(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **1 091 631**

(21) Número de solicitud: 201300449

(51) Int. CI.:

***E04B 1/348*** (2006.01)

# (12) SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD U

(22) Fecha de presentación:

**10.05.2013**

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

**18.10.2013**

(71) Solicitantes:

**ESTÉVEZ RODRIGUEZ, Angel (50.0%)**
**Gran Via de les Corts Catalanes nº 682, 6-2.**
**08010 Barcelona ES y**
**MARTÍN-LARA MORENO, Sandra (50.0%)**

(72) Inventor/es:

**ESTÉVEZ RODRIGUEZ, Angel y**
**MARTÍN-LARA MORENO, Sandra**

(54) Título: **Edificio modular mixto de entramado de madera y tapial**

**ES 1 091 631 U**

## DESCRIPCIÓN

# EDIFICIO MODULAR MIXTO DE ENTRAMADO DE MADERA Y TAPIAL

## OBJETO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

La presente invención trata de un tipo de edificación modular de bajo coste y rápida ejecución, bajo consumo energético y cero emisiones de CO2.

El objetivo principal es la construcción de edificios a partir de materiales naturales: madera y tierra cruda, que permiten una respiración y transmisión de temperatura más saludable que la construcción al uso. Es completamente sostenible, no produce ningún residuo, es desmontable, no contamina el medioambiente y utiliza materiales reciclables o biodegradables que cierran el ciclo de los materiales. Se ejecuta con una tecnología sencilla de estructura de paneles resistentes de madera y cerramientos de tierra cruda (que designaremos a partir de ahora como tapial); con este método se reduce el tiempo de ejecución, y los costes de material.

## SECTOR DE LA TÉCNICA AL QUE SE REFIERE LA INVENCIÓN

La invención que se presenta afecta al Sector de Construcciones Fijas, capítulo de Edificios en lo concerniente a cierto tipo de construcciones que, desde el punto de vista industrial, utilizan módulos, parcialmente prefabricados, para la construcción de edificios ecológicos con materiales reciclables o biodegradables y saludables.

## ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Son numerosos los antecedentes en el campo de la construcción de edificios y combinación de materiales pues es de conocimiento público que, tanto en España como en los países más desarrollados, las actividades relacionadas con la construcción constituyen uno de los principales motores de la economía. Normalmente cuanto mayor es el grado de desarrollo de un país, es también mayor la escasez de mano de obra y, en consecuencia, son muy bien recibidas aquellas soluciones que permiten reducir el tiempo de ejecución, mecanizando los procesos constructivos y mejorando el rendimiento de todas las actividades que intervienen en la construcción. De esa forma existe la tendencia de derivar determinados

procesos a plantas integrales de elaboración de elementos prefabricados que puedan utilizarse con sencillez y eficacia en la obra civil donde son requeridos. No se debe olvidar, sin embargo, que el propio desarrollo implica, además, el cumplimiento de una reglamentación cada vez más exigente por razones de seguridad, confort y respeto al medio-ambiente.

De forma muy resumida podemos decir que todas las construcciones se inician con una imprescindible cimentación dimensionada en función de la edificación que deba soportar.

En cuanto al vuelo, unas veces se ha utilizado la madera y la piedra como material fundamental. En otras ocasiones se acude a la utilización de estructuras metálicas protegidas contra la oxidación mediante proyección de ciertos materiales. Hoy día, es habitual basarse en la utilización del hormigón armado, aunque otras veces se utilizan elementos modulares prefabricados.

En todos los casos se culmina con la formación de la cubierta terminándose con los cerramientos perimetrales, fachadas, medianeras, tabiquería e instalaciones generales.

Existen antecedentes registrados en el campo de la construcción energéticamente eficiente, sostenible y respetuosa con el medio ambiente que van desde los altamente tecnificados, hasta otros sencillos que recuperan la tradición constructiva y los materiales menos procesados, pasando por construcciones enterradas, construcciones con cubiertas y fachadas vegetales, con materiales industrializados, o por el contrario, con materiales naturales, construcciones que son más eficientes energéticamente, o algunas que incluso son completamente autosuficientes. El resultado en todas ellas es una temperatura interior muy estable en las distintas estaciones del año con un requerimiento energético mínimo respecto a la construcción convencional.

El edificio que se presenta, de total singularidad, se refiere a una idea arquitectónica que, centrando la atención en materiales básicos, procura un fácil proceso constructivo con ventajas muy sensibles respecto a lo conocido hasta la fecha aumentando rendimientos, reduciendo costes y ofreciendo acabados de calidad que,

además de mostrarse atractivos son muy respetuosos con el medio ambiente y saludables para las personas.

Como veremos, la utilización, entre otros, de un material tan elemental como la propia tierra supone una renovación tecnológica de la construcción tradicional del tapial extendida a lo largo de todo el mundo.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención, según ha quedado expuesto al principio de este documento, se refiere a un tipo de edificio que se caracteriza por utilizar materiales naturales como son la madera y la tierra cruda (tapial). Tal como lo conciben sus inventores, la idea se centra en la construcción de edificios de una o dos plantas como máximo.

En lo referente a la cimentación cada proyecto tendrá un estudio específico en función del tipo de suelo donde se vaya a levantar el edificio. Cabe recalcar, sin embargo, que además de asentar las zapatas de hormigón armado tradicionales, se gana cierta altura sobre el suelo añadiendo un muro recrecido a base de bloques prefabricados rellenos de material drenante que separa del suelo los muros de tapial, y que mantiene la edificación bien preservada de la humedad y protegida con una cámara de aire inferior.

Una de las características de la invención es la utilización de la madera como elemento estructural, como encofrado y como acabado interior a la vez.

En los casos en que se quiera seguir un proceso industrial, se puede centralizar en un taller la preparación de elementos estructurales y módulos de madera, lo que repercutirá en montajes de mayor calidad y precisión, pero en el proceso más directo se preparan los muros "in situ" ensamblando los componentes en el suelo (trabajando en plano horizontal). La estructura de madera se ejecuta mediante la adición de paneles de madera que incorporan pequeñas escuadrías de madera formando estructuras de diafragma de dimensiones predeterminadas según proyecto y atendiendo a unos módulos prefijados. Una vez ensamblados los componentes necesarios, se van levantando y aplomando los muros de diafragma uniéndolos entre sí trabando esquinas e intersecciones, y quedando los paneles verticales en el interior del edificio y los montantes de madera en el exterior.

La parte superior se arriostra, asimismo, colocando paneles horizontales que incorporan las vigas de carga, también de madera, y que servirán para soportar el suelo de la planta primera.

La estructura de la primera planta se construye de forma idéntica culminando con el arriostramiento superior que servirá de base a la terraza o cubierta.

Cabe mencionar que las vigas de carga no terminan al ras de los muros verticales sino que se prolongan a modo de ménsula o voladizo que definirá el grosor de las paredes de tapial, y recibirán el encofrado de este, siendo una de las principales características e innovaciones del invento.

Llegados a este momento de la construcción es donde aparece la otra característica principal de la invención que consiste en completar el cerramiento del edificio por su exterior con muros complementarios de tapial.

Para formarlos, se cuenta ya con los paneles interiores del edificio, antes mencionados, que actuarán a modo de encofrado perdido. En el extremo de las vigas en voladizo (ménsulas), a partir de la adición de un montante vertical suplementario, se monta un encofrado móvil, recuperable, que en combinación con el anterior, permitirá efectuar el relleno de tapial por tongadas hasta completar lo que será el cerramiento visto una vez retirados los encofrados exteriores.

El resultado es una edificación de aspecto natural muy atractivo que está formada por unos materiales reciclables o biodegradables que no contaminan, tienen una carga energética casi nula y no emiten $CO_2$ durante el proceso de producción (ya que los árboles, y por ende la madera, son captadores y sumideros de CO2).

Tanto la tierra como la madera son materiales que transpiran correctamente. La primera regula la humedad del interior del edificio propiciando atmósferas interiores saludables para las personas y además los muros de tierra tienen una alta inercia térmica que atempera el clima interior siendo muy adecuados para climas mediterráneos, templados, húmedos o áridos.

La estructura de madera, al contrario que las de hierro y hormigón, no produce alteraciones electromagnéticas ni emisiones tóxicas, siendo un material inocuo que, además, también transpira.

Es decir, los dos materiales que caracterizan nuestra invención ofrecen un confort único y saludable.

La estructura de paneles de madera es un tipo de construcción sencilla que no requiere maquinaria pesada pudiendo prefabricarse en taller con ensamblado por medio de tornillos en montajes rápidos y rigurosos que no generan residuos, mermas ni errores de ejecución. La estructura de paneles además cumple la función de acabado interior del edificio.

La preparación del tapial, también es muy sencilla, de ejecución manual o mecánica, pero que no requiere alta cualificación técnica. Al no ser estructural no es necesario un control riguroso de su calidad mecánica. El muro de tapial cumple la función de aislamiento térmico, cerramiento e impermeabilización de los muros.

En resumen se trata de una construcción económica y sencilla, que utiliza pocos materiales que cumplen varias funciones, que no requiere prácticamente aislamiento térmico, y con la ventaja de que procura importantes ahorros de transporte al utilizar tierra del mismo solar donde se ubica la obra.

Según estimación de los inventores, los costes de construcción se pueden reducir en un 40% respecto a los de una construcción convencional.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se incluyen cuatro figuras que se consideran suficientes para una perfecta comprensión de la invención.

**Figura 1**

En esta figura se representa una vista en perspectiva de una serie de elementos de madera que constituyen la estructura parcial de lo que será un edificio de dos plantas.

Se señala lo siguiente:

1.- Viga

1.1.- Ménsula

2.- Montante

3.- Testero

4.- Panel de suelo

5.- Panel de pared

6.- Módulo de suelo

7.- Módulo de pared

**Figura 2**

En esta figura se representa esquemáticamente, visto en planta, el proceso de formación del muro de tapial previo encofrado externo recuperable y uso del encofrado perdido interno que, de hecho, constituye la pared vista interior del edificio.

Se señala lo siguiente:

8.- Encofrado recuperable longitudinal

9.- Encofrado recuperable de cierre transversal

9.1.- Encofrado recuperable para esquina

10.- Tapial

11.- Montante suplementario

12.- Tirante

**Figura 3**

Figura complementaria de las anteriores que permite ver en perspectiva el proceso de acoplamiento de los encofrados asegurándolos sobre las ménsulas por medio de los montantes suplementarios.

**Figura 4**

Se representa esquemáticamente una sección parcial de una edificación de una planta en la que se observa el proceso de formación del muro de tapial una vez completada la estructura resistente/encofrado perdido y colocación paulatina de los encofrados recuperables. Se añade un detalle de la cimentación, señalándose lo siguiente, además de otros elementos anteriores:

13.- Trompa de vertido

14.- Cimentación

15.- Zapata

16.- Bloque
17.- Material drenante
18.- Recubrimiento impermeable
19.- Suelo
20.- Cámara de aire

**DESCRIPCIÓN DE UNA FORMA DE REALIZACIÓN PREFERIDA**

Edificio modular mixto de entramado de madera y tapial (Figs. 1 a 4) consistente en un tipo de edificio que se construye a partir de los materiales naturales madera y tierra cruda (tapial), siendo de bajo coste, rápida ejecución, bajo consumo energético y cero emisiones de CO2. Según una forma de realización preferida por sus inventores se caracteriza por la asociación de módulos de estructura fabricados en madera revestidos exteriormente por muros a base de tapial (10).

Los módulos son de dos tipos, módulo de suelo (6) y módulo de pared (7) (Fig.1). Ambos están compuestos por un marco y un panel formando conjuntos muy similares con pequeñas diferencias que se pueden apreciar en la (Fig.1).

El módulo de suelo (6) se compone de dos testeros (3), dos vigas (1) y un panel de suelo (4) y el módulo de pared (7) se compone de dos montantes (2), dos testeros (3) y un panel de pared (5).

Se trata de elementos rectangulares cuyas dimensiones generales quedan definidas en el proyecto con el objetivo principal de que todo el entramado de madera debe constituir la estructura resistente del edificio que, según la concepción de sus inventores, tendrá como máximo dos plantas.

Los módulos están concebidos para poder ser acoplados sucesivamente encajando cada uno en el siguiente con la posibilidad de asegurarlos posteriormente con los medios habituales de tornillería.

El módulo de suelo (6) tiene la particularidad de que, en los casos en que debe quedar situado en los extremos del edificio, presenta una prolongación de la viga (1) que quedará sobresaliente del perímetro estructural formando una ménsula (1.1) que, como veremos más adelante, definirá el espesor del muro de tapial sirviendo de apoyo a los montantes suplementarios (11) para encofrado que, a su vez, sirven

para posicionar con precisión los encofrados recuperables longitudinales (8), los encofrados recuperables de cierre transversal (9) y los encofrados recuperables para esquina (9.1) (Figs. 2 y 3).

En cuanto al módulo de pared (7), también presenta una característica especial en lo referente a su funcionalidad consistente en que su panel de pared (5) actúa como superficie vista por el interior del edificio y por el exterior actúa como encofrado perdido para contener por ese lado el vertido de la tierra para ejecutar el tapial.

En lo relativo al proceso de preparación de los módulos se piensa en las dos posibilidades de fabricación: montaje en taller para su posterior transporte a obra o de ensamblaje "in situ". Ello dependerá lógicamente del volumen de edificación y de los medios disponibles que se contemple en cada proyecto.

Se da por descontado que toda la madera utilizada en este tipo de edificios habrá sido sometida previamente a alguno de los tratamientos habituales para su preservación como son las sales minerales, termotratado o cualquier otro.

**Proceso de construcción**

Pasando ahora al proceso de construcción debemos decir que, en primer lugar, como es habitual en cualquier edificación, es preciso preparar una buena cimentación (14) (Fig.4) en cuya figura se muestra una ampliación para apreciar que consta de una zapata (15), de hormigón armado, sobre la que se asientan una serie de bloques (16) que, sobresaliendo del nivel del suelo (19), constituirán el apoyo directo de la edificación preservándola de la humedad y formando una cámara de aire (20) inferior, positiva a efectos de aislamiento. Los bloques (16) que forman la cimentación del muro de tapial, se rellenan con material drenante (17) para evitar la capilaridad lo cual facilitará la evacuación de las aguas cubriéndose con tela asfáltica o similar y en la zona vista con un recubrimiento impermeable (18). Preparada la cimentación (14) general, se pasa al ensamblado de los módulos de pared (7) que se ejecuta sobre el suelo, para mayor facilidad, procediendo luego a levantarlos, aplomarlos y unirlos entre sí para formar la estructura perimetral del edificio. Estos módulos de pared (7) se asientan sobre los módulos de suelo (6) que se habrán colocado previamente, haciendo practicable lo que será el suelo de la

planta baja. De igual manera, sobre los módulos de pared (7) se colocan los módulos que serán el suelo de la planta primera.

Se continúa con el ensamblado y colocación de todos los módulos de pared (7) y de suelo (6) hasta que prácticamente quede completada la estructura del edificio, tanto en el caso de una como en el de dos plantas. Se recuerda que dicha estructura es portante a todos los efectos para trabajar a compresión con diseño antipandeo, por lo que esta fase de la construcción es la que requiere un estricto control de calidad.

Llegados a este punto es cuando se procede a colocar paneles de encofrado recuperable longitudinal (8) con los correspondientes encofrados recuperables de cierre transversal (9) y de esquina (9.1), tal como se esquematiza en las (Fig.2 y 3) que, de por sí, son suficientemente explicativas para comprender cómo se van formando las oquedades o recintos cerrados, de forma sensiblemente prismática, que recibirán el vertido de la tierra por medio de una trompa de vertido (13) (Fig.4) o por cualquier otro procedimiento que será compactada mecánica o manualmente para formar el muro de tapial (10).

En las (Figs.2 y 3) se observa la función de las ménsulas (1.1) que combinadas con los montantes suplementarios (11) para encofrado a las que sirven de apoyo y tope, permiten definir con perfección el recinto destinado al tapial (10). En estas figuras se observa también la función de los tirantes (12) que sirven de arriostramiento y aseguran los diversos componentes del encofrado para que puedan soportar los empujes del tapial (10).

Cabe citar que todos los encofrados recuperables deben tener un tratamiento antiadherente para facilitar su retirada y posterior utilización en otra zona de la edificación. Se recuerda asimismo que los módulos de pared (7), por medio de sus paneles de pared (5), actúan por una parte como encofrados no recuperables, (perdidos) y por otra, como acabado visto por el interior del edificio.

Terminada completamente la fase de ejecución del tapial (10) correspondiente a los muros de la primera planta se procede al encofrado de la segunda planta, si la hay, o al cierre perimetral con el correspondiente vierteaguas y demás complementos.

Tal como se ha indicado anteriormente en este documento, el tapial (10) hace funciones de protección exterior por lo que debe procurarse su mejor acabado ya

que se trata de algo que caracteriza de forma decisiva el aspecto externo de este tipo de construcción tan singular.

No se considera necesario hacer más extenso el contenido de esta descripción para que un experto en la materia pueda comprender el alcance y las ventajas derivadas de la invención, así como desarrollar y llevar a la práctica el objeto de la misma. Sin embargo, debe entenderse que la invención ha sido descrita según una realización preferida de la misma, por lo que puede ser susceptible de modificaciones sin que ello repercuta o suponga alteración alguna del fundamento de dicha invención. Es decir, los términos en que ha quedado expuesta esta descripción preferida de la invención, deberán ser tomados siempre con carácter amplio y no limitativo.

**REIVINDICACIONES**

**1.-** Edificio modular mixto de entramado de madera y tapial consistente en un tipo de edificio que se construye a partir de los materiales naturales madera y tierra cruda (tapial), **caracterizado** por presentar una estructura portante en madera tratada con sales, termotratada o similar, formada por módulos de suelo (6), módulos de pared (7), ambos básicamente rectangulares, compuestos por marcos y paneles que constan de vigas (1), montantes (2),testeros (3), paneles de suelo (4) y paneles de pared (5) que, una vez ensamblados y asegurados entre sí con medios de tornillería (no representada), tirantes (12) o similar, se revisten de muros de tierra cruda (tapial) (10).

**2.-** Edificio modular mixto de entramado de madera y tapial, según reivindicación primera, **caracterizado** porque los módulos de suelo (6), presentan apéndices que sobresalen perimetralmente a modo de ménsulas (1.1) para su engarce con tornillos, tirantes o cualquier otro medio, con los montantes suplementarios (11).

**3.-** Edificio modular mixto de entramado de madera y tapial, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los módulos de pared (7) tienen propiedades técnicas estructurales antipandeo y de trabajo a compresión.

**4.-** Edificio modular mixto de entramado de madera y tapial, según reivindicación primera, **caracterizado** porque los módulos de pared (7), los encofrados recuperables longitudinales (8), los encofrados recuperables de cierre transversal (9) y los encofrados recuperables para esquina (9.1), asegurados sobre ménsulas (1.1) y/o sobre montantes suplementarios (11) por tornillería (no representada) y tirantes (12), forman oquedades sensiblemente prismáticas rectas, de base rectangular, para recepción del tapial (10).

**5.-** Edificio modular mixto de entramado de madera y tapial, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se asienta sobre cimentación (14) formada con zapatas (15) de hormigón armado y bloques (16) rellenos de material drenante (17) con recubrimiento impermeable (18).

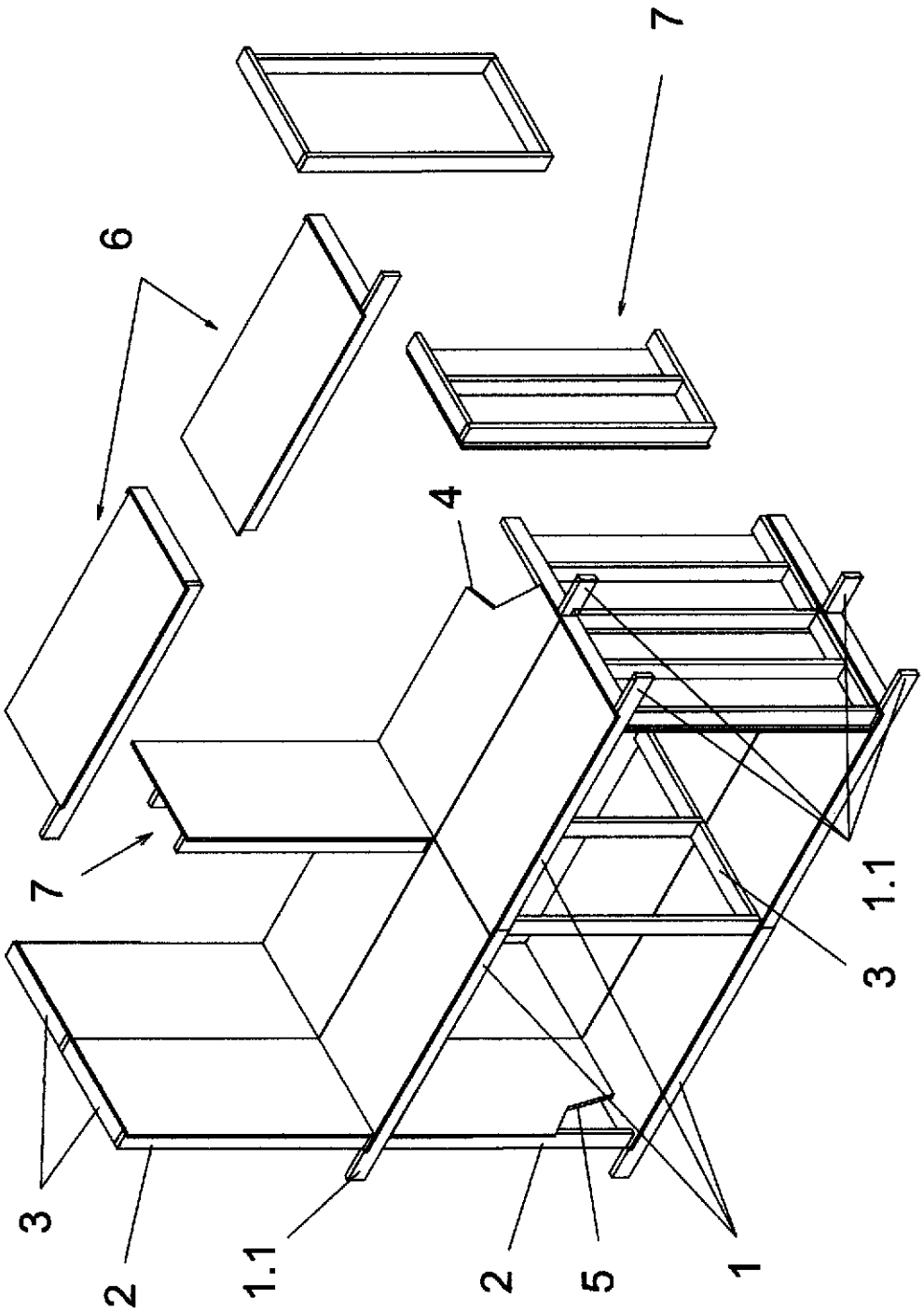



Figura 1

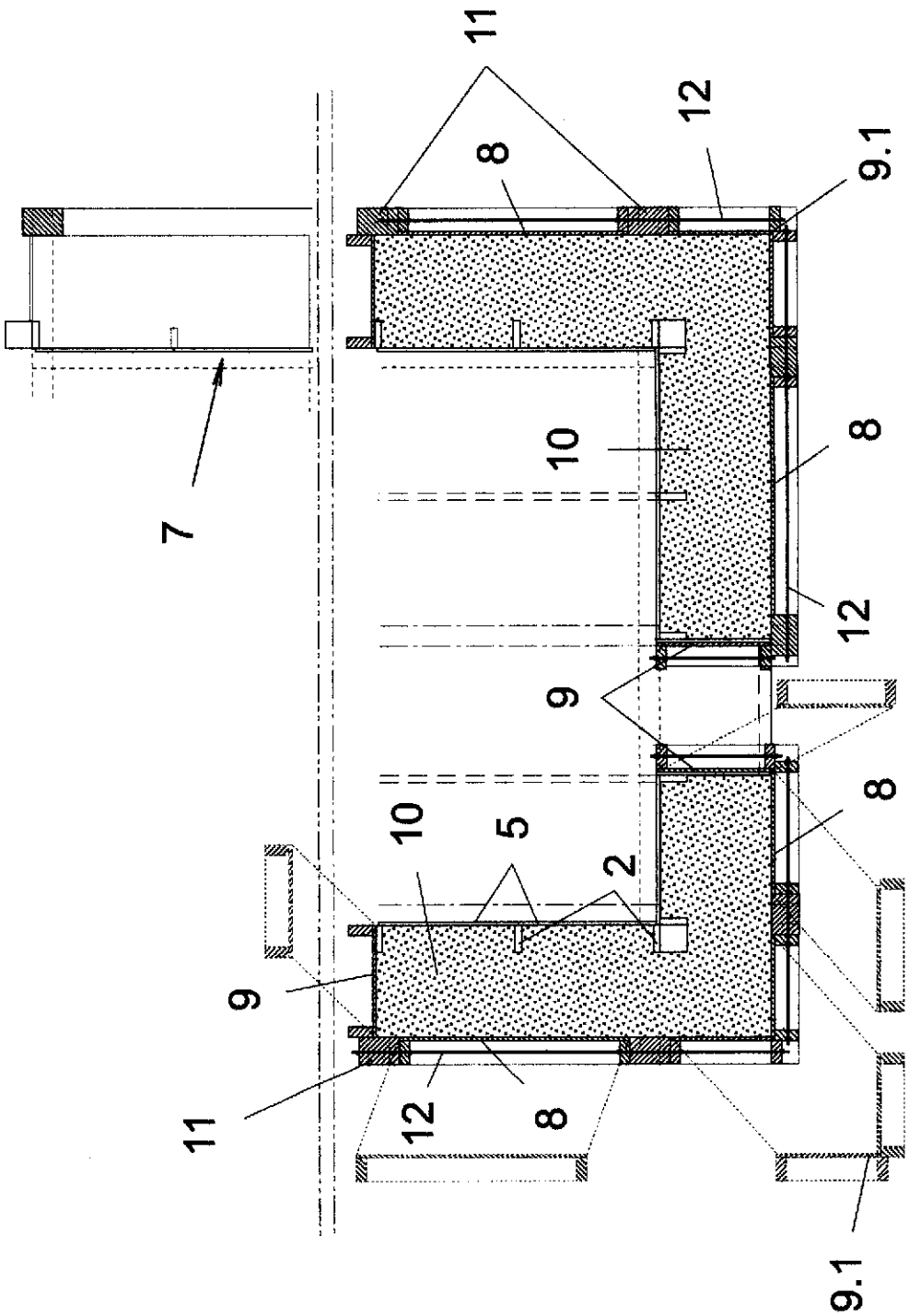



Figura 2

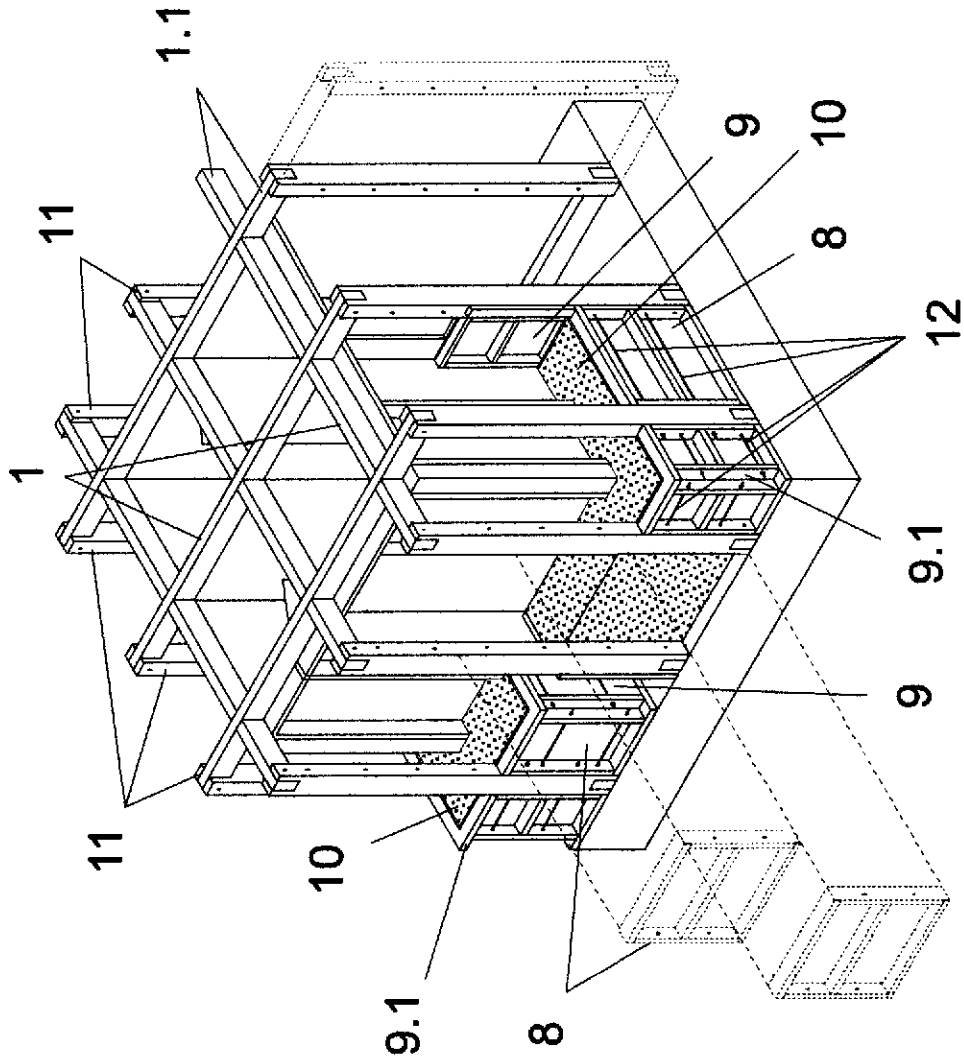



Figura 3

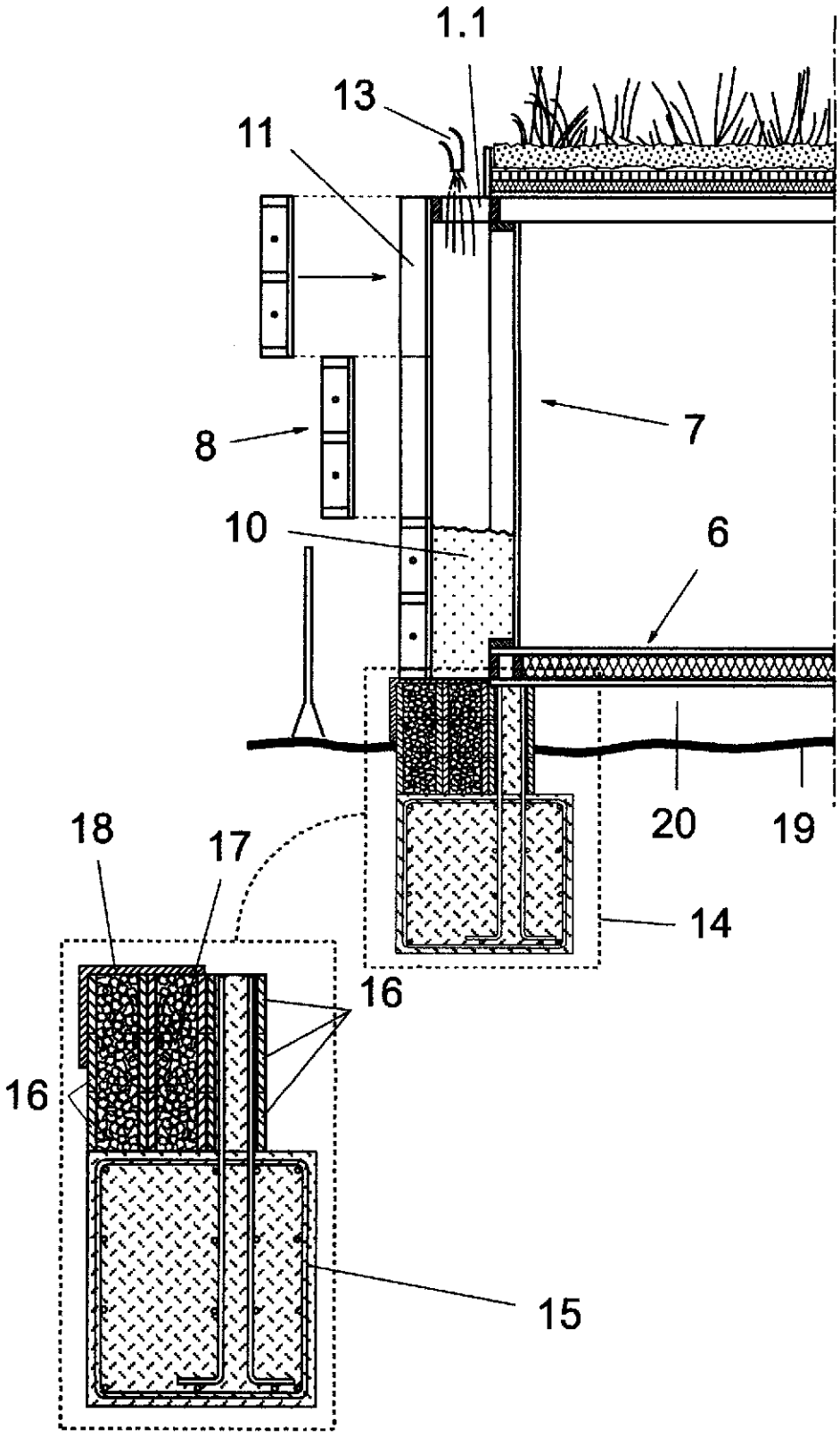



Figura 4