ₃	10-40
CaO	1-12
MgO	0-5
SO ₃	0-4
Na ₂ O	0-4
K ₂ O	0-3
LOI	0-15

ES 2 674 242 T3

Escoria de alto horno

Componente	Porcentaje
SiO ₂	27-38
Al ₂ O ₃	7-12
Fe ₂ O ₃ o FeO	0,2-1,6
CaO	34-43
MgO	7-15
MnO	0,15-0,76
S	1-1,9

Escoria de acero

Componente	Porcentaje
SiO ₂	10-19
Al ₂ O ₃	1-3
Fe ₂ O ₃ o FeO	10-40
CaO	40-52
MgO	5-10
MnO	5-8
S	0-0,1
P ₂ O ₅	0,5-1
Fe metálico	0,5-10

ES 2 674 242 T3

Subproducto de perlita

Componente	Porcentaje
SiO ₂	70-75
Al ₂ O ₃	12-15
Fe ₂ O ₃ , FeO	0,5-2
CaO	0,5-1,5
MgO	0,2-0,7
Na ₂ O	3-4
K ₂ O	3-5
LOI	3-5

Polvo de horno de cal

Componente	Porcentaje
CaO (libre)	17-25
CaO	56-60
MgO	1,1-4,9
SiO ₂	8-17
Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , MnO, TiO ₂ , P ₂ O ₃	5-5,5
CO ₂	13-18
LOI	14-23

Polvo de horno de cemento

Componente	Porcentaje
Ca_2CO_3	30-60
SiO_2	10-20
Al_2O_3	2-6
Fe_2O_3 o FeO	1-4
CaO	5-40
MgO	1-4
Na_2SO_4	1-3
CaSO_4	2-8
K_2SO_4	3-9
KCl	1-3
KF	0,1-1

5 Reacciones exotérmicas y factores relacionados

En los procesos de la presente invención, una reacción exotérmica entre los componentes de panel de pared principales (por ejemplo, una combinación de residuos posindustriales, modificadores de pH y agua) genera calor de manera natural. Como resultado, pueden iniciarse una serie de reacciones químicas para formar componentes cementosos dentro del material reciclado. Las reacciones exotérmicas expuestas en el presente documento pueden usar muchos tipos de modificadores de pH o agentes modificadores de pH, que se conocen bien en la industria, así como los minerales de los que se obtienen. Dichos agentes modificadores de pH se seleccionan del grupo que consiste en óxido de calcio, óxido de magnesio, hidróxido de potasio, hidróxido de sodio, hidróxido de calcio, carbonato de calcio, carbonato de potasio, carbonato de sodio, sesquicarbonato de sodio (mena de trona natural), silicato de sodio, silicato de calcio, silicato de magnesio o aluminato de calcio.

El tiempo de reacción de las reacciones exotérmicas resultantes también puede controlarse por muchos factores que incluyen la composición total de la suspensión, los rellenos en la suspensión, la cantidad de agua u otros líquidos en la suspensión, la adición de un agente reductor de agua o la adición de un retardante o un acelerante. Pueden añadirse retardantes para ralentizar una reacción y pueden incluir uno cualquiera o más de los siguientes: ácido bórico, bórax, tripolifosfato de sodio, sulfonato de sodio, ácido cítrico y muchos otros retardantes comerciales habituales en la industria. Pueden añadirse acelerantes para acelerar la reacción y pueden incluir uno cualquiera o más de los siguientes materiales, tales como carbonato de sodio, carbonato de potasio, hidróxido de potasio, hidróxido de aluminio, hidróxido de sodio, hidróxido de calcio, cloruro de calcio, óxido de calcio, nitrato de calcio, nitrato de potasio, trimetafosfato de sodio, formiato de calcio, trietanolamina, cemento Portland y otros acelerantes comerciales habituales en la industria. Idealmente, debe evitarse la adición de cemento Portland debido a su alta energía incorporada. Los reductores de agua, a veces denominados dispersantes, son aditivos líquidos que pueden impedir la floculación de partículas, de manera que puede obtenerse una buena distribución de partículas sin que sea necesario agua adicional. Los agentes reductores de agua también se conocen bien en la industria, y los ejemplos incluyen polisacáridos, lignosulfonatos, naftenosulfonatos y policarboxilatos. Estos y otros factores o aditivos pueden controlar o influir de otro modo en el tiempo de reacción para las reacciones exotérmicas resultantes de la fabricación de materiales de construcción proporcionados en el presente documento.

La figura 2 es un diagrama de flujo básico que ilustra métodos de fabricación de paneles de pared proporcionados de acuerdo con la invención. La simplicidad de este proceso puede apreciarse en que la figura 2 muestra dos etapas: etapa 201 - mezclar la mezcla seca con agua; y etapa 202 - formar los paneles de pared a partir de la suspensión. Los paneles de pared se forman usando un sistema transportador del tipo usado para formar paneles

de pared de yeso y, a continuación, se cortan al tamaño deseado como se describe con todo detalle en muchas de las referencias identificadas anteriormente.

5 Como se muestra en el proceso de la figura 2, mientras que una suspensión comienza a espesarse rápidamente, se produce una reacción exotérmica para calentar la suspensión, y finalmente la suspensión fragua en una masa dura. Habitualmente, se han observado temperaturas máximas durante la reacción exotérmica de 35 °C a 55 °C, dependiendo del contenido y tamaño de la mezcla. La dureza resultante también puede controlarse mediante la cantidad de rellenos que se producen de manera natural encontrados en los residuos postindustriales, y puede variar desde extremadamente dura y fuerte a blanda (pero seca) y fácil de romper. Otros parámetros, como el tiempo de fraguado, la resistencia requerida para retirar los paneles de una línea de suspensión continua, pueden variar de veinte (20) segundos a días, dependiendo de los aditivos o rellenos. Por ejemplo, el tiempo de fraguado del ácido bórico puede prolongarse de segundos a horas, añadiéndose el ácido bórico en polvo al aglutinante en un intervalo de 0 % (segundos) a 4 % (horas). Mientras que un tiempo de fraguado de veinte (20) segundos puede conducir a una productividad extrema, la suspensión puede comenzar a fraguar demasiado pronto para una fabricación de alta calidad y, por lo tanto, el tiempo de fraguado debe ajustarse a un período de tiempo más largo, habitualmente añadiendo ácido bórico u otro retardante aplicable. Otros aditivos y factores descritos en otra parte del presente documento pueden utilizarse para controlar o manipular los tiempos de fraguado.

20 Pueden proporcionarse muchas configuraciones diferentes de materiales mediante el método de acuerdo con la presente invención. Tales materiales pueden dar como resultado una mayor resistencia, dureza, capacidad de marcar/quebrar, adherencia de papel, resistencia térmica, peso y resistencia al fuego. Las mezclas de residuos postindustriales resultantes en el presente documento pueden ser compatibles con muchos aditivos diferentes, incluyendo almidón de maíz, almidón de trigo, almidón de tapioca, almidón de patata, almidón sintético, minerales que se producen de manera natural, microesferas cerámicas, espuma, fibras y otros materiales de baja energía incorporada. El yeso sin calcinar también puede usarse como relleno pero no es necesario para formar un núcleo de panel de pared de cemento. Eligiendo cuidadosamente materiales de baja energía, abundantes y biodegradables como aditivos, tales como los enumerados anteriormente, pueden fabricarse paneles de pared preferidos que comiencen a adoptar las características del panel de pared de yeso. Estas características (peso, resistencia estructural para permitir el transporte, capacidad de marcarse y, a continuación, romperse a lo largo de la línea de marca, capacidad de resistir el fuego, y capacidad de clavarse o unirse de otro modo a otros materiales como espárragos) son importantes para el mercado y son necesarias para hacer que el producto sea un éxito comercial como sustituto de los paneles de pared de yeso.

35 El almidón de maíz (hecho de endospermo de maíz), el almidón de trigo (subproducto de la producción de gluten de trigo), el almidón de tapioca (extraído de las raíces de la planta de la tapioca) y el almidón de patata (extraído de las raíces de la planta de la patata) son abundantes y no tóxicos y pueden mejorar la adherencia del papel. Los almidones sintéticos son polisacáridos (polímeros a base de azúcar) que pueden sustituirse por un adhesivo polimérico similar tal como el alcohol de polivinilo. Las microesferas cerámicas pueden reducir el peso de los materiales así como aumentar la resistencia térmica y al fuego de los paneles de pared que incorporan estos materiales. Las biofibras (es decir, fibras a base de plantas biodegradables) se usan para aumentar la resistencia a la tracción y a la flexión en esta realización; sin embargo, también pueden usarse otras fibras, tales como celulosa, vidrio o materiales reciclados. El uso de fibras especializadas en paneles de cemento se desvela en la patente de Estados Unidos n.º 6.676.744 y se conoce bien por los expertos en la materia.

45 Aunque las realizaciones preferidas de la invención se describen por medio de los siguientes ejemplos, será evidente para los expertos en la materia que tales realizaciones tienen fines ilustrativos. Debe entenderse que los diferentes aspectos de estos ejemplos pueden apreciarse por separado, conjuntamente o unos en combinación con otros o con otras realizaciones de la invención descritas en el presente documento. Los ejemplos indicados como ejemplos de "referencia" están fuera del alcance de la invención.

50 Ejemplo de referencia 1

Como se describe en el presente documento, una mezcla seca de polvos se prepara mezclando escoria de alto horno molida, polvo de horno, cenizas volantes, modificador de pH, acelerante y fibras para formar la mezcla seca. A continuación, se añade agua que contiene un dispersante líquido a la mezcla seca, seguido por la adición de la espuma generada que da como resultado los siguientes materiales por peso aproximado en porcentajes:

Escoria	49,8 %
Polvo de horno	21,8 %
Cenizas volantes de tipo C	14,9 %
Modificador de pH	11,8 %
Acelerante	1,1 %
Fibras	0,2 %
Espumante	0,3 %
Reductor de agua	0,1 %

La escoria, el polvo del horno y las cenizas volantes de tipo C se combinan para obtener un contenido de residuos posindustriales total del 86,4 % y comienza el proceso de endurecimiento por auto-reacción, que en este caso se inicia con el modificador de pH, sesquicarbonato de sodio en polvo obtenido de la mena de trona natural. Se añade agua, equivalente al 46,2 % de los materiales anteriores en peso, para formar una suspensión o generar espuma. Junto con la espuma, los materiales de los componentes sin reaccionar forman un relleno en la suspensión. Las fibras añaden resistencia a la flexión al núcleo cuando la suspensión se ha endurecido. Para aumentar el rendimiento de la maquinaria de producción, el hidróxido de aluminio es un acelerante usado para acelerar la reacción exotérmica y, por lo tanto, acelerar el fraguado de la suspensión. Pueden usarse mezcladoras de muchos tipos, como una mezcladora de varillas o una mezcladora continua, siempre que la mezcla pueda retirarse rápidamente de la mezcladora antes de endurecerse.

La espuma se mezcla previamente por separado con agua (habitualmente en un generador de espuma) en una concentración de un décimo de un uno por ciento (0,1 %) a un 5 % de agente espumante (un jabón o tensioactivo) en peso a la combinación de espumante y agua, dependiendo de la elasticidad deseada. En la realización anterior (ejemplo 1) se usan veinticinco centésimas de un agente espumante al uno por ciento (0,25 %) en peso de la combinación resultante de agua y espumante. La industria de los paneles de pared de yeso habitualmente usa dos décimas de agente espumante al uno por ciento (0,2 %) en peso. La espuma resultante se añade a la mezcla húmeda y como se muestra en el ejemplo de referencia 1 anterior. En este ejemplo, la espuma es un nueve por ciento (9 %) en peso del peso total de la mezcla completa. La cantidad de espuma depende de la densidad y la resistencia deseadas del núcleo endurecido, siendo óptima una espuma de 0,1 % -15 % en peso.

Los ejemplos de espuma usados en paneles de pared de yeso incluyen los descritos en la patente de Estados Unidos n.º 5.240.639, la patente de Estados Unidos n.º 5.158.612, la patente de Estados Unidos n.º 4.678.515, la patente de Estados Unidos n.º 4.618.370 y la patente de Estados Unidos n.º 4.156.615. El uso de tales agentes se conoce bien por los fabricantes de paneles de pared de yeso y otros productos cementosos.

La suspensión puede verse sobre un revestimiento de papel, que puede envolverse alrededor de los lados como en un proceso de yeso estándar. Sin embargo, pueden realizarse versiones con o sin papel en uno o ambos lados.

La reacción exotérmica comenzará casi inmediatamente después de la retirada de la mezcladora y continuará durante varias horas, absorbiendo una parte del agua en la reacción. Los paneles pueden cortarse y retirarse en menos de treinta (30) minutos, y a menudo en menos de cinco (5) minutos, dependiendo de los requisitos y el manejo del equipo disponible. Aún no se ha usado toda el agua en la reacción, y cierta absorción del agua continuará durante muchas horas. En un plazo de veinticuatro a cuarenta y ocho (24-48) horas, se habrá absorbido la mayor parte del agua, produciéndose también la evaporación. Cuando se usa el revestimiento de papel, se recomienda secar individualmente los paneles durante 24 horas con el fin de reducir la posibilidad de formación de moho en el papel. Esto puede lograrse en bastidores o espaciadores a temperatura ambiente sin necesidad de calor. El tiempo de secado puede ser más rápido a temperaturas más altas y más lento a temperaturas más bajas por encima del punto de congelación. Se probaron temperaturas superiores a ~ 26,67 °C (80 °F), pero no se consideraron, ya que el diseño se dirige a un proceso de baja energía. El secado residual continuará aumentando a temperaturas más altas, sin embargo, no es beneficioso aplicar calor (por encima de la temperatura ambiente) debido a la necesidad de la reacción exotérmica de utilizar el agua, que de esta manera se evaporaría demasiado rápido. Aunque la reacción exotérmica se producirá por debajo del punto de congelación, el agua residual se congelará dentro del núcleo hasta que la temperatura se eleve por encima del punto de congelación.

Los paneles resultantes (producto acabado) pueden tener características de resistencia similares a o mayores que las características de resistencia de los paneles de pared de yeso, y pueden marcarse y quebrarse fácilmente en el terreno. Los paneles de alta densidad que se usan a menudo para el refuerzo de baldosas y aplicaciones exteriores no muestran muchos de los beneficios de los paneles de pared procesados que se describen en el presente documento, tales como bajo peso, características de marcado y quebrado satisfactorias, y revestimiento de papel.

Ejemplo de referencia 2

Como se describe en el presente documento, las mismas cantidades de polvos secos y líquidos que en el ejemplo de referencia 1 se mezclan juntos en las mismas proporciones, pero se duplica la cantidad de acelerante añadido. En este caso, la reacción se produce mucho más rápidamente, de tal manera que los paneles pueden cortarse y retirarse en menos de 2 minutos.

Escoria	49,25 %
Polvo de horno	21,55 %
Cenizas volantes de tipo C	14,74 %
Modificador de pH	11,67 %
Acelerante	2,20 %
Fibras	0,20 %
Espumante	0,30 %
Reductor de agua	0,10 %

Ejemplo de referencia 3

5 Como se describe en el presente documento, se mezclan juntas las mismas proporciones de materiales que en el ejemplo de referencia 1, pero la espuma se sustituye por microesferas cerámicas, que son esferas huecas obtenidas a partir de cenizas volantes. Esto produce un panel de mayor resistencia y peso. Este panel utiliza aún más materiales reciclados y, por lo tanto, puede atender aún mejor a los sistemas nacionales de clasificación de edificios medioambientales, tales como LEED, desarrollado por el Green Building Council de los Estados Unidos.

Escoria	49,80 %
Polvo de horno	21,80 %
Cenizas volantes de tipo C	14,90 %
Modificador de pH	11,80 %
Acelerante	1,10 %
Fibras	0,20 %
Microesferas	0,30 %
Reductor de agua	0,10 %

10 Ejemplo de referencia 4

15 Como se describe en el presente documento, un panel se fabrica para el uso exterior (que puede ser un sustituto de un panel de cemento o un panel de yeso de alta densidad) retirando la espuma y, por lo tanto, en el núcleo del panel de pared a formar. El refuerzo de fibra también se duplica para ofrecer más resistencia ambiental y resistencia a la flexión. Esto da al panel de pared de baja energía incorporada resultante una resistencia adicional y una resistencia al agua. Además, en este ejemplo de referencia, no se usa ningún revestimiento o envoltura de papel porque el panel de pared quedará expuesto al entorno. Los ingredientes son los siguientes:

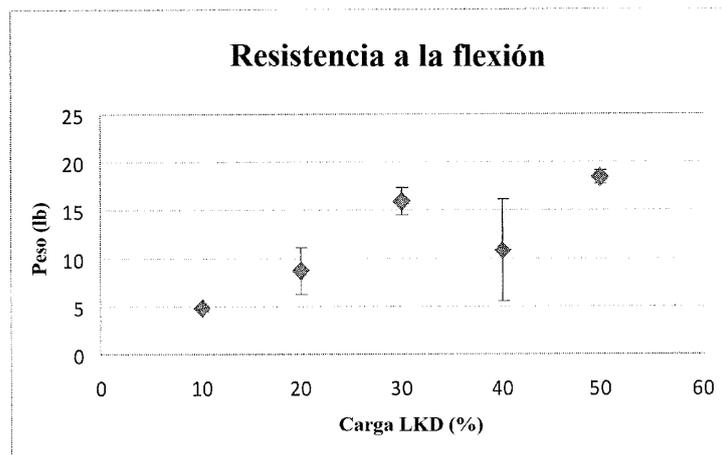
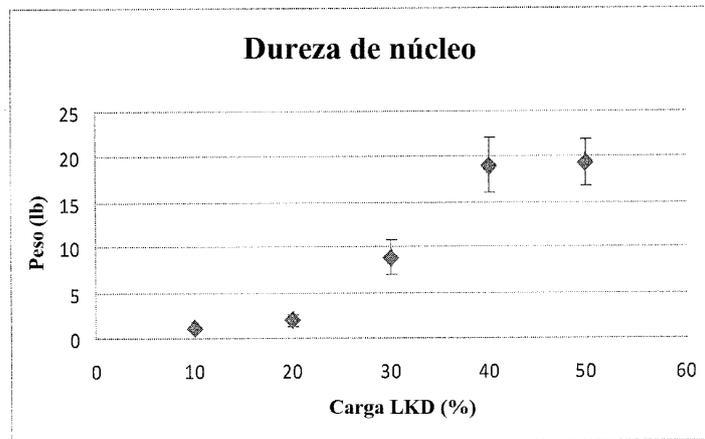
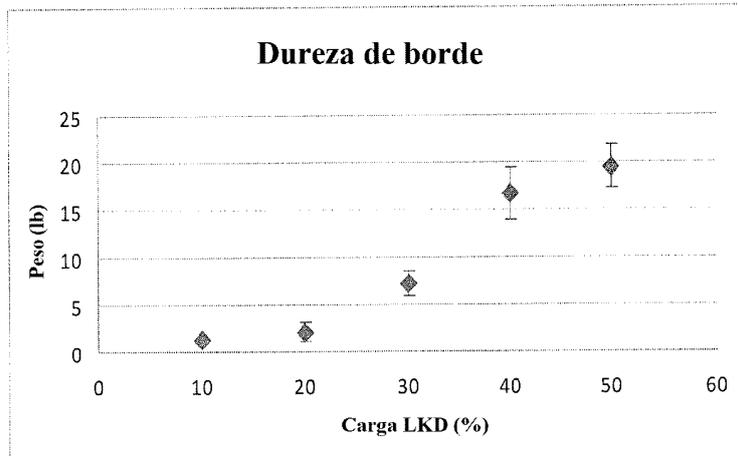
Escoria	49,95 %
Polvo de horno	21,87 %
Cenizas volantes de tipo C	14,94 %
Modificador de pH	11,84 %
Acelerante	1,10 %
Fibras	0,20 %
Reductor de agua	0,10 %

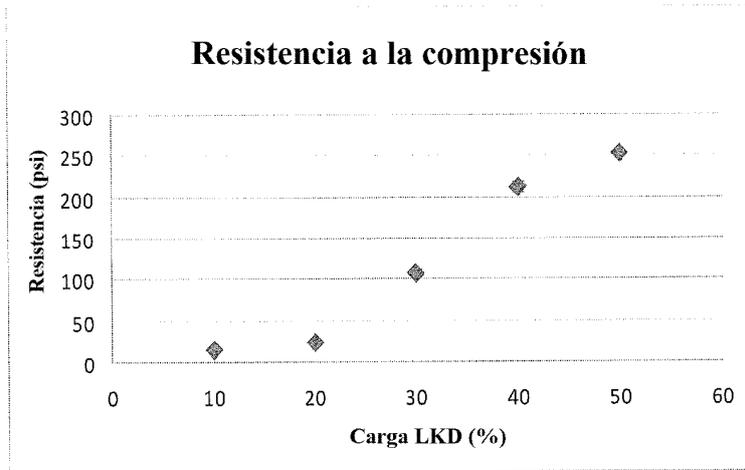
20 A continuación, se agrega agua, equivalente al 46,2 % de los materiales anteriores en peso, para formar una suspensión.

25 El procesamiento de la suspensión pueden producirse usando varias técnicas diferentes, dependiendo de una serie de factores tales como la cantidad de paneles requeridos, el espacio de fabricación y la familiaridad con el proceso del personal de ingeniería actual. El método de suspensión de yeso normal que usa un sistema transportador, que es una línea larga continua que envuelve la suspensión en papel, es el método de acuerdo con la invención para fabricar paneles de pared de baja energía incorporada que se describe en el presente documento. Este proceso se conoce bien por los expertos en la fabricación de paneles de pared de yeso. El método Hatscheck, que se usa en la fabricación de paneles de alta densidad (es decir, cemento), también es aceptable para fabricar los paneles de pared que se describen en el presente documento, específicamente aquellos que no requieren revestimiento o refuerzo de papel, y se conoce bien por los expertos en la técnica de la fabricación de paneles de cemento. Se requiere agua adicional para diluir la suspensión cuando se usa el método Hatscheck porque el equipo de fabricación usado a menudo requiere una suspensión de menor viscosidad.

35 Aunque cada uno de los ejemplos de referencia mencionados anteriormente incluye cenizas volantes de tipo C como componente, una ventaja adicional descrita en el presente documento es que la totalidad o parte de las cenizas volantes usadas puede eliminarse y sustituirse por escoria u otros materiales residuales para proporcionar otras realizaciones alternativas. La calidad del producto resultante puede permanecer sustancialmente igual que si el producto contuviera cenizas volantes. Esto se muestra a continuación de acuerdo con los métodos de prueba de ASTM. A medida que aumenta el contenido de polvo de horno de cal (LKD/PA), la dureza de borde, la dureza de núcleo, la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión pueden llegar a ser óptimas. Dependiendo de las composiciones químicas de fuente específica de cada material residual, puede ser preferible sustituir las cenizas volantes de tipo C con polvo de horno de cal en algunos de los paneles de pared de baja energía incorporada descritos en el presente documento.

45





Carga LKD

	%	%	%	%	%
LKD	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00
BFS	56,79	50,48	44,17	37,86	31,55
Modificador de pH	16,73	14,87	13,01	11,15	9,29
FAC	16,50	14,67	12,84	11,00	9,17

5 No se pretende que la invención esté limitada por los ejemplos específicos proporcionados dentro de la memoria descriptiva. Aunque la invención se ha descrito con referencia a la memoria descriptiva mencionada anteriormente, no se pretende interpretar las descripciones e ilustraciones de las realizaciones preferidas en el presente documento en un sentido limitante. Además, debe entenderse que todos los aspectos de la invención no están limitados a las representaciones, configuraciones o proporciones relativas específicas expuestas en el presente documento que dependen de una diversidad de condiciones y variables.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de un panel de pared, que comprende:

5 formar una mezcla seca que comprende al menos un producto residual postindustrial, en el que el producto residual postindustrial es un subproducto de perlita expandida;
añadir a dicha mezcla seca al menos un modificador de pH; comprendiendo dicho modificador de pH uno o más
10 ingredientes seleccionados del grupo que consiste en: óxido de calcio, óxido de magnesio, hidróxido de potasio, hidróxido de sodio, hidróxido de calcio, carbonato de calcio, carbonato de potasio, carbonato de sodio, sesquicarbonato de sodio, silicato de sodio, silicato de calcio, silicato de magnesio o aluminato de calcio;
añadir agua a dicha mezcla seca para formar una suspensión inicial;
15 formar el panel de pared a partir de la suspensión usando un sistema transportador y, a continuación, cortar al tamaño deseado;
mientras se permite una reacción exotérmica, proceder a calentar la suspensión inicial de manera que fragüe, fabricando de este modo un panel de pared sustancialmente libre de yeso.

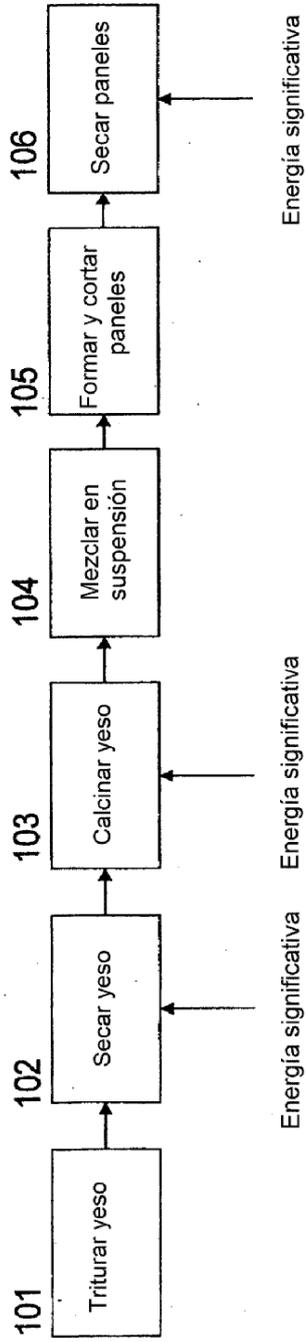
2. El método de la reivindicación 1, que comprende además una etapa de: añadir un material retardante a la suspensión para aumentar el tiempo necesario para que fragüe la suspensión.

20 3. El método de la reivindicación 1, que comprende además una etapa de: añadir un material acelerante a la suspensión espesa para disminuir el tiempo necesario para que fragüe la suspensión.

4. El método de la reivindicación 1, en el que la suspensión inicial se vierte sobre un revestimiento de papel que puede envolverse alrededor de los lados.

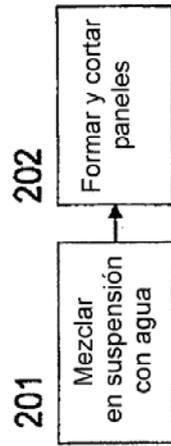
25

Figura 1



Proceso de fabricación de paneles de cartón yeso

Figura 2



Proceso de fabricación de EcoRock