

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 007 558**

51 Int. Cl.:

**C04B 28/00** (2006.01)

**C04B 28/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.11.2016 PCT/GB2016/053609**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2017 WO17085510**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2016 E 16801034 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2024 EP 3377460**

54 Título: **Unidades constructivas en forma de ladrillos, bloques o tejas hechas a partir de materiales reciclables y subproductos, método para fabricar las unidades constructivas y su utilización**

30 Prioridad:

**20.11.2015 GB 201520515**

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

**20.03.2025**

73 Titular/es:

**KENOTEQ LTD (100.00%)  
Citypoint, 65 Haymarket Terrace  
Edinburgh EH12 5HD, GB**

72 Inventor/es:

**MEDERO, GABRIELA y  
CHAPMAN, SAMUEL**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

**ES 3 007 558 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

Unidades constructivas en forma de ladrillos, bloques o tejas hechas a partir de materiales reciclables y subproductos, método para fabricar las unidades constructivas y su utilización

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a unidades de construcción que comprenden yeso, arcilla y agregados; y a métodos para fabricar unidades de construcción según las reivindicaciones.

Antecedentes

- 10 La fabricación de ladrillos cocidos tradicionales y bloques de cemento para su uso en la construcción no es respetuosa con el medio ambiente. La producción de energía para la cocción es cara y tiene un impacto sobre el medio ambiente. La producción de cemento también tiene un impacto sobre el medio ambiente. La arcilla y el cemento utilizados en los ladrillos y bloques tradicionales también son un recurso finito. Existe la necesidad de reciclar los residuos de la industria de la construcción, ya que la eliminación de dichos residuos es cara y la legislación (en particular en el Reino Unido) está reduciendo las asignaciones de vertederos y aumentando los requisitos de reciclaje.

- 15 Por lo tanto, se necesitan alternativas a los ladrillos cocidos tradicionales hechos de unidades a base de arcilla y cemento por razones económicas y medioambientales.

- 20 El documento CN104556928A describe una fórmula y un método de producción de ladrillos de pared respetuosos con el medio ambiente hechos de cenizas volantes. El documento KR20140115119A describe una composición de pavimento sin contracción para caminos del suelo y un método de construcción para pavimentación de caminos. El documento CN103332949A describe un bloque de hormigón celular de alta resistencia y un método de preparación. GB2434365 describe un producto de construcción con base en arcilla y yeso.

Resumen de la invención

- 25 Después de realizar experimentos con diversos materiales reciclables, los inventores han descubierto que el yeso, obtenido por ejemplo a partir de residuos de paneles de escayola reciclados de la industria de la construcción o de yeso de gases de combustión que es un subproducto de las plantas generadoras de potencia alimentadas con combustibles fósiles, podría utilizarse para fabricar una unidad de construcción.

- 30 En particular, los inventores han determinado que el yeso puede sustituir en parte a la arcilla o al cemento en las unidades de construcción. Como tal, las unidades de construcción que comprenden yeso requieren menos materiales vírgenes. Por lo tanto, las unidades de construcción de yeso resultantes son más respetuosas con el medio ambiente.

Además, las unidades de construcción no requieren ser cocidas. Esto significa que se necesita menos energía para fabricar las unidades de construcción. Como consecuencia, hay un menor impacto sobre el medio ambiente y se pueden reciclar los residuos de la industria de la construcción.

- 35 En consecuencia, en su aspecto más amplio, la invención proporciona una unidad de construcción que comprende yeso, arcilla y materiales agregados según las reivindicaciones.

- 40 Ventajosamente, el uso de yeso y agregados en la unidad de construcción reemplaza una proporción de la arcilla en la unidad y el uso de plastificantes tal como el silicato de sodio proporcionado para formar unidades de construcción tradicionales. Como la arcilla y el silicato de sodio se extraen típicamente de canteras, requieren energía en su extracción y agotan las reservas naturales, además de requerir cocción en su producción.

El material agregado puede obtenerse a partir de residuos inertes reciclados de construcción y demolición. Convenientemente, alrededor del 90 % del contenido de la unidad de construcción puede ser material de residuo o reciclable.

- 45 La unidad de construcción puede tener una apariencia atractiva, por ejemplo, proporcionada por una textura en la superficie de la unidad de construcción y/o con el color de la unidad de construcción. Por ejemplo, la unidad de construcción puede tener una superficie lisa similar a la de un ladrillo de arcilla. Adicionalmente o alternativamente, en realizaciones, se pueden incorporar diversos pigmentos en la unidad de construcción para proporcionar variantes de color de la unidad de construcción. Estos pigmentos también pueden ser material reciclable según las credenciales ambientales de la unidad de construcción.

50

Ventajosamente, las unidades de construcción proporcionan masa térmica y amortiguación del humedecimiento relativo interno.

## ES 3 007 558 T3

En un primer aspecto, la invención proporciona una unidad de construcción según la reivindicación 1.

La unidad de construcción puede no comprender adicionalmente materia orgánica.

Los materiales agregados son según la reivindicación 1.

Todos los porcentajes son de masa seca.

- 5 Los materiales agregados de las unidades de construcción descritas pueden comprender arena. Por ejemplo, arena en el rango de: a) 20-65 %; b) 20-60; c) 20-55; d) 25-65 25-60 %; e) 25-55 %; f) 30-65 %; g) 30-60 %; o h) 30-55 %.
- El yeso puede estar en el rango de: a) 5-35 %; b) 5-30 % c) 5-25 %; d) 5-20 %; e) 10-35 %; f) 10-30 %; g) 10-25 % o h) 10-20 %.
- 10 La arcilla puede estar en el rango de: a) 5-40 %; b) 5-15 %; c) 5-25 % o d) 8-12 %.
- Los materiales agregados comprenden tres o más de los siguientes: agregado de tamaño a) 6-20 mm; b) 2-6 mm; c) 600  $\mu\text{m}$ -2 mm; d) 200-600  $\mu\text{m}$  y e) 60-200  $\mu\text{m}$ , en donde los materiales agregados comprenden al menos uno de a) o b) según las reivindicaciones.
- Los materiales agregados de cualquiera de las unidades de construcción descritas pueden comprender:
- 15 • a) 3-20 %; o b) 3-15 %; o c) 3-10 % de agregado de tamaño 6-20 mm; y/o
- a) 15-40 %; b) 15-35 %; c) 15-30 %; d) 15-25 %; e) 20-40 %; f) 20-35 % o g) 20-30 % de agregado de tamaño 2-6 mm; y/o
- a) 10-40 %; b) 10-35 %; c) 10-30 %; d) 10-25 %; e) 10-20 %; f) 15-40 %; g) 15-35 %; h) 15-30 % o i) 15-25 % de agregado de tamaño 600  $\mu\text{m}$ -2 mm; y/o
- 20 • a) 10-30 %; b) 10-25 %; c) 10-20 %; d) 15-30 % o e) 15-25 % de agregado de tamaño 200-600  $\mu\text{m}$ ; y/o
- a) 3-15 %; b) 3-10 %; c) 5-15 %; o d) 5-10 % de agregado de tamaño 60-200  $\mu\text{m}$ .
- El agregado de tamaño 6-20 mm y/o el agregado de tamaño 2-6 mm puede ser grava. El agregado de tamaño 600  $\mu\text{m}$ -2 mm; 200-600  $\mu\text{m}$  y/o 60-200  $\mu\text{m}$  puede ser arena.
- Adicionalmente, se puede añadir un aditivo, por ejemplo un pigmento a la unidad de construcción.
- 25 Conforme con las credenciales ambientales de la invención, al menos el 90 % de la unidad de construcción puede comprender material de residuo o reciclable.
- De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para fabricar una unidad de construcción que comprende materiales de yeso, arcilla y agregados que comprende:
- a) mezclar los materiales de yeso, arcilla y agregados juntos;
- 30 b) añadir agua al material de yeso, arcilla y agregado mezclado de manera que se proporcione agua en un rango de 8-40 % de la masa seca del material mezclado;
- c) compactar, comprimir o extruir el material mezclado del paso b); y
- d) dejar que el material mezclado del paso c) se seque según las reivindicaciones.
- 35 El método puede no incluir la cocción de las unidades de construcción y/o el método puede comprender como primer paso la obtención de yeso residual destinado al vertedero, por ejemplo yeso de la industria de la construcción o yeso de desulfuración de gases de combustión que es un subproducto de las plantas generadoras de potencia de combustibles fósiles.
- 40 El secado al aire utiliza un 85 % menos de energía que los métodos para formar ladrillos cocidos. Una unidad de construcción sin cocer fabricada mediante el método puede tener menos del 15 % del carbono incorporado de los ladrillos de arcilla cocida y menos del 25 % del carbono incorporado de las obras de bloques ligeros. El uso de yeso residual significa evitar el gasto y el impacto ambiental del vertedero.
- 45 El yeso puede procesarse para reducir su contenido de humedad antes de mezclarlo con la arcilla y los materiales agregados. Por ejemplo, el contenido de humedad del yeso puede reducirse para formar yeso en estado hemihidratado. Esto puede hacerse mediante calentamiento o presurización. Con respecto al calentamiento, el yeso puede calentarse a aproximadamente 80-200 °C. Por ejemplo, el yeso puede calentarse a aproximadamente 150 °C durante aproximadamente 24 horas.

## ES 3 007 558 T3

- La unidad de construcción producida por el método puede no comprender: a) materia orgánica o b) alquitrán.
- Los materiales agregados utilizados en el método pueden comprender arena. Por ejemplo, arena en el rango de: a) 20-65 %; b) 20-60; c) 20-55; d) 25-65 25-60 %; e) 25-55 %; f) 30-65 %; g) 30-60 %; o h) 30-55 %.
- 5 El yeso puede estar en el rango de: a) 5-35 %; b) 5-30 % c) 5-25 %; d) 5-20 %; e) 10-35 %; f) 10-30 %; g) 10-25 % o h) 10-20 %.
- La arcilla puede estar en el rango de: a) 5-40 %; b) 5-35; c) 5-30 %; d) 5-25; e) 5-20 %; f) 5-15 %; g) 8-20 %; h) 8-15; o i) 8-12 %.
- 10 Los materiales agregados comprenden cualquiera de los tres o más de los siguientes: agregado de tamaño a) 6-20 mm; b) 2-6 mm; c) 600  $\mu\text{m}$ -2 mm; d) 200-600  $\mu\text{m}$  y e) 60-200  $\mu\text{m}$ , en donde los materiales agregados comprenden al menos uno de a) o b) según las reivindicaciones.
- Los materiales agregados utilizados en el método pueden comprender:
- a) 3-20 %; o b) 3-15 %; o c) 3-10 % de agregado de tamaño 6-20 mm; y/o
  - a) 15-40 %; b) 15-35 %; c) 15-30 %; d) 15-25 %; e) 20-40 %; f) 20-35 % o g) 20-30 % de agregado de tamaño 2-6 mm; y/o
- 15 • a) 10-40 %; b) 10-35 %; c) 10-30 %; d) 10-25 %; e) 10-20 %; f) 15-40 %; g) 15-35 %; h) 15-30 % o i) 15-25 % de agregado de tamaño 600  $\mu\text{m}$ -2 mm.; y/o
- a) 10-30 %; b) 10-25 %; c) 10-20 %; d) 15-30 % o e) 15-25 % de agregado de tamaño 200-600  $\mu\text{m}$ ; y/o
  - a) 3-15 %; b) 3-10 %; c) 5-15 %; o d) 5-10 % de agregado de tamaño 60-200  $\mu\text{m}$ .
- 20 El agregado de tamaño aproximadamente 6-20 mm y/o el agregado de tamaño 2-6 mm puede ser grava. El agregado de tamaño 600  $\mu\text{m}$ -2 mm; 200-600  $\mu\text{m}$  y/o 60-200  $\mu\text{m}$  pueden ser arena.
- El pigmento se mezcla opcionalmente con los materiales de yeso, arcilla y agregados.
- En el método, al menos el 90 % de la unidad de construcción puede comprender material de residuo o reciclable.
- 25 La invención también proporciona una unidad de construcción obtenida u obtenible mediante el método anterior.
- También se describe el uso de la unidad de construcción para formar una estructura.
- También se describe un kit que comprende al menos una unidad de construcción de la presente invención y un mortero ecológico. El mortero ecológico puede ser un mortero de cal.
- 30 Finalmente, de acuerdo con un tercer aspecto de la invención, también se proporciona una mezcla cruda según las reivindicaciones.
- La arena puede estar en el rango de: a) 20-65 %; b) 20-60; c) 20-55; d) 25-65 25-60 %; e) 25-55 %; f) 30-65 %; g) 30-60 %; o h) 30-55 %.
- El yeso puede estar en el rango de: a) 5-35 %; b) 5-30 % c) 5-25 %; d) 5-20 %; e) 10-35 %; f) 10-30 %; g) 10-25 % o h) 10-20 %.
- 35 La arcilla puede estar en el rango de: a) 5-40 %; b) 5-15 %; c) 5-25 % o d) 8-12 %.
- Los materiales agregados comprenden tres o más de los siguientes: agregado de tamaño a) 6-20 mm; b) 2-6 mm; c) 600  $\mu\text{m}$ -2 mm; d) 200-600  $\mu\text{m}$  y e) 60-200  $\mu\text{m}$ , en donde los materiales agregados comprenden al menos uno de a) o b) según las reivindicaciones.
- Los materiales agregados de la mezcla cruda pueden comprender:
- 40 • a) 3-20 %; o b) 3-15 %; o c) 3-10 % de agregado de tamaño 6-20 mm;
- y/o
- a) 15-40 %; b) 15-35 %; c) 15-30 %; d) 15-25 %; e) 20-40 %; f) 20-35 % o g) 20-30 % de agregado de tamaño 2-6 mm; y/o
- 45 • a) 10-40 %; b) 10-35 %; c) 10-30 %; d) 10-25 %; e) 10-20 %; f) 15-40 %; g) 15-35 %; h) 15-30 % o i) 15-25 % de agregado de tamaño 600  $\mu\text{m}$ -2 mm; y/o

## ES 3 007 558 T3

- a) 10-30 %; b) 10-25 %; c) 10-20 %; d) 15-30 % o e) 15-25 % de agregado de tamaño 200-600 µm; y/o
- a) 3-15 %; b) 3-10 %; c) 5-15 %; o d) 5-10 % de agregado de tamaño 60-200 µm.

El agregado de tamaño 6-20 mm y/o el agregado de tamaño 2-6 mm puede ser grava. El agregado de tamaño 600 µm-2 mm; 200-600 µm y/o 60-200 µm puede ser arena. Adicionalmente, se puede añadir un aditivo, por ejemplo un pigmento a la mezcla cruda.

Conforme con las credenciales ambientales de la invención, al menos el 90 % de la mezcla cruda puede comprender material de residuo o reciclable.

A continuación se describirá una realización de la invención con referencia a las figuras adjuntas en las que:

La figura 1 proporciona un gráfico de la resistencia a la compresión de las unidades de construcción de la invención de acuerdo con el contenido de humedad.

La figura 2 proporciona un gráfico del tamaño del agregado de acuerdo con el sistema de clasificación de suelos británico.

La figura 3 proporciona un gráfico que muestra un ladrillo con una distribución óptima del tamaño de partícula del agregado.

### Descripción detallada de la invención

#### Unidad de construcción

Las unidades de construcción son masas comprimidas o compactadas de material fabricadas por extrusión o moldeo. La unidad de construcción de la presente invención que comprende yeso, arcilla y material agregado puede tener cualquier tamaño o forma. Los ejemplos de unidades de construcción incluyen ladrillos, bloques y tejas.

Una unidad de construcción puede ser un ladrillo proporcionado como un bloque de forma rectangular que puede ser similar en tamaño a los ladrillos utilizados en la construcción. Por ejemplo, en el Reino Unido, el tamaño estándar de los ladrillos es de aproximadamente 215 mm (largo) × 102.5 mm (ancho) × 65 mm (alto). En los Estados Unidos, los tamaños estándar de los ladrillos modernos (controlados por la sociedad estadounidense de pruebas y materiales ASTM) son de aproximadamente 8 × 3 5/8 × 2 1/4 pulgadas (203 mm × 92 mm × 57 mm (largo × ancho × alto)). El tamaño de ladrillo más comúnmente utilizado en los Estados Unidos (también llamado ladrillo modular) es de aproximadamente 7 5/8 × 3 5/8 × 2 1/4 pulgadas (194 mm (largo) × 92 mm (ancho) × 57 mm (alto)). En Europa, el ladrillo europeo (EF) mide aproximadamente 240 mm (largo) × 100 mm (ancho) × 71 mm (alto).

#### Yeso

El yeso es un mineral de sulfato blando compuesto de sulfato de calcio dihidratado, con la fórmula química  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Calentar el yeso a una temperatura de entre 100 °C y 150 °C (302 °F) deshidrata parcialmente el mineral expulsando aproximadamente el 75 % del agua contenida en su estructura química. El mineral parcialmente deshidratado se denomina sulfato de calcio hemihidratado o yeso calcinado (comúnmente conocido como escayola de París). La deshidratación (conocida específicamente como calcinación) comienza aproximadamente a 80 °C (176 °F), aunque en aire seco, ya se producirá cierta deshidratación a 50 °C. El yeso calcinado tiene una propiedad inusual: cuando se mezcla con agua a temperaturas normales (ambiente), rápidamente vuelve químicamente a la forma dihidratada preferida, mientras que "fragúa" físicamente para formar una red cristalina de yeso rígida y relativamente fuerte.

En la industria de la construcción, este yeso calcinado o mortero de yeso como se lo conoce comúnmente se puede mezclar con agua para formar una pasta que luego se extiende y se intercala entre capas de papel de revestimiento para formar un cartón yeso o un panel de escayola. Cuando la pasta se asienta y se endurece, se ha convertido efectivamente en roca de yeso como se explicó anteriormente.

Cualquier forma de yeso, incluyendo cualquier forma de yeso reciclado o cualquier forma de yeso crudo sin procesar, se puede utilizar en el método de la presente invención o en la unidad de construcción de la presente invención. El yeso puede ser yeso natural, yeso extraído o yeso sintético. Un ejemplo de yeso sintético es el yeso de desulfurización de gases de combustión que es un subproducto de la desulfurización de los gases de combustión de las chimeneas de las plantas generadoras de potencia alimentadas con combustibles fósiles. El uso de este tipo de yeso reduce la contaminación ambiental debido a la reducción de los requisitos de yeso natural. También se pueden utilizar otros residuos o subproductos de yeso.

5 Preferiblemente, el yeso utilizado es yeso reciclado de residuos de la industria de la construcción, por ejemplo, de paneles de escayola de residuo. Si se utilizan paneles de escayola de residuo para fabricar la unidad de construcción, los paneles de escayola de residuo se pueden pretratar/reprocesar adecuadamente antes de añadirlos a la unidad de construcción. De manera adecuada, se puede utilizar una calidad consistente y verificable de yeso reprocesado. Esto se puede lograr, por ejemplo, utilizando únicamente la especificación PAS 109:2013 de la institución de normativa británica, que también garantiza grados definidos de yeso reprocesado. En resumen, la especificación PAS 109:2013 de la institución de normativa británica implica separar el yeso de residuo en tamaños de partículas definidos y verificar la pureza de la mezcla de yeso de residuo.

10 Además de este procesamiento definido en la especificación de normativa británica PAS 109:2013, el yeso residual puede someterse a un pretratamiento adicional antes de ser utilizado en el método para fabricar una unidad de construcción. El yeso residual puede tamizarse. Por ejemplo, el yeso puede tamizarse a través de un tamiz de 600 µm. El yeso retenido en el tamiz de 600 µm puede desecharse. Es decir, solo las partículas de yeso de menos de 600 µm pueden usarse en la unidad de construcción.

15 Preferiblemente, el yeso se procesa para reducir el contenido de humedad. Típicamente, el yeso se obtiene en forma dihidratada ( $\text{CaSO}_4 (\text{H}_2\text{O})_2$ ). Preferiblemente, el contenido de humedad del yeso se reduce hasta el punto en que el yeso está en estado hemihidratado ( $\text{CaSO}_4 (\text{H}_2\text{O})_{0.5}$ ). La reducción del contenido de humedad del yeso residual mejora sus propiedades de microestructura, lo que da como resultado una fracción de huecos más pequeña. La reducción del contenido de humedad también mejora la trabajabilidad del yeso, ya que tarda más en endurecerse una vez mezclado con los demás componentes de la unidad de construcción. Esto permite una mejor mezcla con los demás componentes, lo que da como resultado una mejor unión de los componentes, lo que a su vez también da como resultado mejores propiedades mecánicas y una resistencia mejorada de la unidad de construcción.

20 Para reducir el contenido de humedad, el yeso puede calentarse entre a) 80-250 °C; o b) 100-200 °C. Por ejemplo, el yeso puede calentarse a aproximadamente 150 °C durante aproximadamente 24 horas; o se podría utilizar una temperatura más alta, por ejemplo 200 °C, durante menos de 24 horas.

25 Como alternativa o adicionalmente, se puede utilizar presión para reducir el contenido de humedad del yeso.

30 El yeso en su forma hemihidratada ha perdido el 75 % de su contenido de agua. Por lo tanto, para comprobar si el yeso ha alcanzado su estado hemihidratada, se puede pesar el yeso antes y después del tratamiento térmico y/o de presión. A continuación, se puede calcular la pérdida de agua del yeso con base en la pérdida de peso después del tratamiento.

35 En realizaciones, la unidad de construcción puede comprender yeso en una cantidad de 5 %, 6 %, 7 %, 8 %, 9 %, 10 %, 11 %, 12 %, 13 %, 14 %, 15 %, 16 %, 17 %, 18 %, 19 %, 20 %, 21 %, 22 %, 23 %, 24 %, 25 %, 26 %, 27 %, 28 %, 29 %, 30 %, 31 %, 32 %, 33 %, 34 % o 35 % de la unidad de construcción en masa seca. En realizaciones, 5-35 %; 5-30 %; 5-25 %; 5-20 %; 5-15 %; 10-35 %; 10-30 %; 10-25 %; 10-20 %; 15-35 %; 15-30 % o 15-25 % en masa seca de la unidad de construcción puede comprender yeso. En realizaciones, 10 o 15 % en masa seca de la unidad de construcción puede ser yeso.

A continuación se proporciona un ejemplo de posibles proporciones de componente de yeso en masa seca. La determinación de la masa seca sería adecuada como se analiza en otras partes de la descripción:

40 
$$\text{Porcentaje de masa seca de yeso} = \frac{m}{M} \times 100 = 15\%$$

Donde:

Masa seca de yeso (m) = 405 g

Masa seca total de la unidad de construcción (M) = 2700 g

Arcilla

45 La arcilla es un material de suelo natural que comprende uno o más minerales. Estos minerales pueden comprender filosilicatos de aluminio hidratados. Además, la arcilla puede comprender óxidos metálicos.

La arcilla para uso en las unidades de construcción de la presente invención se puede obtener de depósitos naturales. Alternativamente, o adicionalmente, se puede utilizar suelo arcilloso reciclado.

50 En realizaciones, la unidad de construcción puede comprender arcilla en una cantidad de 5 %, 6 %, 7 %, 8 %, 9 %, 10 %, 11 %, 12 %, 13 %, 14 %, 15 %, 16 %, 17 %, 18 %, 19 %, 20 %, 21 %, 22 %, 23 %, 24 %, 25 %, 26 %, 27 %, 28 %, 29 %, 30 %, 31 %, 32 %, 33 %, 34 %, 35 %, 36 %, 37 %, 38 %, 39 % o 40 % de la unidad de construcción en masa seca. En realizaciones, la unidad de construcción puede comprender en el rango de 5-

## ES 3 007 558 T3

40 %; 5-35; 5-30 %; 5-25; 5-20 %; 5-15 %; 8-20 %; 8-15; 8-12 %; 5-40 %; 5-30 %; 5-20 %; 5 % a 15 %; 10-40 %; 10-30 %; o 10-20 % de arcilla. En algunas realizaciones, la unidad de construcción puede comprender aproximadamente un 10 % de arcilla en masa seca en la unidad de construcción.

- 5 Se prefiere un 10 % de arcilla ya que esto proporciona las cargas de partículas atractivas necesarias dentro de la mezcla y logra una distribución de tamaño de partícula bien graduada de los materiales en la mezcla. En algunas realizaciones, la arcilla puede ser suelo que se ha clasificado formalmente como arcilla.

### Material agregado

- 10 El material agregado para uso en la unidad de construcción puede comprender piezas de piedra triturada (es decir, grava y arena). En uso, al formar la unidad de construcción, el material agregado se intercala entre el yeso y la arcilla. Como se apreciará, se pueden utilizar agregados de diferentes dimensiones para dar la resistencia necesaria a la unidad de construcción. Una vez que se produce el ladrillo, se puede triturar y los agregados dentro de la mezcla se pueden separar y medir y potencialmente reutilizar para otra aplicación o ladrillo.

- 15 El tamaño del material agregado puede variar. Por ejemplo, el agregado puede tener menos de 1 mm en el ancho de sección transversal más grande o 5, 10, 15, 20 mm en el ancho de sección transversal.

La nomenclatura utilizada, por ejemplo grava fina y grava mediana, se refiere al sistema de clasificación de suelos británico. De acuerdo con este sistema de clasificación:

- La grava mediana está en el rango de 6-20 mm.
- La grava fina está en el rango de 2-6 mm.
- 20 • La arena gruesa está en el rango de 600 µm-2 mm.
- La arena mediana está en el rango de 200-600 µm.
- La arena fina está en el rango de 60-200 µm.

Esta clasificación también se muestra en la figura 4. El tamaño se refiere al ancho de la sección transversal.

El material agregado se proporciona mediante agregado de tamaño según las reivindicaciones.

- 25 El agregado de tamaño 6-20 mm puede estar en una cantidad de 3 %, 4 %, 5 %, 6 %, 7 %, 8 %, 9 %, 10 %, 11 %, 12 %, 13 %, 14 %, 15 %, 16 %, 17 %, 18 %, 19 %, 20 %, 21 %, 22 %, 23 %, 24 %, o 25 %. Por ejemplo, el agregado de tamaño 6-20 mm puede usarse en un rango de 3-20 %; 3-15 %; 3-10 %; 5-25 %; 5-20 %; 5-15 %; 7-25 %; 7-20 %; 7-15 %; 7-10 %; 10-25 %; 10-20 %; o 10-15 %. El agregado de tamaño de 6-20 mm puede ser grava mediana.

- 30 El agregado de tamaño de 2-6 mm puede estar en una cantidad de 15 %, 16 %, 17 %, 18 %, 19 %, 20 %, 21 %, 22 %, 23 %, 24 %, 25 %, 26 %, 27 %, 28 %, 29 %, 30 %, 31 %, 32 %, 33 %, 34 %, 35 %, 36 %, 37 %, 38 %, 39 % o 40 %. Por ejemplo, el agregado de tamaño de 2-6 mm se puede utilizar en un rango de 15-35 %; 15-30 %; 15-25 %; 20-40 %; o 20-30 %. El agregado de tamaño de 2-6 mm puede ser grava fina.

- 35 También se puede añadir arena en una cantidad de 20 %, 21 %, 22 %, 23 %, 24 %, 25 %, 26 %, 27 %, 28 %, 29 %, 30 %, 31 %, 32 %, 33 %, 34 %, 35 %, 36 %, 37 %, 38 %, 39 %; 40 %; 41 %, 42 %, 43 %, 44 %, 45 %, 46 %, 47 %, 48 %, 49 %, 50 %, 51 %, 52 %, 53 %, 54 %, 55 %, 56 %, 57 %, 58 %, 59 %, 60 %, 61 %, 61 %, 62 %, 63 %, 64 % o 65 %. Por ejemplo, el agregado, la arena se puede utilizar en un rango de 20-65 %; 20-60 %; 20-55 %; 20-50 %; 25-65 %; 25-60 %; 25-55 %; 25-50 %; 30-65 %; 30-60 %; 30-55 %; 30-50 %; 35-65 %; 35-60 %; 35-55 % o 35-50 %.

- 40 La arena puede ser gruesa, media y/o fina. Estas definiciones también son del sistema de clasificación de suelos británico como se muestra en la figura 2 y como se describe a continuación:

- La arena gruesa está en el rango de 600 µm-2 mm.
- La arena mediana está en el rango de 200-600 µm.
- La arena fina está en el rango de 60-200 µm.

- 45 Se puede utilizar una mezcla de dos o más tamaños de arena. Por ejemplo, 10-40 % de arena gruesa, 10-30 % de arena mediana y/o 3-15 % de arena fina para obtener arena en una cantidad de 20-65 % en masa seca en la unidad de construcción. Por ejemplo,

- Arena gruesa en una cantidad de 10 %, 11 %, 12 %, 13 %, 14 %, 15 %, 16 %, 17 %, 18 %, 19 %, 20 %, 21 %, 22 %, 23 %, 24 %, 25 %, 26 %, 27 %, 28 %, 29 %, 30 %, 31 %, 32 %, 33 %, 34 %, 35 %, 36 %, 37 %, 38

## ES 3 007 558 T3

%, 39 % o 40 %. Por ejemplo, en un rango de 10-40 %; 10-35 %; 10-30 %; 10-25 %; 10-20 %; 15-40 %; 15-35 %; 15-30 %; 15-25 %; y/o

5 • Arena mediana en una cantidad de 10 %, 11 %, 12 %, 13 %, 14 %, 15 %, 16 %, 17 %, 18 %, 19 %, 20 %, 21 %, 22 %, 23 %, 24 %, 25 %, 26 %, 27 %, 28 %, 29 % o 30 %. Por ejemplo, en un rango de 10-30 %; 10-25 %; 10-20 %; 15-30 % o 15-25 %; y/o

• Arena fina en una cantidad de 3 %, 4 %, 5 %, 6 %, 7 %, 8 %, 9 %, 10 %, 11 %, 12 %, 13 %, 14 % o 15 %. Por ejemplo, en un rango de 3-15 %; 3-10 %; 5-15 %; o 5-10 %.

Por lo tanto, los materiales agregados comprenden una mezcla de agregados de tamaño: según las reivindicaciones.

10 Una distribución de partículas bien graduada se puede ver en la figura 3. Aquí es donde la representación gráfica del tamaño de partícula del agregado frente al porcentaje que pasa da como resultado una curva que generalmente es constante en todo el rango de tamaños de partículas de modo que no hay deficiencia o exceso de ningún tamaño de partícula de agregado en particular. [El método típico para obtener la distribución del tamaño de partícula de los agregados se lleva a cabo agitando una muestra seca del material a través de un conjunto de tamices y registrando la masa retenida en cada tamiz. El sistema de clasificación adoptado por la institución de normativa británica es el sistema MIT (instituto tecnológico de Massachusetts). El porcentaje que pasa es el porcentaje de la masa total que ha pasado a través de un tamiz individual siguiendo la norma en términos de tamaño de tamices y orden de prueba]. Para obtener una distribución de partículas bien graduada, los materiales agregados utilizados comprenden una mezcla de tres tamaños de agregado según las reivindicaciones.

20 El agregado de tamaño 6-20 mm puede estar en una cantidad de 3 %, 4 %, 5 %, 6 %, 7 %, 8 %, 9 %, 10 %, 11 %, 12 %, 13 %, 14 %, 15 %, 16 %, 17 %, 18 %, 19 %, 20 %, 21 %, 22 %, 23 %, 24 %, o 25 %. Por ejemplo, el agregado de tamaño 6-20 mm puede usarse en un rango de 3-20 %; 3-15 %; 3-10 %; 5-25 %; 5-20 %; 5-15 %; 7-25 %; 7-20 %; 7-15 %; 7-10 %; 10-25 %; 10-20 %; o 10-15 %. El agregado de tamaño de 6-20 mm puede ser grava mediana.

25 El agregado de tamaño de 2-6 mm puede estar en una cantidad de 15 %, 16 %, 17 %, 18 %, 19 %, 20 %, 21 %, 22 %, 23 %, 24 %, 25 %, 26 %, 27 %, 28 %, 29 %, 30 %, 31 %, 32 %, 33 %, 34 %, 35 %, 36 %, 37 %, 38 %, 39 % o 40 %. Por ejemplo, el agregado de tamaño de 2-6 mm se puede utilizar en un rango de 15-35 %; 15-30 %; 15-25 %; 20-40 %; o 20-30 %. El agregado de tamaño de 2-6 mm puede ser grava fina.

30 El agregado de tamaño 600  $\mu\text{m}$ -2 mm puede estar en una cantidad de 10 %, 11 %, 12 %, 13 %, 14 %, 15 %, 16 %, 17 %, 18 %, 19 %, 20 %, 21 %, 22 %, 23 %, 24 %, 25 %, 26 %, 27 %, 28 %, 29 %, 30 %, 31 %, 32 %, 33 %, 34 %, 35 %, 36 %, 37 %, 38 %, 39 % o 40 %. Por ejemplo, el agregado de tamaño 600  $\mu\text{m}$ -2 mm se puede utilizar en un rango de 10-35 %; 10-30 %; 10-25 %; 10-20 %; 15-30 % o 15-25 %. El agregado de tamaño 600  $\mu\text{m}$ -2 mm puede ser arena gruesa.

35 El agregado de tamaño 200-600  $\mu\text{m}$  puede estar en una cantidad de 10 %, 11 %, 12 %, 13 %, 14 %, 15 %, 16 %, 17 %, 18 %, 19 %, 20 %, 21 %, 22 %, 23 %, 24 %, 25 %, 26 %, 27 %, 28 %, 29 % o 30 %. Por ejemplo, el agregado de tamaño 200-600  $\mu\text{m}$  puede usarse en un rango de 10-25 %; 10-20 %; 15-30 % o 15-25 %. El agregado de tamaño 200-600  $\mu\text{m}$  puede ser arena mediana.

40 El agregado de tamaño 60-200  $\mu\text{m}$  puede estar en una cantidad de 3 %, 4 %, 5 %, 6 %, 7 %, 8 %, 9 %, 10 %, 11 %, 12 %, 13 %, 14 % o 15 %. Por ejemplo, el agregado de tamaño 60-200  $\mu\text{m}$  puede usarse en un rango de 3-10 %; 5-15 %; o 5-10 %. El agregado de tamaño 60-200  $\mu\text{m}$  puede ser arena fina.

Tres o más de los agregados anteriores se mezclan para lograr una distribución de partículas bien graduada en la unidad de construcción resultante como se muestra en la figura 3 según las reivindicaciones.

Algunos ejemplos de mezclas para unidades de construcción incluyen:

- 45
- 15 % de yeso;
  - 10 % de arcilla;
  - 6 % de grava mediana (tamaño 6-20 mm);
  - 26 % de grava fina (tamaño 2-6 mm);
  - 20 % de arena gruesa (tamaño 600  $\mu\text{m}$ -2 mm);
- 50
- 17 % de arena mediana (tamaño 200-600  $\mu\text{m}$ ); y
  - 6 % de arena fina (tamaño 60-200  $\mu\text{m}$ ).

## ES 3 007 558 T3

El material agregado puede estar en una cantidad de 60-90 % de la unidad de construcción en masa seca. Por ejemplo, el material agregado puede estar en una cantidad de 60, 65, 70, 75, 80, 85 o 90 % en masa seca.

El material agregado es preferiblemente de residuos inertes de construcción y demolición.

Porcentaje de/en masa seca

- 5 Los porcentajes utilizados para definir la unidad de construcción son porcentajes en masa seca.

El porcentaje en masa seca total es la relación de una sustancia con masa (m) con respecto a la masa total de la mezcla (M), definida como:

$$\text{Porcentaje de masa seca} = m/M \times 100$$

Donde la masa es usual en gramos o kg.

- 10 Sin cocer

La fabricación de ladrillos cocidos tradicionales y bloques de hormigón para su uso en la construcción no es respetuosa con el medio ambiente. Producir energía para la cocción es costoso y tiene un impacto en el medio ambiente.

- 15 En lugar de ser cocidas, las unidades de construcción de la invención se secan al aire. Como los ladrillos secados al aire no tienen emisiones asociadas de la planta de producción durante la fabricación, tienen una energía incorporada mucho menor (aproximadamente 1/10 de la de los ladrillos cocidos tradicionales). Por ejemplo, la energía incorporada promedio para un ladrillo cocido tradicional es aproximadamente 3 MJ/kg en comparación con 0.44 MJ/kg para ladrillos secados al aire.

- 20 Los ladrillos secados al aire también pueden ayudar a regular el humedecimiento dentro de un edificio. La investigación académica indica que la mampostería sin cocer tiene un potencial mucho mayor para regular el humedecimiento interior que los materiales de construcción convencionales. Por lo tanto, las paredes y los techos higroscópicos como los que proporcionarían las unidades de construcción descritas brindan una estabilidad sustancial al humedecimiento relativo interior. Como resultado de los beneficios de esta amortiguación del humedecimiento, el uso de mampostería sin cocer puede reducir el crecimiento de moho,
- 25 reducir el consumo de energía del aire acondicionado y aumentar la durabilidad de los materiales de construcción.

Los ladrillos secados al aire también tienen una masa térmica más alta debido a su densidad. Por ejemplo, los ladrillos secados al aire pueden tener conductividades térmicas de aproximadamente 0.38-0.74 W/mk. En contraste, las conductividades térmicas de los ladrillos de hormigón cocido tienen un rango de 1.2-1.8 W/mk.

- 30 Aditivos

Si una unidad de construcción se va a utilizar externamente, se puede añadir pigmento u otro aditivo para aumentar la impermeabilización de las unidades de construcción. Los pigmentos, tales como los tóneres de cartuchos de impresión reciclados, pueden proporcionar características de modo que la unidad de construcción no absorba tanta humedad como sin la inclusión de pigmentos. Ventajosamente, el pigmento puede mejorar la

35 unión intermolecular entre el yeso, la arcilla y los materiales agregados en la unidad de construcción.

Adecuadamente, dicho pigmento también puede proporcionar color a las unidades con fines estéticos.

Adecuadamente, se puede añadir pigmento a la unidad de construcción en una cantidad de hasta el 15 % en masa seca de la unidad de construcción.

- 40 El pigmento puede proceder de fuentes recicladas. Por ejemplo, el pigmento puede reciclarse a partir de cartuchos de impresora residuales. De manera adecuada, el pigmento puede obtenerse a partir de cartuchos de tóner reciclados conforme con las credenciales ambientales de la invención.

- 45 Las partículas de pigmento pueden intercalarse entre el yeso y la arcilla proporcionados en la unidad de construcción. En realizaciones, la inclusión de tipos particulares de pigmentos, por ejemplo, tóner reciclado de residuos de cartuchos de impresora, puede hacer que las unidades de construcción resultantes sean más resistentes a la entrada de agua y/o al transporte de agua a través de la unidad de construcción. En realizaciones, el pigmento puede tener un tamaño de partícula de 5 micrones, 10 micrones, 15 micrones o 20 micrones.

El pigmento se puede añadir en una cantidad de 1 a 30 % de la masa seca total de la unidad de construcción, preferiblemente, entre 5 a 20 %.

Materiales excluidos

Por razones medioambientales, el cemento se excluye de la unidad de construcción. La producción de cemento para su uso en bloques de hormigón requiere enormes cantidades de energía.

- 5 Por razones de resistencia y función, se pueden excluir otros materiales de la unidad de construcción. Por ejemplo, se puede excluir material orgánico tal como agua residual. El uso de material orgánico significa que los componentes de la unidad de construcción no están bien definidos y puede provocar que la unidad de construcción resultante sea inestable debido a la descomposición. Además, el material orgánico puede provocar que la unidad de construcción tenga un olor poco atractivo. El material orgánico se puede definir como sustancias que contienen carbono formadas por organismos vivos.
- 10 La sal añadida, por ejemplo, en forma de sal marina, también se puede excluir, ya que provoca que las unidades de construcción resultantes se manchen, en particular en condiciones húmedas. Más importante aún, la sal también puede filtrarse de la unidad de construcción, causando la degradación del mortero cercano y, por lo tanto, daño estructural.
- 15 Otras sustancias, por ejemplo, alquitrán y/o cenizas volantes, también pueden excluirse de la unidad de construcción. El alquitrán es tóxico. Además, el alquitrán no es respetuoso con el medio ambiente, por lo que no se ajusta a las credenciales ecológicas de la unidad de construcción descrita.

Método

En el método para fabricar la unidad de construcción, el método puede comprender el preprocesamiento/pretratamiento del yeso antes de su uso en el método.

- 20 En algunas realizaciones, el pretratamiento de los residuos de paneles de escayola para proporcionar yeso para su uso en el método para fabricar las unidades de construcción de la presente invención incluye; procesos de fragmentación, trituración y/o separación por aire para producir un material de grano grueso con una distribución de tamaño de partícula de 0.063 a 16 mm, por ejemplo, como se especifica en la tabla 1, PAS 109:2013 especificación para la producción de yeso reprocesado a partir de residuos de paneles de escayola.
- 25 Se puede proporcionar un pretratamiento adicional del panel de escayola mediante molienda, por ejemplo, utilizando un molino de martillos para moler y cribar el yeso para proporcionar un material de grano grueso con una distribución de tamaño de partícula de material particular de 0.063-2 mm, por ejemplo, como se especifica en la tabla 1, PAS 109:2013 que se puede encontrar en <https://www.gov.uk/government/publications/recycled-gypsum-from-waste-plasterboard-quality-protocol/recycled-gypsum-from-waste-plasterboard-quality-protocol>.
- 30 Además, el yeso se puede tamizar a través de uno de 600 µm antes de usarse en el método.
- Preferiblemente, el contenido de humedad del yeso se reduce de modo que el yeso forme un estado hemihidratado. La reducción del contenido de humedad del yeso residual mejora sus propiedades de microestructura, lo que da como resultado una fracción de huecos más pequeños y mejores propiedades mecánicas. Esto, a su vez, mejora la resistencia de la unidad de construcción.
- 35 Para reducir el contenido de humedad, el yeso puede calentarse a entre 80-250 °C; 80-200 °C; 80-150 °C; o 100-150 °C. El yeso puede calentarse a estas temperaturas durante 1-2 días, aproximadamente 1 día; 6-24 horas; 12-24 horas; 18-24 horas; 6-18 horas; o 6-12 horas. Por ejemplo, el yeso puede calentarse a aproximadamente 150 °C durante aproximadamente 24 horas; o se podría utilizar una temperatura más alta, por ejemplo 200 °C, durante menos de 24 horas. Como alternativa o adicionalmente, se puede utilizar presión para reducir el contenido de humedad del yeso.
- 40 El yeso en su forma hemihidratada ha perdido el 75 % de su contenido de agua. Por lo tanto, para comprobar si el yeso ha alcanzado su estado hemihidratado, se puede pesar el yeso antes y después del tratamiento térmico y/o de presión. A continuación, se puede calcular la pérdida de agua del yeso con base en la pérdida de peso después del tratamiento. Por ejemplo:
- 45 El peso molecular del yeso  $\text{CaSO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2 = 172.64$ . El agua constituye 34.014 g de este peso molecular. Al calentar, el contenido de agua se reduce. Cuando el porcentaje de agua es de alrededor del 5 % del yeso, el yeso alcanza su estado hemihidratado. Es decir, si el yeso pesaba inicialmente 172.64 g antes del calentamiento. Después del calentamiento, el peso molecular del yeso será de aproximadamente 147 g (138.6 de yeso y 8.6 g de agua) si se ha alcanzado el estado hemihidratado.
- 50 También se puede llevar a cabo, como alternativa, un preprocesamiento/pretratamiento de uno o más de los otros componentes (arcilla o agregado).

Por ejemplo, los componentes se pueden clasificar por tamaño de partícula. Esto se puede hacer tamizando los componentes para controlar el tamaño de partícula utilizado para la fabricación de las unidades de construcción.

## ES 3 007 558 T3

En las realizaciones, en el preprocesamiento, la arcilla se puede descomponer (por ejemplo, utilizando un taladro percutor) y pasar a través de un tamiz de 150 µm. El tamaño de partícula de arcilla puede variar hasta un máximo de 0.002 mm.

5 Uno o más de los otros componentes (arcilla o agregado) de la unidad de construcción se pueden secar antes de mezclar. El secado ayuda a garantizar que el contenido de humedad en la unidad de ladrillo terminada se controle y optimice para mejorar las características de rendimiento.

10 El secado adecuado de los demás componentes (arcilla o agregado) para su uso en la fabricación de la unidad de construcción se puede realizar en un horno. La temperatura del horno para el secado puede ser de alrededor de 105 °C. Por ejemplo, en realizaciones, el secado se puede realizar a una temperatura de 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105 o 110 °C durante al menos 24 horas. El secado se puede realizar según lo especificado por la normativa británica BS-EN 772-1, métodos de prueba para unidades de mampostería para unidades de construcción con suelos arcillosos.

15 El secado se puede realizar desde 1 hora hasta toda la noche dependiendo del contenido de humedad inicial del componente. Por ejemplo, el secado del agregado puede ser durante toda la noche o durante 6-24 horas a 105 °C. El secado de la arcilla puede ser de 6-24 horas a 105 °C.

Una vez secos, los componentes se pueden almacenar en recipientes herméticos para garantizar que los componentes no se rehidraten por la humedad ambiental del aire.

20 Convenientemente, el contenido de humedad de los componentes de la unidad de construcción se puede probar antes de mezclar. Dependiendo del contenido de humedad inicial de los componentes, puede que no sea necesario secar los componentes, y/o la cantidad de agua añadida a la mezcla se puede ajustar para tener en cuenta el contenido de humedad de los componentes durante la fabricación de la unidad de construcción. Se puede alcanzar un contenido de humedad del 8-40 %, por ejemplo del 12-26 %, de la masa seca total de la unidad de construcción antes de mezclar.

25 El método utilizado para probar el contenido de humedad de los componentes puede ser cualquier método adecuado como se conoce en la técnica, por ejemplo en el laboratorio para determinar el contenido de humedad de la arcilla, yeso o agregados, se puede tomar una muestra del material y pesarla, luego secarla en horno a 105 °C durante 24 horas antes de pesarla nuevamente. La diferencia de masa permite calcular el contenido de humedad (el contenido de humedad es la masa del agua dividida por la masa de los sólidos secos). Alternativamente, se puede utilizar un sensor de humedad para determinar el contenido de humedad de los materiales.

30 Adecuadamente, los componentes yeso, materiales agregados y arcilla se mezclan hasta que se alcanza una mezcla homogénea.

También se puede añadir un aditivo, por ejemplo un pigmento tal como un tóner, a los materiales de yeso, arcilla y agregados.

35 Después de mezclar para dispersar los materiales de yeso, arcilla y agregados y formar una mezcla sustancialmente homogénea, se detiene la mezcla y se añade agua a la mezcla. A continuación, la mezcla de yeso, arcilla y agregados se mezcla con el agua. Esta mezcla puede tardar, por ejemplo, 1 minuto.

La mezcla se puede realizar mediante un mezclador mecánico o se puede mezclar manualmente.

40 Adecuadamente, durante la fabricación de la unidad de construcción, se añade agua a la mezcla hasta que la mezcla tenga un contenido de agua/humedad en el rango de 8-40 %, por ejemplo 12-26 %, de la masa seca total de la unidad de construcción.

A continuación, la unidad de construcción se puede comprimir, compactar o extruir. Después de la compresión, compactación o extrusión, la unidad de construcción se puede secar al aire hasta que se alcance la igualación de la humedad interna y el humedecimiento relativo del aire.

45 En realizaciones, en el método, la mezcla de yeso, arcilla y agregado puede tener un contenido final de agua/humedad de 12-26 % antes de colocarse en un molde (por ejemplo, molde de acero inoxidable).

50 Adecuadamente, la mezcla se puede verter en el molde en un solo paso o de forma incremental. Esto puede ayudar a evitar el desarrollo de brechas de aire que pueden producirse en las esquinas del molde. El uso de una placa vibratoria también puede evitar el desarrollo de brechas de aire. La mezcla se compacta entonces en el molde. Alternativamente, la compactación se puede llevar a cabo utilizando una prensa mecánica. Por ejemplo, se puede colocar un inserto de acero en la parte superior de la mezcla dentro del molde para permitir una presión uniforme en toda la superficie. El molde, lleno con la mezcla, se puede colocar entonces debajo de la prensa mecánica y se lo puede someter a una fuerza mínima de 10 kN. Esto logra una compactación

completa en una sola capa. Convenientemente, la superficie superior de la mezcla en el molde se puede nivelar antes de que se produzca la compactación.

La compactación se puede llevar a cabo de forma manual o automática.

- 5 En una metodología alternativa, una unidad de construcción de mayor tamaño se puede compactar en múltiples capas. Cada capa se comprime según el proceso descrito anteriormente, pero en su lugar se la somete a una fuerza antes de la adición de la capa posterior de mezcla. Además, entre capas, puede ser necesario dispersar la superficie superior para asegurar una unión adecuada de las capas.

Una vez que se completa la compactación, se puede calcular la densidad aparente conociendo la masa y el volumen de la unidad de construcción.

- 10 Después de la compactación, la mezcla de yeso, arcilla y agregados puede dejarse en el molde durante 4 horas o más.

- 15 A continuación, se retira el molde y se deja que la unidad de construcción se seque al aire o se "cure al aire", por ejemplo, durante un mínimo de 24 horas, 48 horas, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 o 28 días, según el protocolo exacto seguido y la inclusión de aditivos. El secado al aire (o curado) es una alternativa a la cocción. El secado al aire implica dejar la unidad de construcción compactada, comprimida o extruida al aire libre para que se seque durante un período de tiempo. El secado al aire o curado se realiza preferiblemente de una manera que garantice un flujo de aire suficiente alrededor de todas las superficies de la unidad de construcción. Por ejemplo, se puede utilizar una rejilla.

- 20 El curado al aire se puede realizar a temperatura ambiente (por ejemplo, a temperatura ambiente entre 4 y 35 °C). Adecuadamente, el aire puede tener un contenido de humedad dependiendo del humedecimiento relativo.

De manera adecuada, el progreso del curado al aire se puede monitorizar pesando la unidad de construcción. En las realizaciones, cuando el peso de la unidad de construcción no cambia significativamente, por ejemplo cuando se mide durante 2 o más días, la unidad de construcción está lista para su uso.

- 25 Normalmente, por ejemplo, cuando la masa total de la unidad de construcción no experimenta una pérdida adicional significativa de masa de agua, la unidad ha alcanzado el tiempo de curado.

En las realizaciones, una unidad de construcción de la presente invención puede tener una resistencia a la compresión de 1 a 20 N/mm<sup>2</sup>.

Preferiblemente, en las realizaciones, la resistencia a la compresión de una unidad de construcción puede estar entre 8 y 15 N/mm<sup>2</sup>.

- 30 Por ejemplo, la resistencia a la compresión media por unidad puede ser 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 o 12 N/mm<sup>2</sup>.

En las realizaciones, la unidad de construcción se puede utilizar en la cara externa de un edificio. La unidad de construcción también se puede utilizar para las paredes internas de un edificio. La unidad de construcción se puede utilizar como una unidad estructural.

Mezcla cruda

- 35 Una mezcla cruda para fabricar un ladrillo comprende los materiales de yeso, arcilla y agregado según las reivindicaciones.

- 40 El contenido de agua de la mezcla cruda se puede calcular y luego la mezcla se puede utilizar con agua adicional si es necesario de acuerdo con el método anterior. La mezcla se puede sellar en un recipiente hermético con el contenido de agua calculado y visualizado en el recipiente de manera que la mezcla cruda esté lista para su uso con solo la cantidad de agua indicada para añadir.

### Ejemplos

#### Ejemplo 1-Método para fabricar una unidad de construcción en un laboratorio

A continuación se proporciona un ejemplo del proceso de producción para proporcionar una unidad de construcción. Convenientemente, la fabricación puede incluir cinco etapas.

- 45 a) preparar los componentes;  
b) pesar los componentes;  
c) mezclar los componentes;  
d) compactar; y

## ES 3 007 558 T3

e) acabar.

### Preparación de materiales

Cuando llegaron los componentes crudos, se llevaron a cabo preparaciones iniciales para lograr consistencia dentro de cada unidad de construcción producida.

- 5 El yeso se pasó a través de un tamiz de 600 µm utilizando una placa vibratoria. Todo el material que pasó a través del tamiz, cayendo sobre la placa base, se utilizó en la producción de la unidad de construcción. Este material se colocó en un horno a 140 °C durante 8 horas antes de comenzar la siguiente etapa. El yeso típicamente tiene entonces un 25 % del agua inicial contenida dentro de su estructura química. Es decir, el yeso está en su forma hemihidratada.
- 10 Los residuos de demolición minerales pueden proporcionar agregados reciclados, lavados y arena que forman los componentes agregados; grava, arena gruesa y fina. Estos componentes se colocan típicamente en un horno a 105 °C durante 24 horas para asegurar que toda la humedad haya abandonado el material.

- 15 Típicamente, la arcilla para uso en las unidades de construcción llegó intacta en grandes grumos. Antes de descomponerse, la arcilla se secó en un horno a 105 °C durante la noche. Los grumos grandes se descompusieron utilizando un taladro percutor o equivalente hasta que el material pasó a través de un tamiz de 150 µm. Esta arcilla fina se secó luego durante la noche a 105 °C para retirar cualquier humedad presente.

Una vez enfriados, los componentes secos se colocaron en un recipiente hermético listo para su uso.

### Adición de materiales

- 20 Para obtener consistencia de una unidad a otra, cada componente seco se pesó con precisión. La tabla 1 muestra los componentes de la mezcla inicial de dos unidades de construcción (ladrillos) producidas.

Tabla 1 Componentes de la mezcla de una unidad de construcción de la invención.

Tipo de suelo (Clasificación normativa británica)	Tamaño de partícula (mm)	% de masa seca total	
arena fina	0.06-0.2	6	5
Arena mediana	0.2-0.6	17	16
arena gruesa	0.6-2.0	20	19
grava fina	2.0-6.0	26	24
grava mediana	6.0-20.0	6	6
arcilla	0-0.15	10	9
yeso	0.15-0.30	15	14
tóner (aditivo)	0.09	0	7

El ladrillo final tenía una masa de alrededor de 2700 g. La masa total puede cambiar a medida que cambia la humedad, dependiendo de las condiciones de humedecimiento relativo.

- 25 Para lograr una mezcla homogénea, los componentes se añadieron juntos en orden del tamaño de partícula más grande al más pequeño como se indica en la tabla 1. Adecuadamente, para formar una unidad de construcción de prueba, el método de fabricación puede comprender:
1. Colocar un cuenco pequeño de acero inoxidable sobre la balanza y ponerla en cero
  2. Pesar el componente de grava en el cuenco con una tolerancia de +/- 1 g
  - 30 3. Colocar el componente de grava en el cuenco mezclador
  4. Repetir los pasos 1 a 3 para todos los demás materiales secos en el orden que se muestra
  5. Pesar el agua siguiendo los pasos 1 a 3 y dejarla a un lado

### Componentes de mezcla

5 El proceso de mezclado asegura una mezcla homogénea que permite una buena compactación de la mezcla para formar la unidad de construcción. Inicialmente, una vez pesados, todos los materiales secos se mezclaron utilizando un mezclador de mortero mecánico durante 30 segundos hasta que se alcanzó una mezcla homogénea. El mezclador se detuvo y se añadió agua, si fue necesario, para alcanzar el contenido de humedad deseado de 12-26 % de la masa seca total antes de mezclar durante un minuto más. Como la mezcla fragua rápidamente, es importante retirar el material inmediatamente y comenzar el proceso de compactación.

Compactación

10 Una vez que la mezcla, incluyendo el agua, se mezcló de manera homogénea y quedó lista para la compactación, se utilizó una prensa mecánica o equivalente para proporcionar dicha compactación. La mezcla se colocó en un molde de ladrillo de acero inoxidable utilizando un raspador de metal en incrementos para empujar la mezcla hacia las esquinas del molde, con una superficie superior nivelada antes de la compactación. Una vez lleno, el molde se colocó debajo de la máquina de compactación y se colocó un inserto de acero dentro del molde de ladrillo para asegurar que se lograra una presión uniforme. La prensa mecánica ejerce una fuerza de 10 kN sobre la mezcla asegurando la compactación en una sola capa.

15 Las unidades de construcción se pueden fabricar en diferentes formas según se desee.

Acabado

20 Una vez compactada, la unidad de construcción (ladrillo) estaba lista para ser terminada utilizando el mismo raspador. Durante la compactación, el exceso de agua se difundió a la superficie superior, lo que permitió alisar la superficie superior presionando el raspador hacia abajo y tirando de él a lo largo de la parte superior del ladrillo. Este proceso logró un acabado liso y plano a lo largo de la parte superior de la unidad/ladrillo y se repitió en ambas direcciones. La unidad/ladrillo se dejó luego en el molde durante una hora antes de retirarlo. Una vez que se retiró el molde, la unidad/ladrillo se dejó secar en una atmósfera normal, es decir (15 °C-20 °C) o un mínimo de 14 días, pero potencialmente hasta 28 días. Este secado al aire hizo que la unidad/ladrillo alcanzara la temperatura ambiente y el contenido de humedad.

25 La unidad de construcción puede tener diferentes acabados superficiales según se desee.

**Ejemplo 2 - Resistencia a la compresión**

Los detalles de las características de resistencia a la compresión de diversas unidades/ladrillos se describen en las tablas 2-4 a continuación. Además, la figura 1 muestra la resistencia a la compresión de las unidades/ladrillos por contenido de humedad.

30 Tabla 2 Comparación de la resistencia a la compresión de las unidades de construcción con y sin tóner

Tipo de suelo (Clasificación normativa británica)	Tamaño de partícula (mm)	% de masa seca total	
arena fina	0.06-0.2	6	5
Arena mediana	0.2-0.6	17	16
arena gruesa	0.6-2.0	20	19
grava fina	2.0-6.0	26	24
grava mediana	6.0-20.0	6	6
arcilla	0-0.15	10	9
Yeso	0.15-0.30	15	14
Aditivo	0.09	0	7
Resistencia a la compresión sin confinamiento (N/mm <sup>2</sup> )		10	8

35 La distribución de partículas del ladrillo de la tabla 2 sin tóner se muestra en la figura 3. Esta figura muestra que el ladrillo tiene una distribución de partículas bien graduada. Es decir, un ladrillo en el que al graficar el tamaño de partícula del agregado en función del porcentaje que pasa se obtiene una curva que generalmente es constante en todo el rango de tamaños de partículas, de modo que no hay deficiencia ni exceso de ningún tamaño de partícula de agregado en particular.

Tabla 3 Comparación de la resistencia a la compresión de unidades de construcción con diferentes arcillas (Arcilla tipo A y arcilla tipo B)

Tipo de arcilla	Características de resistencia a la compresión observadas	
	Resistencia máxima (N/mm <sup>2</sup> )	Número de ladrillos probados
Arcilla tipo A (contenido de humedad del 16-20 %)	9	28
Arcilla tipo B (contenido de humedad del 16-20 %)	10	57

5

Tabla 4 Comparación de la resistencia a la compresión de unidades constructivas con diferentes porcentajes de componentes

tipo de suelo	Tamaño de partícula (mm)	ejemplos de otras mezclas							
		6	6	6	6	6	6	6	6
arena fina	0.06-0.2	6	6	6	6	6	6	6	6
arena mediana	0.2-0.6	17	15	14	14	14	17	17	17
arena gruesa	0.6-2.0	20	17	13	13	13	20	20	37
grava fina	2.0-6.0	26	26	26	26	26	15	37	0
grava mediana	6.0-20.0	6	6	6	6	0	25	0	15
arcilla	0-0.15	15	10	5	30	36	7	10	10
yeso	0.15-0.30	10	20	30	5	5	10	10	15
tóner (aditivo)		0	0	0	0	0	0	0	0
Resistencia a la compresión sin confinamiento (N/mm <sup>2</sup> )		7	5	2	3	2	3	4	3

**Ejemplo 3 - Tasa inicial de absorción de agua**

10 La tasa inicial de absorción de agua se calculó de acuerdo con la norma BS EN 772-11 del Reino Unido ("Métodos de prueba para unidades de mampostería Parte 11: Determinación de la absorción de agua de unidades de mampostería AC, AAC, MS y NS debido a la acción capilar y la tasa inicial de absorción de agua de unidades de mampostería de arcilla").

15 Después de secar hasta una masa constante, una cara de la unidad de construcción se sumergió en agua durante un período de tiempo específico (dependiendo del tipo de unidad de construcción que se esté evaluando, consulte a continuación). La unidad de mampostería se volvió a pesar después de la inmersión, y cualquier aumento de masa se puede atribuir a cualquier agua absorbida durante el período de inmersión.

20 Para las unidades de mampostería de arcilla, solo se midió la "tasa inicial de absorción de agua" de la cara del lecho, a diferencia de solo la "absorción de agua" para las unidades de construcción de hormigón agregado (AC) y piedra artificial (MS). En consecuencia, las dos últimas se sumergieron durante períodos de tiempo más prolongados (10 minutos en comparación con 60 segundos). Como la unidad de construcción contiene una cantidad mínima de arcilla, la unidad de construcción también se probó según las normas para unidades de construcción AC y MS. Los tiempos de inmersión para diferentes tipos de unidad de construcción se establecen a continuación:

- Arcilla (alta densidad): 60 +/- 2 s
- Hormigón agregado: 10 +/- 0.2 min
- 25 • Piedra artificial: 10 +/- 0.2 min-no debe superar los 9.0 g/m<sup>2</sup> s

Los resultados de esta prueba se muestran a continuación en la tabla 5.

# ES 3 007 558 T3

Tabla 5

Descripción	Cwi [kg/(m <sup>2</sup> xmín)]
Arcilla tipo A	1.52
Arcilla tipo B	1.52
Unidad pigmentada A	0.21-0.27
Unidad pigmentada B	0.041-0.055

### Ejemplo 4 - Cumplimiento de las normas del Reino Unido (BS EN) para unidades de construcción

5 La siguiente sección describe un régimen de pruebas que se identificó y se utilizó como parte del desarrollo de las unidades de construcción. Las normas citadas a continuación se han seguido con éxito y se presentan resultados indicativos.

Tabla 6 - Parámetros de prueba y norma de referencia del Reino Unido

Parámetro de prueba	Norma de referencia	Resultado de la prueba
Dimensiones	BS EN 772-16 (2011)	Después de la preparación, se miden el largo, el ancho y el alto de las muestras, el grosor de las láminas y las membranas, la profundidad de los agujeros y el paralelismo plano de las caras del lecho con un dispositivo adecuado. Utilizando un tamaño de ladrillo del Reino Unido de 215 × 102.5 × 65 mm, los ladrillos se midieron según la norma de referencia para garantizar que las dimensiones estuvieran dentro de las categorías de tolerancia BS adecuadas.
Densidad bruta	BS EN 772-13 (2000)	La densidad seca neta se ha calculado en 1750 kg/m <sup>3</sup>
Configuración	EN 1996-1-1 (2005)	No se encontraron huecos en la unidad de construcción, por lo que esta unidad se clasificó como Grupo 1. Esto significa que menos del 25 % de los huecos se formaron dentro del ladrillo. Bloques macizos - "bloques que no contienen huecos formales".
Resistencia a la compresión	BS EN 772-1 (2011)	Véase el ejemplo 2.
Clasificación al fuego	EN 13501-1 (a.2009)	Con base en la norma BS 771-3:2011 (5.11-Clasificación al fuego), este material puede clasificarse como A1 de forma predeterminada debido a que contiene "<1 % de masa de materiales orgánicos distribuidos homogéneamente".
Absorción de agua (inicial)	BS EN 772-11 (2011)	Véase el ejemplo 3.
Contenido de sal soluble activa	BS EN 772-5 (2001)	
Dimensiones (estándar de arcilla)	BS EN 771-1 (Arcilla)	T1 (La clase T1 significa que cuando se miden 10 ladrillos, hay una tolerancia de dimensiones de ±3 mm según la normativa británica especificada).
Dimensiones (estándar de hormigón agregado)	BS EN 771-3 (Hormigón agregado)	D1 (La clase D1 significa que cuando se miden 10 ladrillos, hay una tolerancia de dimensiones de +3 mm, -5 mm en todas las dimensiones según la normativa británica especificada)
Dimensiones (piedra artificial)	BS EN 771-5 (Piedra artificial)	D1 (La clase D1 significa que cuando se miden 10 ladrillos, hay una tolerancia de dimensiones de +3 mm, -5 mm en todas las dimensiones según la normativa británica especificada)

**Ejemplo 5 - Inclusión de aditivos**

Se realizaron las siguientes pruebas normativas en unidades de construcción para comprender los efectos del uso de polvo de tóner reciclado en la producción de la unidad:

- a. Prueba de resistencia a la compresión sin confinamiento
- 5 b. Prueba de sal soluble activa
- c. Medidas de succión (capacidad de retención de agua del material)

Se eligieron estas pruebas debido a los requisitos de regulación de construcción normativa del Reino Unido y la UE.

Los componentes utilizados en los ladrillos fueron los que se enumeran en la tabla 2.

10 Prueba de sales solubles de la unidad de construcción

Las concentraciones medidas de sodio (Na<sup>+</sup>) y potasio (K<sup>+</sup>) como porcentaje de la masa original y la suma de ellas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 7 Concentraciones de sodio (Na<sup>+</sup>) y potasio (K<sup>+</sup>) y la suma de ellas como porcentaje de la masa original

Muestra	Na <sup>+</sup> % en masa	K <sup>+</sup> % en masa	Contenido de sal soluble activa
Ladrillo (sin aditivo)	0.007	0.003	0.01
Con aditivo	0.007	0.003	0.01

15 Una alta concentración de sales solubles produce efervescencia de las sales presentes en las paredes de ladrillo, que normalmente se observa en forma de un depósito blanco sobre la superficie de los ladrillos. Esto es visualmente indeseable y puede provocar corrosión y/o degradación de los materiales de construcción circundantes. Por lo tanto, se lleva a cabo una prueba de sales solubles.

20 Todas las muestras analizadas tienen una concentración de 0.007 % en masa de Na<sup>+</sup> y 0.003 % en masa de K<sup>+</sup> y la suma total de % en masa es 0.01 %. Por lo tanto, los ladrillos analizados cumplen con la normativa británica para pruebas de sales solubles, como se establece anteriormente en la tabla 7.

Pruebas de resistencia a la compresión sin confinamiento

Los ladrillos (con y sin pigmento de tóner añadido a la mezcla) se probaron desde el día 4 del secado al aire hasta el día 29, el día después de finalizar el proceso de secado al aire.

25 Se encontraron los siguientes rangos de resistencia a la compresión:

- Sin aditivo: rango de resistencia a la compresión de los ladrillos: 5-10.4 N/mm<sup>2</sup>
- Aditivo (polvo de tóner): rango de resistencia a la compresión de los ladrillos: 5-7.9 N/mm<sup>2</sup>

Medidas de succión de ladrillos con y sin la adición de polvo de tóner.

30 Se probaron diez ladrillos para investigar el perfil de succión (succión matricial: acción capilar del agua dentro del material, así como succión osmótica debido a la reacción química) de los ladrillos con y sin polvo de tóner. De los diez ladrillos probados: cuatro ladrillos no contenían polvo de tóner; tres con una mezcla de polvo de tóner reciclado en tres cantidades diferentes (baja, media y alta en relación con una sola cantidad de polvo de tóner, luego el doble de la cantidad y luego el cuádruple de la cantidad) añadidas.

Resultados:

35 Con base en la evolución de la succión del material a lo largo de las pruebas realizadas en el tiempo, es evidente que la adición de pigmento puede aumentar la capacidad de retención de agua de las unidades. La igualación de la humedad y, en consecuencia, de la succión medida en las unidades sin pigmento se produjo alrededor de los 14 días y varió en el caso de las unidades con pigmento.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una unidad de construcción, la unidad que comprende yeso, arcilla y materiales agregados en donde los materiales agregados comprenden tres o más rangos de tamaño diferentes de agregado, y en donde los rangos de tamaño comprenden al menos uno de a) 6-20 mm; o b) 2-6 mm; y al menos uno de c) 600  $\mu\text{m}$ -2 mm; d) 200-600  $\mu\text{m}$  y/o e) 60-200  $\mu\text{m}$ , en donde el tamaño de los agregados está según el sistema de clasificación de suelos británico; y
- en donde los materiales agregados comprenden:
- a) Agregado de tamaño 6-20 mm en el rango de 3-25 % de masa seca (p/p);
- b) Agregado de tamaño 2-6 mm en el rango de 15-40 % de masa seca (p/p);
- 10 c) Agregado de tamaño 600  $\mu\text{m}$ -2 mm en el rango de 10-40 % de masa seca (p/p);
- d) Agregado de tamaño 200-600  $\mu\text{m}$  en el rango de 10-30 % de masa seca (p/p);
- e) Agregado de tamaño 60-200  $\mu\text{m}$  en el rango de 3-15 % de la masa seca (p/p)
- en donde la unidad constructiva no comprende cemento.
2. La unidad de construcción de la reivindicación 1, en donde:
- 15 a) el yeso está en el rango del 5-35 % de la masa seca (p/p) o
- b) la arcilla está en el rango del 5-40 % de la masa seca (p/p).
3. La unidad de construcción de las reivindicaciones 1 a 2, en donde los materiales agregados comprenden:
- a) Agregado de tamaño 6-20 mm en el rango de 3-15 % de masa seca (p/p);
- b) Agregado de tamaño 2-6 mm en el rango de 20-30 % de masa seca (p/p);
- 20 c) Agregado de tamaño 600  $\mu\text{m}$ -2 mm en el rango de 10-40 % de masa seca (p/p);
- d) Agregado de tamaño 200-600  $\mu\text{m}$  en el rango de 10-30 % de masa seca (p/p); o
- e) Agregado de tamaño 60-200  $\mu\text{m}$  en el rango de 3-15 % de masa seca (p/p).
4. La unidad constructiva de las almejas 1 a 3, en donde el agregado de tamaño:
- a) 6-20 mm y/o agregado de tamaño 2-6 mm es grava: o
- 25 b) 600  $\mu\text{m}$ -2 mm; 200-600  $\mu\text{m}$  y/o 60-200  $\mu\text{m}$  es arena.
5. La unidad de construcción de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad de construcción comprende yeso reciclado, suelo arcilloso reciclado o agregado obtenido a partir de residuos inertes reciclados de construcción y demolición.
6. La unidad de construcción de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un aditivo, preferiblemente en donde el aditivo es un pigmento.
- 30 7. La unidad de construcción de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad de construcción no comprende alquitrán.
8. Una mezcla cruda para fabricar una unidad de construcción sin cocer en donde la mezcla cruda comprende
- 35 tamaño diferentes de agregado, y en donde los rangos de tamaño comprenden al menos uno de a) 6-20 mm; o b) 2-6 mm; y al menos uno de c) 600  $\mu\text{m}$ -2 mm; d) 200-600  $\mu\text{m}$  y/o e) 60-200  $\mu\text{m}$ , en donde el tamaño del agregado está según el sistema de clasificación de suelos británico; y
- en donde los materiales agregados comprenden:
- a) Agregado de tamaño 6-20 mm en el rango de 3-25 % de masa seca (p/p);
- 40 b) Agregado de tamaño de 2-6 mm en el rango de 15-40 % de masa seca (p/p);
- c) Agregado de tamaño 600  $\mu\text{m}$ -2 mm en el rango de 10-40 % de masa seca (p/p);
- d) Agregado de tamaño 200-600  $\mu\text{m}$  en el rango de 10-30 % de masa seca (p/p);

## ES 3 007 558 T3

- e) Agregado de tamaño 60-200  $\mu\text{m}$  en el rango de 3-15 % de masa seca (p/p), en donde la mezcla cruda no comprende cemento.
9. Un método para fabricar la unidad de construcción de las reivindicaciones 1 a 7 que comprende
- a) mezclar el yeso, la arcilla y los materiales agregados;
- 5 b) añadir agua al material de yeso, arcilla y agregado mezclados de manera que se proporcione agua en un rango de 8-40 % de la masa seca del material mezclado (p/p);
- c) compactar, comprimir o extruir el material mezclado del paso b; y
  - d) dejar que el material mezclado del paso c se seque, en donde el método no comprende añadir cemento para formar la unidad de construcción.
- 10 10. El método de la reivindicación 9, en donde el yeso es yeso reciclado o yeso de desulfuración de gases de combustión.
11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, que comprende el paso adicional de procesar el yeso para reducir su contenido de humedad antes de mezclarlo con la arcilla y los materiales agregados.
- 15 12. El método de la reivindicación 11, en donde el paso de procesamiento comprende reducir el yeso para formar yeso hemihidratado.
13. El método de la reivindicación 11 o 12, en donde el paso de procesamiento comprende calentar o presurizar el yeso para reducir su contenido de humedad, preferiblemente en donde el calentamiento se realiza a una temperatura de 80-200 °C, preferiblemente 150 °C durante 24 horas.
14. La unidad de construcción de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la unidad de construcción no está cocida.
- 20 15. El método de las reivindicaciones 9 a 13, en donde el método no incluye cocer las unidades de construcción.

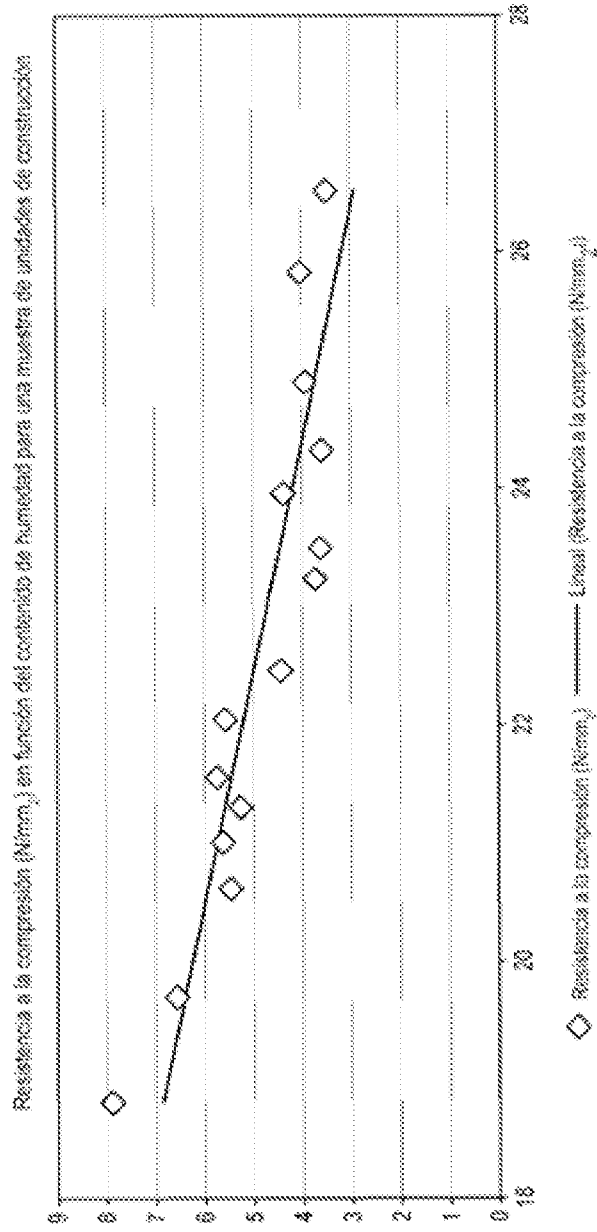


FIG. 1

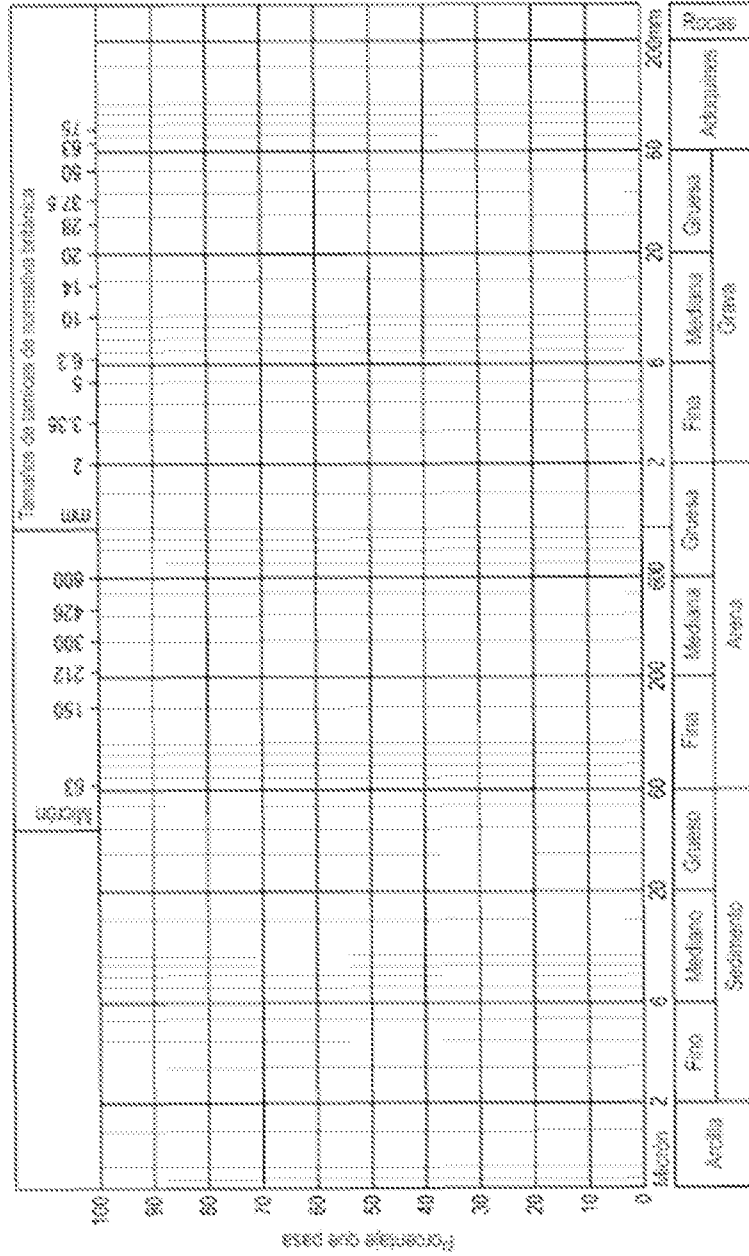


FIG. 2

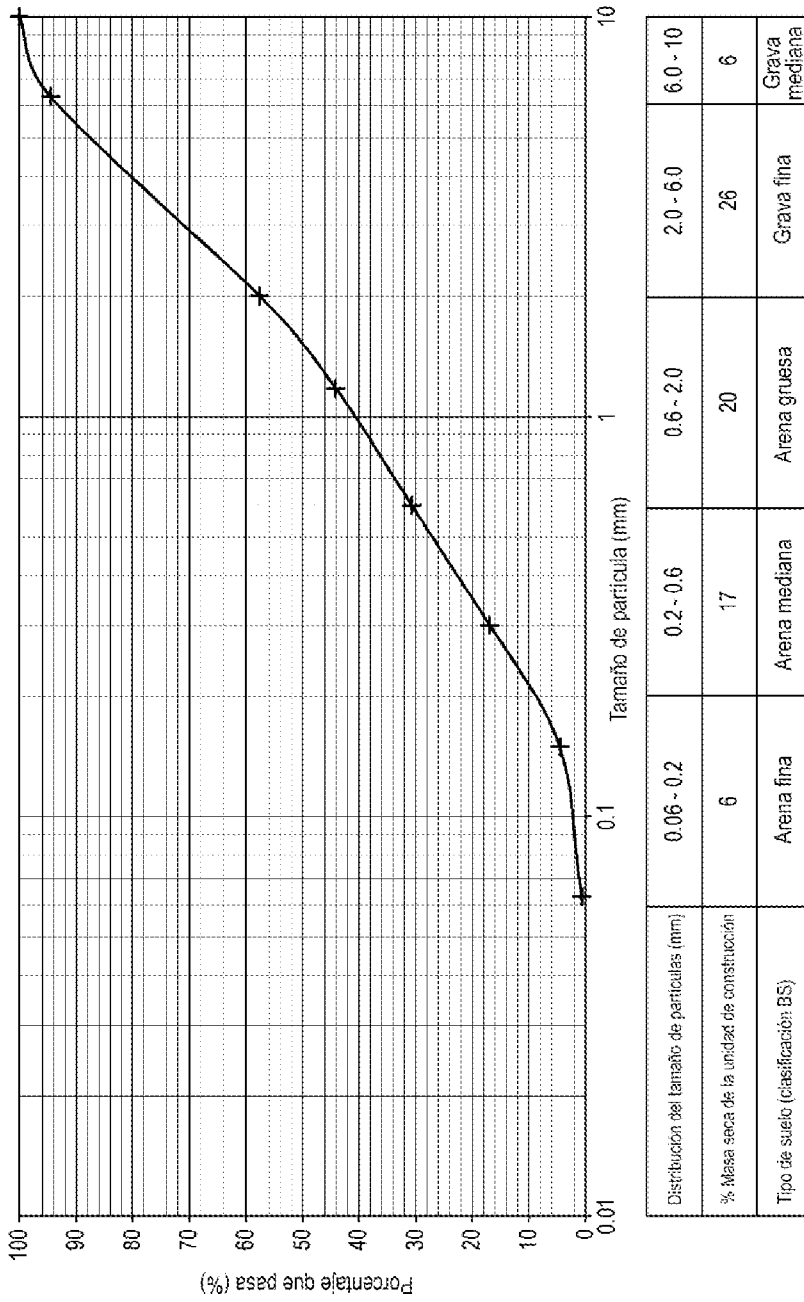


FIG. 3