

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 941 671**

51 Int. Cl.:

C04B 28/02 (2006.01)

C04B 18/04 (2006.01)

C04B 28/00 (2006.01)

C04B 111/10 (2006.01)

C04B 111/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.11.2016** **PCT/US2016/060639**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.05.2018** **WO18084858**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2016** **E 16920601 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2023** **EP 3535226**

54 Título: **Método para aplicar un material no basado en cemento portland**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
24.05.2023

73 Titular/es:

EN-TECH CORPORATION (100.0%)
91 Ruckman Road
Closter, New Jersey 07624, US

72 Inventor/es:

CAMALI, EUGENE JAMES;
SCHRELL, ANDREAS y
BENZ, ROBERT GEORGE

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 941 671 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 para aplicar un material no basado en cemento portland

5 Campo Técnico

Esta divulgación se refiere a materiales de construcción y, más particularmente, a un método para fabricar y aplicar materiales de construcción.

10 Antecedentes

Los enfoques existentes en los campos de renovación de alcantarillado y restauración y construcción de hormigón pueden implicar la aplicación de hormigón proyectado, que puede proyectarse neumáticamente hacia la superficie que necesita reparación o construcción. Este hormigón proyectado incluye materiales que se encuentran en el hormigón básico, como arena, cemento Portland y líquido. En un sitio de trabajo en particular, este hormigón proyectado puede tomar la forma de una aplicación de mezcla seca o húmeda. La expresión "mezcla seca" típicamente implica la transferencia neumática de algunos o todos los materiales en estado seco, a través de una manguera, a una boquilla donde un operador puede controlar la aplicación de líquido a la mezcla seca en la boquilla antes de la proyección de la sustancia. Por el contrario, la expresión "mezcla húmeda" típicamente implica la transferencia de un hormigón previamente mezclado, incluido el líquido, a través de una manguera antes de la proyección.

Algunas compañías han intentado alterar la composición material del hormigón proyectado para obtener ciertos beneficios. En consecuencia, algunos enfoques pueden implicar el uso de geopolímeros. Sin embargo, estos materiales a menudo están sujetos a corrosión como resultado del material orgánico inherente a estos productos. Por ejemplo, Milliken® fabrica varios productos bajo su GeoSpray™ y GeoSpray™ Línea de productos AMS. El producto AMS se puede aplicar como tratamiento previo y/o posterior al producto GeoSpray™. GeoSpray es a base de cemento Portland y contiene solo una pequeña porción de un geopolímero. Esta mezcla no es estable a los ácidos. AMS contiene compuestos orgánicos para combatir los efectos de los ácidos en el hormigón a base de cemento Portland y la corrosión inducida por microbios que ocurre con los materiales a base de cemento Portland. Se hace referencia a publicaciones de patentes US 2014/264140 A1 y US 3107901 A1.

Resumen de la Divulgación

La invención se define en las reivindicaciones. La invención proporciona un método para aplicar un material de construcción. El método incluye mezclar material de escoria de alto horno, roca volcánica molida, polvo de base alcalina y arena en un dispositivo de dosificación y mezcla para generar un material no basado en cemento Portland. El método incluye transportar el material no basado en cemento Portland desde el dispositivo de dosificación y mezcla, a través de un conducto hasta una boquilla y combinar el material que no es a base de cemento Portland transportado con líquido en la boquilla para generar un material no basado en cemento Portland parcialmente licuado. El método incluye además aplicar neumáticamente el material no basado en cemento Portland parcialmente licuado a una superficie.

Una o más de las siguientes características pueden incluir. El material de geopolímero es harina de roca volcánica. El polvo de base alcalina puede incluir silicato. La mezcla se realiza como una mezcla seca. El material no basado en cemento Portland puede ser inorgánico. La mezcla se puede realizar en un vehículo móvil de dosificación y mezcla. El material no basado en cemento Portland puede incluir al menos uno de arcilla, gneis, granito, liparita, andesita, picrita, feldespato potásico, albita, piedra pómez o zeolita. La mezcla puede incluir la mezcla en una pistola portátil, que se configura para recibir el material no basado en cemento Portland desde el dispositivo de dosificación y mezcla. Los componentes del material no basado en cemento Portland pueden incluir un valor de finura Blaine de aproximadamente 2500-5000 cm²/gramo.

A modo de antecedente de la invención, un sistema para aplicar un material de construcción puede incluir un dispositivo de dosificación y mezcla configurado para dosificar y mezclar material de escoria de alto horno, material de geopolímero, polvo de base alcalina y arena para generar material no basado en cemento Portland. El sistema también puede incluir un conducto configurado para transportar el material no basado en cemento Portland desde el dispositivo de dosificación y mezcla. El sistema puede incluir además una boquilla configurada para recibir el material no basado en cemento Portland y combinar el material no basado en cemento Portland transportado con líquido para generar un material no basado en cemento Portland parcialmente licuado, en el que la boquilla está configurada además para aplicar neumáticamente el material no basado en cemento Portland parcialmente licuado a una superficie.

Los detalles de una o más aplicaciones se exponen en los dibujos adjuntos y la descripción siguiente. Otras características y ventajas resultarán evidentes a partir de la descripción, los dibujos y las reivindicaciones.

65

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista lateral de un sistema móvil configurado para dosificar, mezclar y aplicar un material no basado en cemento de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La Figura 2 es una vista trasera lateral de un sistema móvil configurado para dosificar, mezclar y aplicar un material no basado en cemento de acuerdo con una realización de la presente divulgación; y

5 La Figura 3 es un diagrama de flujo que representa operaciones consistentes con un procedimiento de aplicación no basado en cemento de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

Símbolos de referencia similares en los diversos dibujos pueden indicar elementos similares.

10 Descripción Detallada de las Realizaciones

La presente divulgación describe un material de construcción que tiene un aglutinante activado por álcali (es decir, no basado en cemento Portland) y un sistema para fabricarlo y aplicarlo. Las realizaciones de la presente divulgación están dirigidas a un método para fabricar y aplicar un material de construcción que tiene un aglutinante activado por álcali (es decir, no basado en cemento Portland). Aunque muchos de los ejemplos incluidos en la presente memoria se analizan en el contexto de la rehabilitación de hormigón, se debe señalar que el material de construcción descrito en la presente memoria se puede utilizar en cualquier aplicación adecuada. Algunos de estos pueden incluir, pero no se limitan a, proyectos de rehabilitación de alcantarillado, cualquier estructura de hormigón que sufra un ataque ácido, etc.

20 Con referencia a la Figura 1, se muestra un vehículo móvil de dosificación y mezcla 100 que tiene una serie de contenedores, compartimentos y dispositivos asociados con el mismo. En algunas configuraciones, el vehículo 100 puede incluir un primer contenedor 102, que se puede configurar para almacenar arena u otros materiales. La unidad de almacenamiento 104 se puede configurar para almacenar agua u otros líquidos. El vehículo 100 puede incluir además un dispositivo de dosificación y mezcla 106, que puede incluir varios componentes, algunos de los cuales pueden incluir, pero no se limitan a, un segundo contenedor 108, un mecanismo de suministro ajustable 110 y una pistola portátil 212. Como se muestra en la Figura 2, la pistola portátil 212 se puede conectar a la boquilla 214 a través de un conducto o manguera 216.

30 En algunas configuraciones, el vehículo móvil de dosificación y mezcla 100 se puede configurar para dosificar, mezclar y aplicar un material de construcción no basado en cemento Portland. Este material se puede dosificar y mezclar en el vehículo (por ejemplo, dentro del dispositivo de dosificación y mezcla 106) o antes de colocarlo dentro del segundo contenedor 108. Este material se puede transportar a la boquilla 214, donde puede mezclarse con líquido de la unidad de almacenamiento 104, antes de aplicarse a la superficie que necesita construcción o reparación. Las especificaciones del material de construcción no basado en cemento Portland se analizan con más detalle en la presente memoria a continuación.

40 El material de construcción no basado en cemento Portland descrito en la presente memoria puede tener mejores valores de resistencia en comparación con los materiales existentes, una alta resistencia y ninguna reactividad frente a ácidos inorgánicos y orgánicos y, adicionalmente, altos valores de resistencia inicial. El material de construcción no basado en cemento Portland puede mostrar una resistencia mejorada a las altas temperaturas, así como también propiedades de resistencia y durabilidad significativamente más altas. En un ejemplo, el material de construcción no basado en cemento Portland puede tener una excelente resistencia a los ácidos inorgánicos fuertes. Además, los productos producidos a partir del material de construcción no basado en cemento Portland pueden tener una excelente resistencia a la compresión y una conductividad térmica muy baja. El material incluye una mezcla seca (por ejemplo, una mezcla de agente aglutinante) de material de escoria de alto horno, roca volcánica molida, polvo de base alcalina y arena en un dispositivo de dosificación y mezcla para generar el material no basado en cemento Portland. La mezcla de agente aglutinante se puede utilizar para generar el material no basado en cemento Portland.

50 Una mezcla de agentes aglutinantes puede incluir uno o más de 4 % - 45 % de roca volcánica en peso, 0 % - 40 % de material hidráulico latente en peso, 10 % - 45 % de un componente alcalino en peso, seleccionado del grupo: silicato de sodio, hidróxido alcalino, carbonato alcalino y una mezcla de los mismos, así como también 20 % - 90 % de agregados en peso. La mezcla de agentes aglutinantes puede incluir sulfato (SO_4^{2-}) en forma de contaminantes en una proporción inferior al 1 % en peso. El calcio puede estar contenido en la mezcla de agentes aglutinantes en forma de óxido de calcio (CaO) en una proporción de no más del 5 % en peso.

60 El material de construcción no basado en cemento Portland puede incluir varios tipos de material de geopolímero además de roca volcánica molida. Algunos de estos materiales de geopolímeros adicionales pueden incluir, pero no se limitan a, material puzolánico, que puede reaccionar con álcalis fuertes y mezclar la mezcla con la arena y/o la gravilla. Las puzolanas, o materiales puzolánicos, pueden ser rocas sintéticas o naturales compuestas de dióxido de silicio, arcilla, caliza, óxido de hierro y sustancias alcalinas, que se pueden obtener por efecto del calor. Cuando se combinan con hidróxido de calcio y agua, pueden formar enlaces. Las puzolanas naturales (puzolana) pueden ser rocas magmáticas, como la toba volcánica o cenizas volcánicas del Rin en Alemania, pero también pueden ser rocas sedimentarias que contienen una alta proporción de ácido silícico soluble y, a veces, también pueden ser óxido de aluminio reactivo (arcilla). La puzolana puede ser una materia prima fácilmente disponible y puede usarse como roca volcánica o material de geopolímero en el material de construcción no basado en cemento Portland. También se puede

usar material natural como rocas volcánicas u otros, sin embargo, estos pueden ser más convenientes si se usan en proporciones más pequeñas como un polvo muy fino (por ejemplo, tal como harina de roca volcánica).

El material de construcción no basado en cemento Portland puede incluir cualquier número de materiales puzolánicos, algunos de los cuales pueden incluir, pero no se limitan a, arcilla finamente molida, gneis, granito, liparita, andesita, picrita, feldespato potásico, albita, piedra pómez, zeolita, etc., así como también una mezcla de los mismos. Estos materiales se pueden utilizar en forma molida, calcinada y/o no calcinada. Adicionalmente y/o alternativamente, todas las materias primas que contengan cantidades suficientes de SiO_2 y Al_2O_3 reactivo (por ejemplo, metaestable, vítreo), que incluyen, pero no se limitan a, cenizas, puzolanas, escorias, también pueden ser adecuados para su uso con realizaciones de la presente divulgación.

El material de construcción no basado en cemento Portland puede incluir un material hidráulico latente. Un material hidráulico latente como se usa en la presente memoria puede incluir, pero no se limita a, cenizas volantes, caolín, cenizas volcánicas, escoria granulada (por ejemplo, material de escoria de alto horno) y/o una mezcla de los mismos. En un ejemplo, se pueden utilizar cenizas volantes en forma de cenizas volantes de lignito y cenizas volantes de antracita. El material puzolánico puede incluir silicatos activos como arena de escoria o cenizas volantes. El polvo de ladrillo (arcilla cocida) o las cenizas volantes de plantas que queman antracita o lignito se pueden denominar puzolanas sintéticas. Como tal, el término "cenizas volantes" como se usa en la presente memoria puede referirse a una puzolana no natural o sintética. Las propiedades particularmente favorables de las cenizas volantes pueden ser causadas por una proporción favorable de dióxido de silicio a óxido de aluminio a óxido de calcio, que puede distinguir estas sustancias. Sin embargo, y como se discutirá en más detalle a continuación, las cenizas volantes pueden contener porciones de sulfatos y/u óxido de calcio. Por lo tanto, si se utilizan cenizas volantes en la mezcla de agentes aglutinantes, se puede utilizar un tipo de cenizas volantes que contenga las sustancias especificadas en una proporción favorable.

El material de construcción no basado en cemento Portland puede incluir un material en polvo de base alcalina y/o varios líquidos de mezcla. Algunos posibles líquidos de mezcla pueden incluir, pero no se limitan a, vidrio soluble de potasio y sodio, hidróxidos alcalinos, etc. El componente alcalino o álcali puede ser silicato de sodio en forma de silicato de sodio acuoso o en forma de silicato de sodio en polvo. En algunas circunstancias, se puede utilizar un silicato secado por aspersión. Cuando se usan hidróxidos alcalinos o carbonatos alcalinos, estos pueden utilizarse en su forma líquida, o como un polvo o granulado.

La reacción entre el $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ -que contienen componentes y el líquido de mezcla alcalino pueden dar como resultado aluminosilicatos que tienen una estructura tridimensional. Estas estructuras de armazón permiten la creación de un material de construcción que no requiere cemento Portland en el compuesto.

Como se discutió anteriormente, la mezcla de agentes aglutinantes y/o los componentes de la mezcla de agentes aglutinantes pueden incluir calcio. El calcio puede estar contenido en la mezcla de agentes aglutinantes en forma de porciones de óxido de calcio (CaO). Estas porciones de CaO en la mezcla de agente aglutinante y/o en el material de construcción no basado en cemento Portland pueden dar lugar a hidratos de silicato de calcio después de reaccionar con álcalis acuosos y/u otros componentes, que pueden tener propiedades químicas desventajosas conocidas. Además, los iones de calcio, como componente de las estructuras cristalinas a base de cemento, muestran frecuentemente una solubilidad no deseada, lo que puede conducir a un debilitamiento de la estructura del cemento con el tiempo. Por esta razón, se puede utilizar la porción más baja posible de calcio. Composiciones de la presente divulgación que utilizan SiO_2 en forma de ácidos silícicos solubles, óxido de hierro, Al_2O_3 en forma de aluminatos y óxido de calcio se pueden implementar con silicatos solubles en agua o álcalis fuertes, que resultan, de este modo, en un sistema aglutinante inorgánico que tiene poco o casi nada de calcio.

El calcio puede estar contenido en la mezcla de agentes aglutinantes en forma de óxido de calcio (CaO), en una proporción no superior al 5 % en peso. El calcio en forma de óxido de calcio puede estar contenido en la mezcla de agentes aglutinantes en una proporción de no más del 2 % en peso. Adicionalmente y/o alternativamente, el calcio en forma de óxido de calcio puede estar contenido en una proporción no superior al 1 % en peso.

El sulfato (SO_4^{2-}) puede estar contenido en la mezcla de agentes aglutinantes en forma de contaminantes y/o en una proporción inferior al 1 % en peso. El sulfato en forma de su sal es una sustancia ambientalmente relevante. La creciente contaminación del medio ambiente con sulfatos es causada por la fertilización agrícola y el manejo de desechos. Se ha demostrado que los sulfatos conducen a la acidificación del suelo y de las aguas subterráneas. Debido a una solubilidad generalmente alta en agua, se transporta fácilmente en aguas subterráneas, filtraciones y flujos de agua en superficies, lo que en última instancia aumenta los efectos de la acidificación en el ámbito de los materiales que contienen sulfatos en las instalaciones de almacenamiento de desechos. Los sulfatos se reducen a sulfitos a través de procesos microbianos, que a su vez pueden tener un efecto negativo sobre la flora y la fauna. En algunas composiciones, la proporción de sulfato en las mezclas de agentes aglutinantes se puede mantener lo más baja posible para evitar al menos estos efectos negativos. El sulfato (SO_4^{2-}) puede estar contenido en la mezcla de agentes aglutinantes en forma de contaminantes y/o en una proporción inferior al 0,5 % en peso. En una composición ilustrativa, el sulfato puede estar contenido en una proporción de menos del 0,25 % en peso.

El material de construcción no basado en cemento Portland incluye arena. Sin embargo, otros agregados pueden ser adicionalmente utilizados también. Por ejemplo, otros agregados para su uso en una mezcla de agente aglutinante como hormigón sin base de cemento pueden incluir, pero no se limitan a, grava, arena, basalto, etc. Dentro del ámbito de la presente divulgación también se pueden utilizar otros materiales utilizados para el hormigón sin base cemento.

Adicionalmente, y en diversas aplicaciones, también se puede utilizar perlita, esquisto expandido, piedra pómez o una mezcla de los mismos. La mezcla de agentes aglutinantes puede incluir del 20 % al 70 % de agregados en peso. Adicionalmente y/o alternativamente, se pueden incluir del 20 % al 50 % de agregados en peso en la mezcla de agentes aglutinantes. En una composición ilustrativa, se pueden incluir del 20% al 40 % de agregados en peso en la mezcla de agentes aglutinantes.

La mezcla de agentes aglutinantes también puede contener agua. Por lo tanto, en una composición ilustrativa, se puede demostrar una resistencia particularmente alta a varios productos químicos y en particular a los ácidos mediante una mezcla de agentes aglutinantes compuesta de 4 % a 45 % de roca volcánica (por ejemplo, material de geopolímero) en peso, 0 % a 40 % material hidráulico latente (por ejemplo, material de escoria de alto horno) en peso, 10 % a 45 % de componente alcalino (por ejemplo, álcali) en peso, 20 % a 90 % de agregados (por ejemplo, arena) en peso y/o agua. El componente alcalino puede incluir silicato de sodio, hidróxido alcalino y/o carbonato alcalino. Adicionalmente y/o alternativamente, la mezcla de agentes aglutinantes puede incluir sulfato (SO_4^{2-}) en forma de contaminantes, y/o en una proporción inferior al 1 % en peso. Adicionalmente y/o alternativamente, la mezcla de agentes aglutinantes puede incluir calcio en forma de óxido de calcio (CaO) en una proporción no superior al 5 % en peso.

En funcionamiento, los ingredientes pueden dosificarse y mezclarse completamente (por ejemplo, total o parcialmente en el vehículo 100) y luego suministrarse a la pistola portátil 212. El material de construcción no basado en cemento Portland puede transportarse mediante aire comprimido a través del conducto 216 hasta la boquilla 214. En una realización particular, se puede agregar silicato de potasio, contenido sólido 48 %, densidad 1,52 g/cm³, peso de $\text{SiO}_2\text{:K}_2\text{O}$ 1,14, y algo de líquido y mezclar completamente dentro de la boquilla 214 en un corto período de tiempo (por ejemplo, menos de 1 segundo) antes de que la mezcla parcialmente licuada pueda aplicarse neumáticamente a la superficie de interés.

Las composiciones utilizadas con las realizaciones incluidas en la presente memoria pueden incluir una mezcla que contiene algunos o todos los siguientes: escoria (por ejemplo, puzolana no natural, base o material hidráulico latente), cenizas volantes (por ejemplo, puzolana no natural y opcional en la receta), geopolímero (por ejemplo, puzolana natural y, opcionalmente, material volcánico molido/roca volcánica), álcali/componente alcalino (por ejemplo, polvo o líquido), otros líquidos, incluida el agua (opcional), y arena/gravilla u otros agregados. A continuación se proporcionan ejemplos de mezclas específicas, sin embargo, se debe señalar que las mezclas específicas proporcionadas en la presente memoria se incluyen simplemente a manera de ejemplo. También se pueden usar numerosas composiciones adicionales y alternativas con realizaciones de la presente divulgación.

En un ejemplo particular, el material de construcción no basado en cemento Portland puede estar compuesto por la siguiente mezcla:

Tabla 1

1 parte de escoria de alto horno granulada molida (por ejemplo, material hidráulico latente)
0,13 partes de harina de roca volcánica (por ejemplo, roca volcánica) o (alternativamente, cenizas volantes o una mezcla)
0,61 partes de silicato de potasio, peso 1,14
1,35 partes de arena y/o gravilla

Los componentes de la mezcla pueden tener una finura Blaine de aproximadamente 2 500-5 000 cm²/gramo. El valor de Blaine es una medida estandarizada del grado de pulverización del cemento. El valor de Blaine se da como un valor de superficie específica (cm²/gramo) determinado en un laboratorio con un dispositivo Blaine. El cemento Portland estándar, CEM I 32,5, por ejemplo, tiene un valor de Blaine de 3 000 a 4 500. Los componentes de la mezcla de agentes aglutinantes, roca volcánica y/o material hidráulico latente, se pueden utilizar en estado finamente molido, con un valor de Blaine superior a 3 000. La roca volcánica y/o material hidráulico latente puede tener un valor de Blaine superior a 3 500. Los componentes finamente molidos pueden resultar en una velocidad de reacción significativamente mejorada. La roca volcánica finamente molido puede procesarse más fácilmente y, además, puede resultar en una mayor resistencia a una amplia gama de productos químicos en los productos terminados, en particular a los ácidos.

En otro ejemplo, el material de construcción no basado en cemento Portland puede estar compuesto por la siguiente mezcla:

Tabla 2

	Partes
Escoria de alto horno	0,5-1
Ceniza volante	0-0,5

Puzolánico	0-0,5
Arena/gravilla	1-2
Silicato de sodio o potasio líquido o en polvo (peso 1,0-3,5)	0,2-2

- 5 En otro ejemplo, el material de construcción no basado en cemento Portland puede estar compuesto por la siguiente mezcla:

Tabla 3

	Receta 1 partes	Receta 2 partes	Receta 3 partes
Escoria de alto horno GGBS	1	1	1
Ceniza volante	0,2	0,2	0,1
Ceniza del volcán puzolona	0,2		0,3
Piedra pómez puzolona molida		0,2	
Silicato de sodio seco peso 2,1, Na ₂ O 27,5 %	0,7		
Silicato de potasio SC 52 %, densidad 1,65 g/cm ³ , peso 1		0,6	0,6
Arena	1,35	1,35	1,35
Agua	0,55		

- 20 En lugar de un agente aglutinante de endurecimiento hidráulico, un material de construcción o una mezcla de agentes aglutinantes no basado en cemento Portland, producido a partir de la reacción de 4 % - 45 % en peso de roca volcánica, 0 % (o mayor del 0 %) - 40 % en peso se puede utilizar material hidráulico latente, 10 % - 45 % en peso de un componente alcalino y 20 % - 90 % en peso de agregados. El componente alcalino puede incluir silicato de sodio, hidróxido alcalino y/o carbonato alcalino. Adicionalmente, la mezcla de agentes aglutinantes puede incluir sulfato (SO₄²⁻) en forma de contaminantes y/o en una proporción inferior al 1 % en peso. Adicionalmente y/o alternativamente, se puede incluir calcio en la mezcla de agentes aglutinantes en forma de óxido de calcio (CaO) en una proporción no superior al 5 % en peso.

- 30 El material de construcción no basado en cemento Portland produjo un resultado inesperado ya que el tiempo de reacción de los ingredientes alcalinos con la harina de roca fue suficiente para generar un compuesto pegajoso. A través de numerosas pruebas, se encontró que este compuesto se adhiere extremadamente bien a una superficie vertical, crea una unión firme y se endurece en 3 días con valores de resistencia a la compresión superiores a 50 N/mm² (8000 psi).

- 35 Las mezclas de agentes aglutinantes o los materiales de construcción no basados en cemento Portland se pueden utilizar en diferentes campos tecnológicos de la aplicación:

Mortero Seco, Yesos y Hormigón Proyectado

- 40 Las mezclas secas de mortero y yeso se pueden producir al mezclar los componentes secos. Para ello pueden utilizarse silicatos reactivos secados por aspersión o hidróxidos alcalinos. En base a esto, se pueden producir mezclas preparadas para su uso como hormigón proyectado.

45 Hormigón aireado

- 50 El hormigón aireado comercial es un material de construcción masivo a base de minerales, aireado en autoclave, que tiene una densidad bruta de 300 a 800 kg/m³. El hormigón aireado se produce normalmente a partir de materias primas como cal, anhidrita, cemento, agua y arena silícea, y puede combinar las propiedades de las estructuras de soporte y el aislamiento térmico. Las construcciones de mampostería altamente aisladas térmicamente se pueden crear con hormigón aireado en construcciones monolíticas de una sola pared.

- 55 Un procedimiento de producción puede incluir moler una arena silícea hasta que esté finamente molida, por ejemplo, en molinos de guijarros, con valores de Blaine superiores a 3 000. Los ingredientes pueden combinarse para formar una mezcla de mortero en una relación de, por ejemplo, 1:1:4 mientras se agrega agua. Se puede agregar una pequeña proporción de polvo o pasta de aluminio a la suspensión terminada. La mezcla de mortero se puede verter en cubetas en las que las partículas finas de aluminio metálico forman gas hidrógeno en la suspensión de mortero alcalino. Se pueden obtener burbujas de gas que espuman el mortero de fraguado gradualmente. Después de 15 a 50 minutos, se puede obtener el volumen final. En este punto, se pueden obtener bloques de tres a ocho metros de longitud, de uno a metro y medio de ancho y de 50 a 80 centímetros de altura. Estas tortas o bloques sólidos se pueden cortar a cualquier tamaño deseado mediante el uso de alambres. Estos bloques pueden curarse en calderas especiales de vapor a presión, por ejemplo, autoclaves, a temperaturas de 180 °C a 200 °C en vapor a una atmósfera de 10 a 12 bar en las que el material puede obtener sus características finales después de seis a doce horas. Químicamente, el hormigón aireado puede corresponder en gran medida al mineral natural tobermorita, pero puede ser, sin embargo, un material sintético.

Además de la baja conductividad térmica, el material de construcción puede distinguirse por su falta de inflamabilidad, de manera que puede, por ejemplo, clasificarse en la clasificación europea de protección contra incendios A1. Las composiciones modernas de hormigón aireado pueden contener una mezcla de cal viva, cemento, arena y agua. En dependencia de las densidades de secado al horno y de la relación de cal viva a cemento, las composiciones pueden distinguirse entre mezclas ricas en cal y mezclas ricas en cemento. Además, se pueden utilizar portadores de sulfato en forma de anhidrita o yeso para mejorar la resistencia a la compresión y las propiedades de contracción, como resultado de un mejor desarrollo de la estructura cristalina de "castillo de naipes" en la tobermorita. Como resultado de estos hallazgos, se ha demostrado a lo largo de la década anterior que la adición de portadores de sulfato, en forma de anhidrita/yeso, es beneficiosa en la producción y, por lo tanto, actualmente es un componente de todas las composiciones de hormigón aireado.

El material de construcción puede obtener una estructura de poros mediante la adición de una pequeña cantidad de polvo de aluminio durante el procedimiento de mezclado. El aluminio finamente distribuido en la mezcla puede reaccionar en un medio alcalino, formando hidrógeno, que puede formar espuma lentamente en la mezcla bruta. Esta estructura de poros puede permanecer en el producto, incluso después del procedimiento de curado hidrotermal real, y puede ser sustancialmente responsable de las características del producto final.

El procedimiento de producción puede desglosarse en una o más de las siguientes acciones:

1. Moler la arena silícea y preparar la lechada recirculada
2. Mezclar y verter la lechada de hormigón aireado.
3. Inflar, fraguar y cortar las tortas o bloques ásperos
4. Curar los bloques sin cortar en condiciones hidrotermales
5. Envasar y almacenar los productos terminados.

Después de mezclar y verter el compuesto de hormigón aireado en los moldes de acero, pueden ocurrir numerosas reacciones químicas complejas entre las fases de fraguado y curado hidrotérmico. La hidratación de la cal viva puede comenzar durante la fase de mezclado, cuando se añade agua. Debido a que esta es una reacción exotérmica, el compuesto de hormigón aireado puede calentarse y acelerar la reacción de hidratación de las fases de cemento. Como resultado, puede ocurrir un endurecimiento continuo del compuesto de hormigón aireado durante el inflado causado por el desarrollo de hidrógeno. Para obtener una estructura de poros homogénea, el desarrollo de gas se puede ajustar a la curva de viscosidad del compuesto de hormigón aireado que se hincha. Si esto no se logra, pueden ocurrir daños estructurales, las denominadas grietas por inflación, durante el inflado, que pueden no corregirse posteriormente durante el procedimiento de producción. Después de un período de tiempo de fraguado de unas pocas horas, los bloques sin cortar se pueden cortar en las formaciones rocosas apropiadas por medio de alambres tensados. Todos los desechos generados durante el procedimiento de corte pueden ser reciclados en las composiciones, de manera que no haya residuos durante el procedimiento de producción.

El tema de la reciclabilidad es de primordial importancia para el futuro. Por un lado, los requisitos europeos exigen una reducción de los desechos, lo que se ha visto acompañado de cierres de vertederos y una mayor demanda de más reciclaje. Por otra parte, hay un aumento de demandas con respecto a la protección del medio ambiente, tales como umbrales mínimos y directrices en el borrador de la regulación de materiales de construcción alternativos en el marco de regulaciones generales sobre aguas subterráneas/materiales de construcción alternativos/conservación del suelo, que al menos en algunos casos, hace el reciclaje de los materiales de construcción disponibles en el mercado más difícil. El comportamiento de lixiviación con respecto al sulfato puede ser causado por concentraciones de sulfato en el eluato de entre 900 y 1650 mg/l. El valor umbral para los materiales de construcción alternativos a base de minerales es de 250 mg/l de sulfato en el eluato, de acuerdo con las normas de materiales de construcción alternativos. La omisión de los portadores de sulfato y el cemento en la producción de hormigón aireado puede reducir drásticamente la concentración de sulfato mencionada anteriormente en el eluato y puede permitir el uso de desechos de construcción de hormigón aireado como material de construcción alternativo a base de minerales.

El uso de aglutinantes no basados en cemento de acuerdo con la presente divulgación puede eliminar esta desventaja y, además, puede tener un contenido de calcio muy bajo. Las propiedades técnicas típicas de cualquier otra manera no pueden verse afectadas.

Hormigón prefabricado

Una pieza o elemento de hormigón prefabricado es un componente de hormigón, hormigón armado u hormigón pretensado, que se prefabrica industrialmente en una planta, y subsecuentemente se coloca en su posición final, muchas veces mediante el uso de una grúa. Los elementos prefabricados de hormigón y los elementos de hormigón armado se utilizan ampliamente y se implementan en diversas técnicas de construcción. La producción de elementos prefabricados para canalización abierta puede usarse junto con algunas realizaciones de la presente divulgación.

Protección contra incendios

Los acabados de yeso para elementos de hormigón y elementos de hormigón armado se enumeran en DIN 4102 (Reacción al fuego de materiales de construcción y elementos de construcción). Los yesos técnicamente adecuados como protección contra incendios son los yesos aislantes de vermiculita y perlita y el yeso de acuerdo con DIN 18550, parte 2.

Una mezcla de rociado se puede suministrar como un mortero seco: una mezcla de fibras minerales, como lana de vidrio, lana de roca o lana mineral, que tiene un agente aglutinante de endurecimiento hidráulico y se mezcla con agua inmediatamente antes de la aplicación. Las características técnicas respecto a protección contra incendios pueden ser las mismas que las del amianto rociado.

El uso de agentes aglutinantes no basados en cemento en los acabados de yeso puede mejorar aún más la resistencia al fuego, ya que un aglutinante no basado en cemento puede tener un comportamiento de expansión más favorable y puede exhibir una menor contracción a altas temperaturas.

En algunos escenarios, es posible que no se utilicen mezcladores convencionales para la producción de la mezcla de agente aglutinante. El uso de una amasadora o mezcladora continua para producir una premezcla y, subsecuentemente, una mezcladora intensiva o mezcladora planetaria para mezclar los agregados, puede dar como resultado un material inorgánico que puede comprimirse o encerrarse en moldes y puede producir el producto deseado después de una compresión mecánica.

La tabla 4, proporcionada a continuación, muestra qué técnicas de mezcla y aplicación pueden conducir a qué campo de aplicación para las mezclas de agentes aglutinantes de acuerdo con la presente divulgación.

Tabla 4

Técnica de mezcla	Producto	Técnica de aplicación para el procesamiento.	Campo de Aplicación
Amasadora y mezcladora	hormigón húmedo de tierra	comprimir y agitar	tubos de bloque de hormigón (canalización) elementos prefabricados (canalización abierta) traviesas
	hormigón premezclado	torrencial	fachadas/pisos de hormigón vistos
		centrifugación	Columnas
	suspensión de mortero	espumoso	hormigón aireado
mezclador en seco con boquilla de pulverización	hormigón proyectado elaborado con una técnica de mezcla seca o húmeda mezclas secas		construcción de túneles restauración de puentes restauración de alcantarillado protección contra incendios restauración de hormigón protección contra incendios

La presente divulgación también incluye un método para la producción de un compuesto de hormigón moldeable que se proporciona. El método puede incluir una o más de las siguientes acciones:

El método puede incluir la provisión de una mezcla de agentes aglutinantes que contenga uno o más de 4 % a 45 % en peso de roca volcánica, 0 % a 40 % en peso de material hidráulico latente, 10 % a 45 % en peso de un componente alcalino. En un ejemplo, el componente alcalino o álcali se puede seleccionar del grupo y/o puede incluir: silicato de sodio, hidróxido alcalino, carbonato alcalino y mezclas de los mismos. El sulfato (SO_4^{2-}) puede estar contenido en la mezcla de agentes aglutinantes en forma de contaminantes en la mezcla de agentes aglutinantes y en una proporción inferior al 1 % en peso. Adicionalmente, el calcio puede estar contenido en la mezcla de agentes aglutinantes en forma de óxido de calcio (CaO) en una proporción de no más del 5 % en peso. El método también puede incluir la producción de una premezcla de la mezcla de agentes aglutinantes mediante el uso de una amasadora o un mezcladora continua. El método puede incluir además mezclar la premezcla con 20 % a 90 % de agregados, en peso, utilizando un mezclador planetario o intensivo para producir un compuesto de hormigón moldeable. Esto puede llevarse a cabo durante un período de tiempo de 1 a 5 minutos. En un ejemplo, esto puede llevarse a cabo durante un período de tiempo de aproximadamente 2 minutos.

El método también puede incluir comprimir el compuesto de hormigón moldeable mediante compresión o agitación para formar tubos, elementos de hormigón prefabricado, durmientes, bloques de hormigón, adoquines, losas de aceras, etc.

En la presente divulgación, se proporciona un método para producir un compuesto de hormigón moldeable. El método puede incluir una o más de las características que se muestran a continuación.

El método puede incluir la provisión de una mezcla de agentes aglutinantes que incluya uno o más de 4 % a 45 % en peso, roca volcánica, 0 % a 40 % en peso, material hidráulico latente, 10 % a 45 % en peso, un componente alcalino. El componente alcalino se puede seleccionar del grupo y/o puede incluir: silicato de sodio, hidróxido alcalino, carbonato alcalino y mezclas de los mismos. En un ejemplo, la mezcla de agentes aglutinantes puede incluir del 20 % al 90 % en peso de agregados. El sulfato (SO_4^{2-}) puede estar contenido en la mezcla de agentes aglutinantes en forma de contaminantes, y en una proporción inferior al 1 % en peso. Adicionalmente, el calcio puede estar contenido en la mezcla de agentes aglutinantes en forma de óxido de calcio (CaO) en una proporción no superior al 5 % en peso. El método también puede incluir producir una mezcla seca mediante el uso de un mezclador seco. El método puede incluir además mezclar la mezcla seca producida con agua mediante el uso de un mezclador planetario o intensivo para producir un compuesto de hormigón moldeable.

En la presente divulgación, se puede proporcionar un método para producir un compuesto de hormigón pulverizable. El método puede incluir una o más de las características que se muestran a continuación.

El método puede incluir la provisión de una mezcla de agentes aglutinantes que incluya uno o más del 4 % al 45 % en peso de roca volcánica, del 0 % al 40 % en peso de material hidráulico latente, del 10 % al 45 % en peso de un componente alcalino. El componente alcalino se puede seleccionar del grupo y/o puede incluir: silicato de sodio, hidróxido alcalino, carbonato alcalino y mezclas de los mismos. La mezcla de agentes aglutinantes puede incluir del 20 % al 90 % en peso de agregados. El sulfato (SO_4^{2-}) puede estar contenido en la mezcla de agentes aglutinantes en forma de contaminantes, y en una proporción inferior al 1 % en peso. Adicionalmente, el calcio puede estar contenido en la mezcla de agentes aglutinantes en forma de óxido de calcio (CaO) en una proporción de no más del 5 % en peso. El método también puede incluir producir una mezcla seca mediante el uso de un mezclador seco. El método puede incluir además mezclar la mezcla seca con agua en una pistola pulverizadora para la producción y aplicación inmediata de un compuesto de hormigón rociado.

Las mezclas de agentes aglutinantes se pueden preparar para diferentes campos de aplicación, incluidos, por ejemplo, los enumerados en la Tabla 4 anterior. Los ejemplos 1-5, proporcionados a continuación, pueden ilustrar uno o más ejemplos de la presente divulgación.

Ejemplo 1 (no de acuerdo con la invención)

En una máquina mezcladora y amasadora, que tenga un tornillo extrusor, se pueden combinar 1 parte de roca volcánica finamente molida (por ejemplo, valor de Blaine 3 500), 0,15 partes de cenizas volantes y 0,8 partes de silicato de sodio, y mezclar enérgicamente hasta obtener una pasta homogénea y vertible.

Esta pasta se puede mezclar en un mezclador intensivo (o mezclador planetario) con 4 partes de basalto y arena durante aproximadamente 2 minutos. De esta manera se puede obtener un hormigón exento de cemento, húmedo de tierra, adecuado para su aplicación como hormigón visto en la producción de bloques de hormigón.

El contenido de sulfato de la mezcla puede ascender a 0,16 % en peso y el contenido de óxido de calcio puede ser de 0,8 % en peso.

La compresión de tal mezcla puede lograrse mediante compresión y agitación, como se practica, por ejemplo, en máquinas de bloques.

Los productos resultantes pueden distinguirse por una resistencia a los ácidos significativamente mayor, propiedades de resistencia mecánica más favorables y una impresión de color significativamente más intensa.

Cuando se utilizan otras mezclas de agregados, como grava y arena, también se pueden producir tubos de hormigón o elementos prefabricados especiales de hormigón, dependiendo de una curva de distribución granulométrica específica. Son posibles otras variaciones del producto al controlar el contenido de humedad y adaptar la tecnología de aplicación (por ejemplo, vertido, centrifugado, etc.).

Ejemplo 2

En una mezcladora intensiva se pueden mezclar 0,2 partes de escoria granulada, 1 parte de roca volcánica finamente molida y 3 partes de arena. Esta mezcla seca puede colocarse en una bolsa.

En un sitio de construcción, 1 parte de la mezcla producida de esta manera puede mezclarse en una mezcla de pavimento con 0,7 partes de silicato de sodio y llevarse a la consistencia deseada.

El contenido de sulfato de la mezcla puede ascender a 0,19 % en peso y el contenido de óxido de calcio puede ser de 0,57 % en peso.

El mortero de albañilería y enlucido no basado en cemento obtenido de esta manera puede aplicarse de diferentes maneras a una superficie que se va a revestir (por ejemplo, mediante enlucido convencional, rociado, etc.).

Ejemplo 3 (no de acuerdo con la invención)

En una mezcladora seca, se puede producir una mezcla seca compuesta por 1 parte de puzolana volcánica (por ejemplo, valor de Blaine superior a 3 500), 0,4 partes de cenizas volantes, 1 parte de perlita y 0,7 partes de silicato de sodio en polvo.

La mezcla seca puede humedecerse con agua a través de una mezcla intensa con altas fuerzas de cizallamiento, verterse en moldes y comprimirse.

El contenido de sulfato de la mezcla húmeda puede ascender a 0,32 % en peso y el contenido de óxido de calcio puede ser de 1,8 % en peso.

En un ejercicio en base al ejemplo anterior, se obtuvieron muestras después de una fase de endurecimiento que, después de ser sometidas a la llama durante un período prolongado de tiempo, no mostraban roturas ni grietas visibles, ni presentaban propiedades de resistencia mecánica reducidas después de la prueba. Tampoco se apreció ningún daño evidente después de haber sido sometido a temperaturas bajo cero.

Ejemplo 4 (no de acuerdo con la invención)

En una mezcladora seca, se puede producir una mezcla seca compuesta por 1 parte de puzolana volcánica (por ejemplo, valor de Blaine superior a 3 500), 0,4 partes de escoria granulada, 1 parte de perlita y 0,7 partes de silicato de sodio en polvo.

La mezcla seca puede suministrarse de forma continua a una pistola pulverizadora y puede combinarse con agua para generar un hormigón pulverizable. Las penetraciones de tubos y cables, los materiales de construcción sensibles al calor y la superficie se pueden sellar o recubrir sin dificultad con la técnica de rociado con compuestos no basados en cemento resistentes al calor e ignífugos.

El contenido de sulfato del hormigón proyectable puede ascender a 0,31 % en peso y el contenido de óxido de calcio puede ser de 1,29 % en peso.

Ejemplo 5

Para la producción de un hormigón aireado, 16,2 partes de roca volcánica, 3,35 partes de cenizas volantes, 23 partes de arena silícea se pueden premezclar intensamente en un mezclador comercialmente disponible. Esta mezcla seca se puede añadir a 33 partes de silicato de sodio bajo fuertes fuerzas de cizallamiento, a 38 °C, y se puede mezclar más en el mismo mezclador con 0,43 partes de pasta de aluminio.

La mezcla de agente aglutinante se puede verter en un molde de teflón y calentar en el molde durante 120 minutos a 80 °C. La mezcla puede volverse rígida mientras aumenta fuertemente en volumen, pero todavía se puede cortar. Para el curado, el molde puede colocarse en una cámara de curado, y puede permanecer en la misma durante 30 minutos a 180 °C. Alternativamente, puede utilizarse un autoclave a 120 °C.

Se puede obtener un cuerpo moldeado que tenga propiedades ópticas comparables a las de un hormigón aireado obtenido de acuerdo con métodos típicos. A diferencia del hormigón aireado típico, el material puede ser resistente a los ácidos y tener un contenido de sulfato de 0,21 % en peso y un contenido de óxido de calcio de 0,6 % en peso. En un ejemplo, el material de construcción resultante puede tener un contenido muy bajo de sulfato y calcio.

La terminología usada en la presente memoria es para el propósito de describir solo realizaciones particulares y ejemplos no pretende limitar la divulgación. Como se usa en la presente memoria, las formas singulares "un", "uno(a)" y "el(la)" pretenden incluir las formas plurales también, a menos que el contexto claramente lo indique de cualquier otra manera. Se entenderá además que los términos "comprende" y/o "que comprende," cuando se usan en esta descripción, especifican la presencia de características, regiones, etapas, operaciones, elementos, y/o componentes establecidos, pero no excluye la presencia o adición de una o más de otras características, regiones, etapas, operaciones, elementos, componentes, y/o sus grupos.

Las estructuras, materiales, actos y equivalentes correspondientes de todos los medios o etapas más los elementos de función en las reivindicaciones a continuación pretenden incluir cualquier estructura, material o acto para realizar la función en combinación con otros elementos reivindicados como se reivindica específicamente. La descripción de la presente divulgación se ha presentado para fines ilustrativos y de descripción, pero no pretende ser exhaustiva o limitada a la divulgación en la forma divulgada. Las realizaciones y ejemplos descritos en la presente memoria se eligieron y describieron para explicar mejor los principios de la divulgación y la aplicación práctica, y para permitir que otros expertos en la técnica entiendan la divulgación para diversos ejemplos y realizaciones con diversas modificaciones que sean adecuadas para el uso particular contemplado.

Habiendo descrito la divulgación de la presente aplicación en detalle y al referenciar a ejemplos y realizaciones de la misma, se hará evidente que modificaciones y variaciones son posibles sin apartarse del ámbito de la divulgación definida en las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para aplicar un material de construcción que comprende:

5 mezclar material de escoria de alto horno, roca volcánica molida, álcali y arena en un dispositivo de dosificación y mezcla (106) para generar un material no basado en cemento Portland; transportar el material no basado en cemento Portland desde el dispositivo de dosificación y mezcla (106), a través de un conducto (216) hasta una boquilla (214);
10 combinar el material no basado en cemento Portland transportado con líquido en la boquilla (214) para generar un material no basado en cemento Portland parcialmente licuado; y aplicar neumáticamente el material no basado en cemento Portland parcialmente licuado a una superficie.

2. El método de la reivindicación 1, en el que el material no basado en cemento Portland puede incluir además cenizas volantes, caolín, ceniza volcánica y/o una mezcla de los mismos.

3. El método de la reivindicación 1, en el que el álcali incluye uno o más de silicato de sodio, hidróxido alcalino y carbonato alcalino.

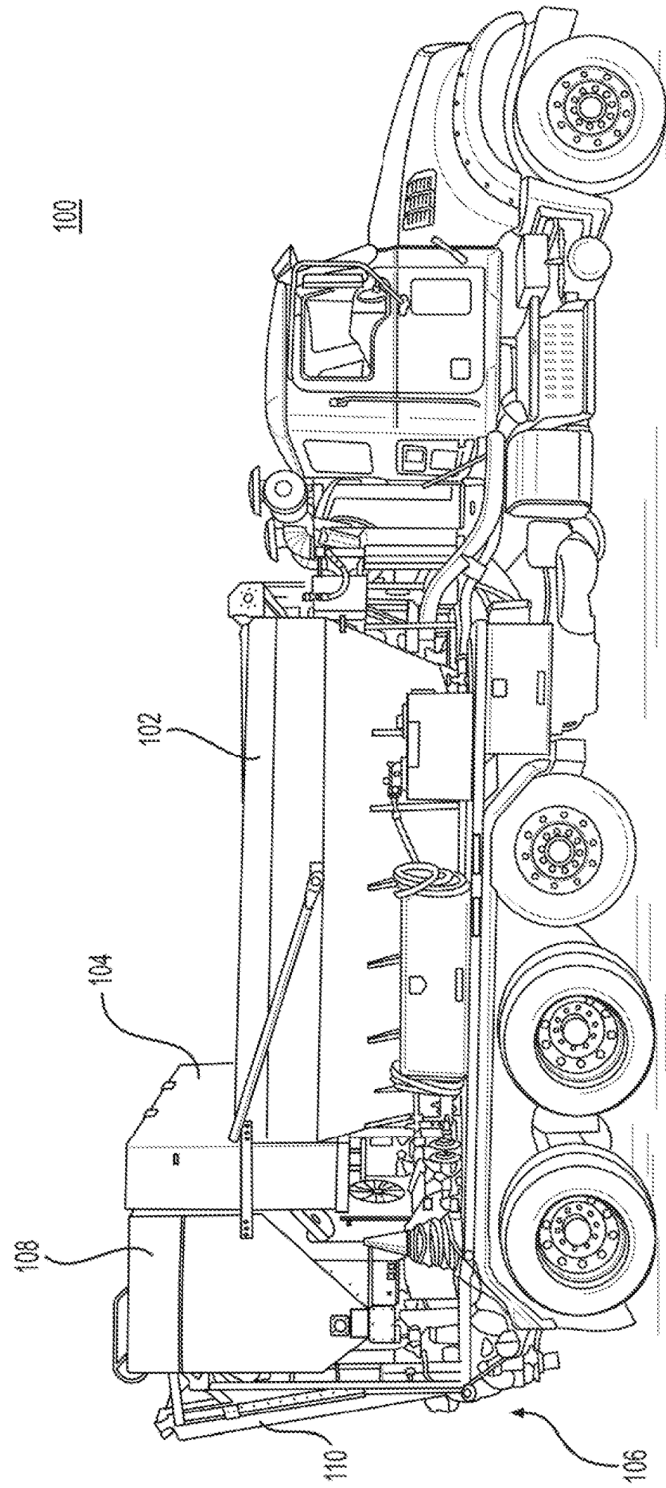


Figura 1

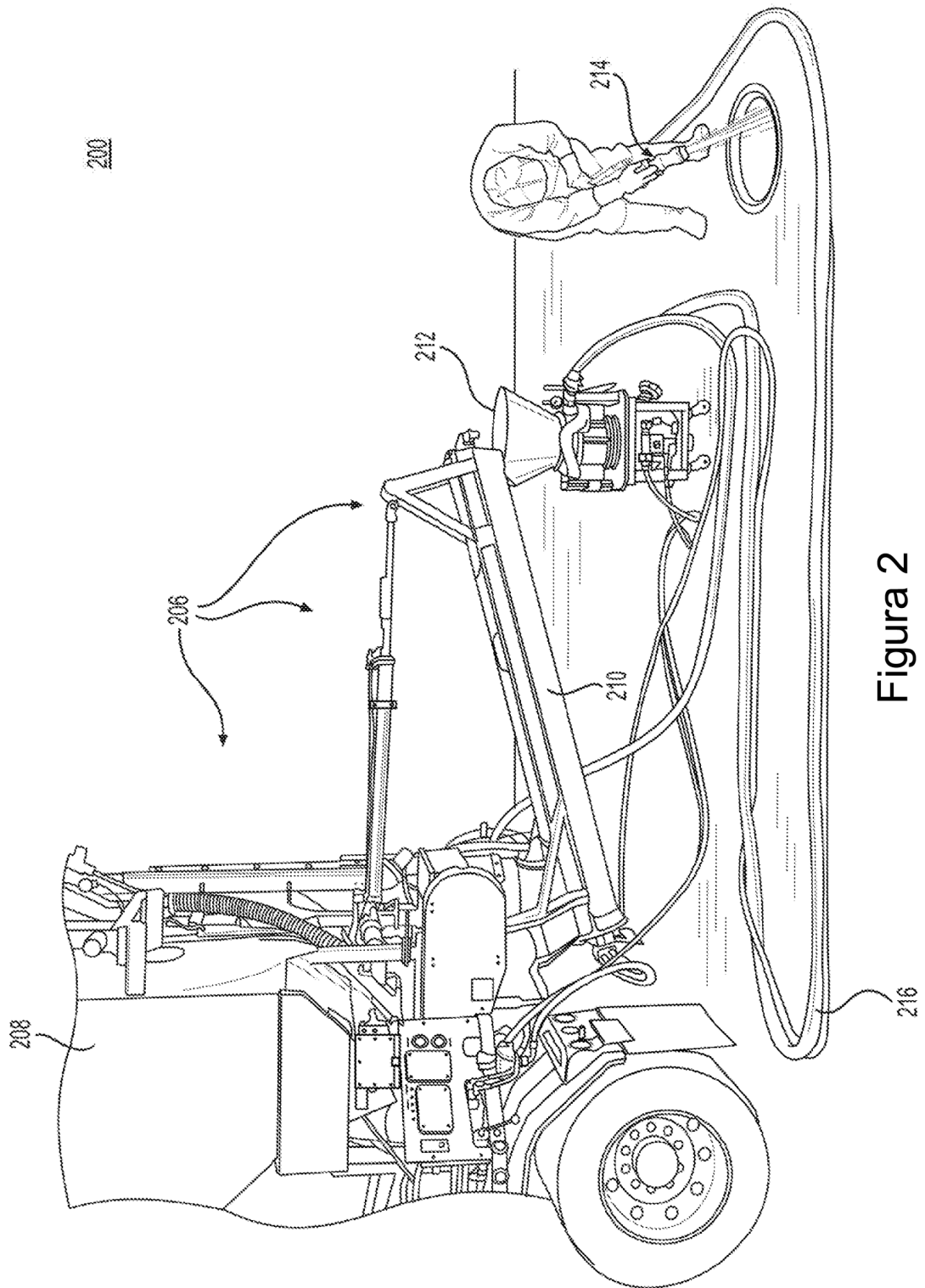


Figura 2

300

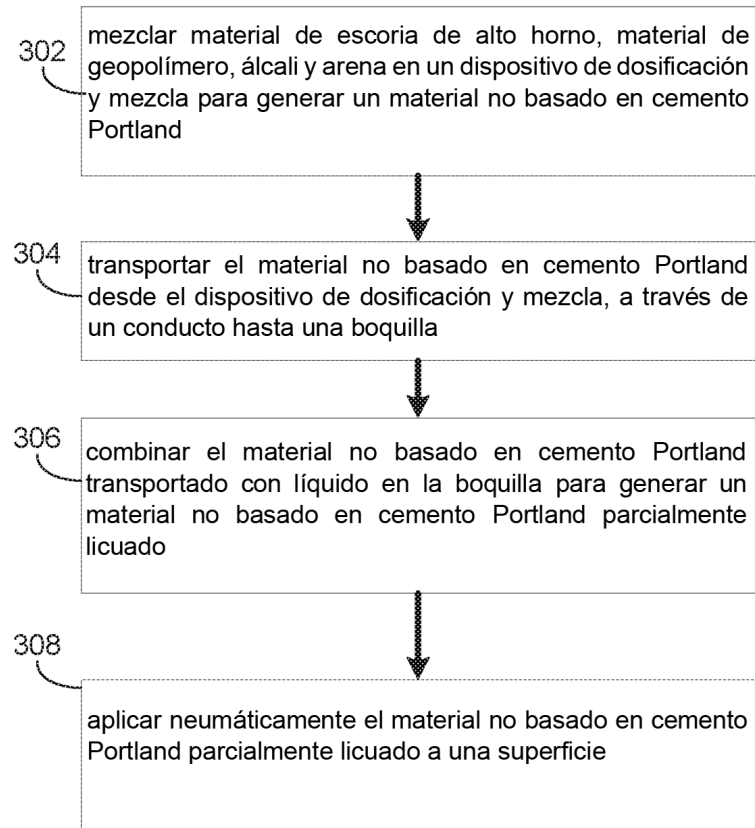


Figura 3