

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 969 683**

51 Int. Cl.:

E02D 3/12

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.04.2018** **PCT/IB2018/052348**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.10.2018** **WO18185691**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2018** **E 18720015 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2023** **EP 3607146**

54 Título: **Procedimiento para mejorar las características mecánicas e hidráulicas de suelos**

30 Prioridad:

06.04.2017 IT 201700037754

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

22.05.2024

73 Titular/es:

THUR S.A.S. DI THUR RESINS SRL (100.0%)
Via Monte di Pietà 19
20121 Milano, IT

72 Inventor/es:

PASTOR, MARIAPIA y
BIRTELE, ANDREA

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 969 683 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

Procedimiento para mejorar las características mecánicas e hidráulicas de suelos

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para mejorar las características mecánicas e hidráulicas de suelos.

10 Los edificios y las infraestructuras, en general, transfieren cargas al suelo por medio de sistemas de cimientos de diferentes clases y geometrías analizados con el fin de optimizar la expansión de tensiones en función de las características mecánicas del suelo.

La tarea del ingeniero geotécnico es analizar los aspectos relacionados con el suelo e identificar en el proyecto el tipo de cimiento más adecuado para contener los desplazamientos y deformaciones del edificios.

15 Algunas veces, las pobres características mecánicas del suelo fuerzan al diseñador a considerar soluciones que son particularmente onerosas o incluso inciertas en su viabilidad.

20 El diseño, en este caso, requiere una evaluación preliminar destinada a considerar intervenciones preparatorias para mejorar las características mecánicas del suelo sobre el que se levantará el edificio, que permiten optimizar costes para los cimientos y, al mismo tiempo, asegurar los factores de seguridad requeridos en la interacción de suelo-estructura.

25 Se produce también el caso de edificios o infraestructuras existentes en los que, por diversas razones, principalmente de tipo estructural o geotécnico, se producen problemas después de la construcción que están vinculados a subsidencias diferenciales del suelo con el consiguiente daño a las estructuras. En este caso también, el diseñador puede evaluar, además de las intervenciones sobre los cimientos destinadas a mejorar la expansión de las tensiones en el terreno o como alternativa a las mismas, el trabajo de consolidación del suelo destinado a mejorar las características mecánicas del volumen de soporte de los cimientos.

30 Por tanto, la consolidación del suelo es un campo de la ingeniería geotécnica que, gracias a las nuevas posibilidades tecnológicas ofrecidas por la industria, tiene frecuentemente un papel cada vez más importante no solo en los diseños de edificaciones o infraestructuras, sino también en las intervenciones para el mantenimiento extraordinario de edificios existentes.

35 Entre las diversas tecnologías de consolidación del suelo comercialmente disponibles, hay inyecciones de compactación con mezclas de cemento o mezclas sintéticas que no penetran completamente dentro de los huecos intergranulares, sino que generan volúmenes en profundidad que están aislados de los mismos y son capaces, en virtud de la presión de inyección que se utilice o en virtud de la presión que se genere como consecuencia de una reacción química de la propia mezcla, de aplicar un esfuerzo al suelo subyacente. El efecto de este esfuerzo es el incremento local en la densidad del suelo circundante y la elevación subsiguiente del nivel del suelo.

45 Esta última acción, que se conoce como Lechada de Compensación, deseada algunas veces junto con la provisión de túneles de superficie en un área urbana o con intervenciones de desaguado que son preliminares a excavaciones profundas por debajo del nivel freático, tiene el objetivo de reducir el impacto de las excavaciones en edificios sobre la superficie.

50 Sin embargo, la elevación del edificio o la infraestructura no es siempre un objetivo para las inyecciones de compactación. Algunas veces, el movimiento de superficie puede generar distorsiones angulares inaceptables para las estructuras de superficie o puede limitar incluso la compactación del suelo en profundidad, que pueden ser mayores en presencia de cargas de contraste más altas.

55 Un ejemplo de esto es el procedimiento divulgado en el documento EP0851064, que proporciona un incremento en la capacidad de soporte de los suelos de cimientos para edificios por medio de la inyección de una sustancia que se expande como consecuencia de una reacción química. En el procedimiento descrito, se comprueba la consolidación de suelo profundo utilizando receptores láser que se fijan a la estructura que está por encima del volumen inyectado y que, conectados con un emisor, reportan cualquier mínimo desplazamiento vertical del edificio como consecuencia del aumento de la sustancia en el suelo y, por tanto, reportan que se ha alcanzado la máxima consolidación posible del suelo como consecuencia del aumento de la sustancia expansiva.

60 El procedimiento prevé la interrupción de la inyección cuando tiene lugar el mínimo desplazamiento vertical del edificio. Por tanto, a diferencia del procedimiento de Lechada de Compensación, el objetivo del procedimiento divulgado en el documento EP0851064 es lograr la máxima consolidación posible del suelo de cimientos sin producir desplazamientos significativos del edificio superpuesto o del suelo.

65 Hay también otros procedimientos de consolidación del suelo que prevén la inyección de mezclas de una clase diferente. Entre estos, se hace mención a la tecnología Soilfrac utilizada por la empresa Keller Grundbau que

proporciona el uso de mezclas de cemento que son también de tipo expansivo. El procedimiento prevé la creación, en múltiples etapas, de fracturas en el suelo sobre la parte de la mezcla inyectada por medio de una bomba que genera presiones medio-altas. En este caso también, la consolidación máxima que puede obtenerse por inyección es verificada por medio de un desplazamiento vertical aunque mínimo del edificio superpuesto detectado por medio de sistemas de medición de nivel que permiten ver el movimiento relativo de algunos puntos del edificio con respecto a otros, utilizando el principio de los vasos comunicantes.

En ambos casos descritos, los procedimientos de consolidación del suelo utilizan sistemas para monitorizar las estructuras superpuestas con la finalidad de identificar la efectividad de la intervención, es decir, la consecución de la máxima consolidación posible del suelo por compactación.

Sin embargo, ambos sistemas descritos presentan limitaciones que están vinculadas sustancialmente al peso de la estructura y del suelo de cubierta. La compactación de la mezcla de cemento o la mezcla sintética en el suelo está estrechamente vinculada al contraste ofrecido por el suelo de cubierta y por la carga de la estructura superpuesta. Por tanto, no es posible incrementar el nivel de compactación del suelo más allá del límite ofrecido por el contraste del suelo de cubierta y de la estructura.

Cada uno de los documentos FR2574442A1, KR100941669B1, KR101241351B1 y JP2005201038A divulga un procedimiento para mejorar las características mecánicas e hidráulicas de los suelos según el preámbulo de la reivindicación 1.

La finalidad de la presente invención es resolver los problemas descritos anteriormente, proporcionando un procedimiento que sea capaz de incrementar, aunque sea temporalmente, la carga de contraste y, por tanto, de permitir la inyección de mezcla de cemento o mezcla sintética para realizar una compactación mayor de lo que es posible en presencia de cargas ordinarias.

Dentro de esta finalidad, un objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento que sea económico y simple y rápido de realizar.

Esta finalidad, así como estos y otros objetivos que se pondrán más claramente de manifiesto a continuación en la presente memoria, son alcanzados por un procedimiento según lo que se indica en la reivindicación 1.

Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción de algunas formas de realización preferidas pero no exclusivas del procedimiento según la invención, ilustradas solamente a título de ejemplo no limitativo en los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista en sección esquemática de un suelo sometido al procedimiento según la invención;

la figura 2 es una vista a escala ampliada de la sección transversal esquemática de la figura 1;

la figura 3 es una vista en sección del suelo sometido al procedimiento según la invención, tomada a lo largo de un plano vertical que es perpendicular al plano en sección de la figura 1;

la figura 4 es una vista en sección esquemática de un suelo sometido al procedimiento según la invención durante la etapa de proporcionar los elementos de tensión según una forma de realización que es diferente de la mostrada en las figuras 1 a 3;

la figura 5 es una vista en sección del suelo sometido al procedimiento según la invención, tomada a lo largo de un plano vertical que es perpendicular al plano en sección de la figura 4;

la figura 6 es una vista en sección esquemática de un suelo sometido a un procedimiento que es intermedio entre el mostrado en la figura 1 y lo que se muestra en la figura 4, en el que se realizan las inyecciones parcialmente por cánulas independientes y en parte directamente por los elementos de tensión por medio de unos orificios previstos en su superficie lateral;

la figura 7 es una vista en sección del suelo sometido al procedimiento según la invención, tomada a lo largo de un plano vertical que es perpendicular al plano en sección de la figura 6.

Haciendo referencia a las figuras, la presente invención se refiere a un procedimiento para mejorar las características mecánicas e hidráulicas de los suelos por medio de inyecciones de compactación.

En particular, el procedimiento según la invención está adaptado para incrementar la efectividad de las operaciones para la mejora hidráulica y mecánica de los suelos que puede obtenerse por medio de inyecciones de mezclas de cemento o mezclas sintéticas.

El procedimiento según la presente invención comprende:

- una etapa para proporcionar unos elementos de tensión o clavos 2 que presentan una parte de anclaje 2a anclada en el suelo y una segunda parte 2b fijada sustancialmente en la superficie 30 del suelo que debe mejorarse 10;
- una etapa de inyección de unas mezclas de cemento o mezclas sintéticas 3 en el volumen de suelo que debe mejorarse 10 por debajo de la superficie 30.

La etapa de inyección de las mezclas 3 se lleva a cabo después de la etapa que consiste en proporcionar los elementos de tensión o clavos 2.

De esta manera, la etapa de inyección permite mejorar las características del suelo.

Según la invención, la etapa de inyección de las mezclas de cemento o mezclas sintéticas 3 en el volumen del suelo que debe mejorarse 10 por debajo de la superficie 30 se lleva a cabo por medio de cánulas independientes (es decir, asignadas exclusivamente a la inyección de mezclas de cemento o mezclas sintéticas 3).

La etapa para proporcionar los elementos de tensión 2 sirve para incrementar el contraste más allá de los límites ofrecidos por el peso del edificio y del suelo de cubierta, de modo que la etapa de inyección de las mezclas 3 pueda lograr unos niveles de compactación de suelo más altos que los ordinarios.

Convenientemente, la parte de anclaje 2a está formada por lo menos en un primer extremo de los elementos de tensión 2 o clavos.

Nada prohíbe que dicha parte de anclaje 2a se extienda en por lo menos una parte de la extensión longitudinal de los elementos de tensión 2 o clavos.

Haciendo referencia a la forma de realización práctica mostrada en las figuras 4 a 7, la parte de anclaje 2a corresponde a toda la extensión de los elementos de tensión 2 o clavos insertados dentro del suelo.

Preferentemente, el volumen de suelo que debe mejorarse 10 se extiende por lo menos parcialmente por encima de las partes de anclaje 2a.

Específicamente, la etapa para proporcionar elementos de tensión o clavos consiste en proporcionar una pluralidad de orificios que son verticales o están inclinados con respecto a la vertical en el suelo o también a través de los cimientos del edificio existente.

Según una posible forma de realización práctica, es posible proporcionar, después de dicha etapa de inyección, una etapa de separación de dicha segunda parte extrema 2b de la superficie del suelo que debe mejorarse 10.

Como indicación, el diámetro de los orificios es variable entre 12 mm y 200 mm. La geometría inicial con la que están distribuidos los orificios se determina por un modelo computacional o, en los casos más simples, por experiencia. La distancia central entre los orificios puede variar entre 0.30 m y 5.00 m en función del tipo de edificio. La profundidad de los orificios es una función de las características del suelo de cimientos y es independiente de la profundidad y el espesor del suelo que debe mejorarse 10.

Posteriormente, los clavos huecos o elementos de tensión que presentan un diámetro comprendido entre 10 mm y 180 mm se alojan en los orificios y las mezclas de cemento o mezclas sintéticas se inyectan en el suelo a través de los clavos o elementos de tensión y por medio de cánulas auxiliares con el fin de crear un anclaje adecuado entre la parte de anclaje 2a del elemento de tensión 2 o del clavo y el suelo circundante.

La parte de anclaje 2a del elemento de tensión 2 o del clavo puede estar dispuesta a una altura preestablecida y puede presentar una longitud que puede variar según los requisitos, extendiéndose incluso sobre toda la profundidad del suelo que debe mejorarse 10.

Los clavos o elementos de tensión están hechos generalmente de materiales metálicos, plásticos o compuestos y presentan la forma de barras macizas, barras huecas, alambres o hebras.

Las mezclas de cemento o mezclas sintéticas se inyectan en el suelo utilizando unos sistemas de bombeo a presión que fuerzan la penetración de las mezclas de cemento o mezclas sintéticas en los huecos intergranulares alrededor de la parte de anclaje 2a del clavo o elemento de tensión o, en presencia de suelos que presentan una textura más fina, producen la fracturación hidráulica del suelo que rodea la parte de anclaje 2a del clavo o elemento de tensión, es decir, la rotura local del suelo y la formación de entramados de mezcla que, una vez endurecidos, mejoran las características mecánicas de la masa y proporcionan la adhesión máxima entre la parte de anclaje 2a del clavo o elemento de tensión y el suelo circundante.

Si la parte de anclaje 2a del clavo o del elemento de tensión se extiende a toda la profundidad del suelo que debe tratarse, es útil prever unas aberturas sobre la parte correspondiente del clavo o elemento de tensión, de manera que se permita el flujo de salida de la mezcla.

Los sistemas de bombeo para las mezclas de cemento o las mezclas sintéticas suministran caudales del orden de 5-30 litros por minuto y generan generalmente unas presiones comprendidas entre 2 y 100 bares. Estas presiones son capaces de forzar la penetración de la mezcla de cemento o mezcla sintética en los huecos intergranulares de suelos arenosos y pedregosos y de permitir el acceso de la mezcla de cemento o mezcla sintética dentro de suelos limosos y arcillosos por medio de fracturas locales que se conocen en la jerga técnica como fracturas hidráulicas.

Si las mezclas de cemento o mezclas sintéticas son del tipo expansivo, la penetración en los huecos intergranulares de suelos ásperos o la fracturación hidráulica de suelos que presentan una textura más fina tiene lugar también en virtud de la presión que se genera durante la etapa de expansión que ocurre generalmente por reacción química, alcanzando unos valores comprendidos entre 0.5 bares y 150 bares.

El endurecimiento posterior de la mezcla dispersada en el suelo produce la mejora de las características geotécnicas y la adhesión máxima entre la parte de anclaje 2a del clavo o elemento de tensión y el suelo circundante.

Como consecuencia de la inyección del clavo o elemento de tensión y después de esperar cualquier endurecimiento de la mezcla, se prosigue con la fijación de la segunda parte extrema del clavo o elemento de tensión en los cimientos de la estructura dispuesta en la superficie o, en el caso de un campo libre, sobre la superficie del suelo.

En el caso de clavos pasivos o elementos de tensión, se realiza la fijación directamente después del curado de la mezcla de cemento o mezcla sintética inyectada. En el caso de clavos activos o elementos de tensión, se lleva a cabo la fijación después del curado de la mezcla de cemento o la mezcla sintética y después del tensionado del extremo superior del clavo o elemento de tensión a fin de crear un estado adecuado de esfuerzo interno en el suelo que debe tratarse con las inyecciones de compactación.

La fijación se lleva a cabo en los propios cimientos de la estructura superficial vertiendo o inyectando mezclas de cemento o mezclas sintéticas o se asegura por un sistema mecánico constituido por placas de contraste superficial que, apoyadas contra los cimientos o el suelo, bloquean, por medio de elementos en forma de cuña o de tornillo u otros, la superficie lateral del clavo o elemento de tensión.

La acción de tensionado, si fuera necesario, es empujada a valores de tracción que pueden variar en función de los requisitos del sitio de construcción y están comprendidos en cualquier caso entre 3 y 300 % de la carga de la estructura existente o diseñada. El nivel de tensionado del elemento de tensión debe evitar, en cualquier caso, generar subsidencias más allá de la extensión permisible de los cimientos del edificio existente.

El tensionado del clavo o elemento de tensión presenta la finalidad de proporcionar al sistema de cimiento-suelo un nivel prestablecido de esfuerzo interno, es decir, un valor de contraste que sea efectivo con respecto a la inyección de compactación posterior.

De esta manera, la carga de contraste total excede inmediatamente el valor ordinario de la presión ofrecida por la estructura y por el suelo de cubierta y permite obtener niveles mucho más altos de compactación del suelo con respecto a las inyecciones ordinarias, evitando también elevaciones no deseadas.

En el caso de clavos pasivos o elementos de tensión, el contraste excede el valor de la presión ordinaria sólo después de las primeras deformaciones del clavo o elemento de tensión y, por tanto, como consecuencia de un desplazamiento vertical reducido de la estructura o del suelo de cubierta.

Si se desea una elevación de la estructura o del suelo de cubierta, los clavos pasivos o elementos de tensión pueden tensionarse sólo después de que la estructura haya experimentado dicha elevación.

En este caso, la fijación entre la segunda parte extrema 2b del clavo o elemento de tensión y el respectivo elemento de tope puede proporcionarse mediante un sistema mecánico que permite que el clavo o elemento de tensión se desplace a lo largo de una cierta extensión antes de que se bloquee o puede proporcionarse después de obtener la elevación deseada.

La etapa posterior no es muy diferente de la de los procedimientos conocidos.

Una pluralidad de orificios que son verticales o están inclinados con respecto a la vertical están provistos, dentro del suelo o también a través de los cimientos de la estructura existente, de un diámetro que puede variar desde 12 mm hasta 200 mm. En este caso también, la geometría inicial con la que están distribuidos los orificios se determina

por un modelo computacional o, en los casos más simples, por experiencia. La distancia central puede variar entre 0.30 m y 3.00 m en función del tipo de estructura. La profundidad de dichos orificios es una función de la geometría del suelo que debe mejorarse 10 y es ventajosamente inferior a la profundidad de la parte de anclaje 2a del clavo o elemento de tensión. Seguidamente, los tubos con un diámetro comprendido entre 5 mm y 50 mm están acomodados en los orificios y las mezclas sintéticas o mezclas de cemento se inyectan en el suelo que debe mejorarse 10 por medio de unos sistemas de bombeo de baja presión. La penetración de las mezclas sintéticas o resinas en el suelo que debe mejorarse 10 tiene lugar de acuerdo con la presión generada por la bomba o de la presión generada durante la etapa de expansión que ocurre generalmente debido a una reacción química, alcanzando valores comprendidos entre 0.5 bares y 150 bares.

El endurecimiento posterior de la mezcla distribuida dentro del suelo produce la mejora de las características geotécnicas.

En una forma de realización preferida alternativa, la etapa de inyección puede estar prevista en el volumen de suelo que debe mejorarse 10 utilizando los mismos clavos o elementos de tensión 2 sobre cuyo vástago están previstas previamente unas aberturas que están adaptadas para permitir el flujo de salida de las mezclas de cemento o mezclas sintéticas que se inyectan en el suelo que debe mejorarse por medio de sistemas de bombeo. En este caso, también la penetración de las mezclas sintéticas o resinas sintéticas en el suelo que debe mejorarse tiene lugar en virtud de la presión generada por la bomba y opcionalmente también en virtud de la presión generada durante la etapa de expansión de la propia mezcla.

En todos los casos, el tratamiento de inyección produce una variación volumétrica significativa del suelo que rodea el punto de inyección, lo que, en consecuencia, genera desplazamientos y deformaciones de los volúmenes del suelo que están adyacentes al mismo y están encima de este hasta que afecta a volúmenes que están inmediatamente próximos al apoyo de los cimientos de la estructura o al suelo de la superficie.

A partir de este movimiento hacia delante, la presencia de clavos o elementos de tensión es decisiva, puesto que impide unos desplazamientos significativos de la estructura superficial o del suelo de superficie incluso en la presencia de acciones de compactación del suelo sobre la parte de la mezcla de cemento o mezcla sintética que exceden el contraste ordinario ofrecido por la propia estructura y/o por el suelo de cubierta.

La inyección en el suelo que debe mejorarse 10 se extiende así más allá de lo ordinario, hasta que se reporta la mejora deseada de las características hidráulicas o mecánicas.

La mejora de las características hidráulicas o mecánicas que se obtiene puede comprobarse por medio de ensayos geotécnicos in situ, tales como ensayos de penetrometría o ensayos de manómetro.

La cantidad de mezclas que deben inyectarse puede determinarse por diseño, teniendo en cuenta el contraste adicional ofrecido por los clavos o elementos de tensión.

En el caso de clavos pasivos o elementos de tensión, la fijación entre la segunda parte extrema 2b del clavo o elemento de tensión y el respectivo elemento de tope puede proporcionarse por medio de un sistema mecánico que incluye también un instrumento para medir la fuerza de tracción a la que se somete el clavo o elemento de tensión. En este caso, la inyección de la mezcla de cemento o mezcla sintética puede extenderse hasta que esta fuerza de tracción alcanza un valor predefinido.

Cualesquiera movimientos de la estructura o del suelo de cubierta pueden monitorizarse, por ejemplo, por medio de sistemas láser o de radar. En este caso, las inyecciones de mezclas de cemento o mezclas sintéticas pueden interrumpirse cuando tiene lugar un desplazamiento de dicho edificio o suelo de cubierta. En casos extremos, las inyecciones pueden extenderse hasta la rotura del clavo o elemento de tensión, si son tolerables las deformaciones de la estructura o del suelo de cubierta que ocurren así.

El procedimiento descrito por la presente invención se utiliza preferentemente en casos de daños provocados por fenómenos de encogimiento y aumento de suelos arcillosos como consecuencia de variaciones del nivel de humedad en el suelo.

En estos casos, el incremento de la carga de contraste provocado por la presencia de clavos o elementos de tensión permite obtener, además de un nivel de compactación de suelo más alto que el ordinario después de la inyección de mezclas de cemento o mezclas sintéticas, un contraste eficiente a la expansión del suelo arcilloso, que puede producirse como consecuencia del incremento en el contenido de agua en el suelo y puede provocar elevaciones no deseadas de las estructuras o de los suelos de superficie. Además, la inyección reduce significativamente la permeabilidad total de estos, ralentizando significativamente la adición de agua al volumen de suelo consolidado y, en consecuencia, mitigando la expansión de la arcilla.

En la práctica, se ha encontrado que el procedimiento según la invención alcanza completamente la finalidad de mejorar el suelo afectado por inyecciones de compactación con valores de presión que exceden el contraste

ordinario ofrecido por la estructura y por el suelo de cubierta y, si fuera necesario, impedir los fenómenos de aumento de suelos que son particularmente sensibles a variaciones en el contenido de agua, de forma barata, simple, rápida, efectiva y permanente.

- 5 La invención concebida de este modo es susceptible de numerosas modificaciones y variaciones, tal como se especifica en las reivindicaciones adjuntas que definen el alcance de la invención.

En la práctica, los materiales utilizados, siempre que sean compatibles con el uso específico, así como las formas y dimensiones contingentes, pueden ser cualesquiera según los requisitos y el estado de la técnica.

10

La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente italiana n.º 102017000037754.

15

Cuando las características técnicas mencionadas en cualquier reivindicación vayan seguidas de símbolos de referencia, estos símbolos de referencia se han incluido para la única finalidad de incrementar la inteligibilidad de las reivindicaciones y, en consecuencia, dichos símbolos de referencia no presentan ningún efecto limitativo en la interpretación de cada elemento identificado a título de ejemplo por dichos símbolos de referencia.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para mejorar las características mecánicas e hidráulicas de suelos, en el que dicho procedimiento comprende:

- una etapa para proporcionar unos elementos de tensión o clavos (2) que incluye anclar una parte de anclaje (2a) de dichos elementos de tensión (2) o clavos en el suelo que debe mejorarse (10) y que incluye fijar una segunda parte extrema (2b) de dichos elementos de tensión (2) o unos clavos sustancialmente en la superficie (30) del suelo que debe mejorarse (10); estando dicho procedimiento caracterizado por que comprende
- una etapa de inyección de unas mezclas de cemento o mezclas sintéticas en el volumen de suelo que debe mejorarse (10) por debajo de dicha superficie (30) utilizando unas cánulas independientes; siendo dicha etapa de inyección de mezcla llevada a cabo después de dicha etapa para proporcionar dichos elementos de tensión (2) o clavos.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha parte de anclaje (2a) está formada por lo menos en un primer extremo, que se encuentra en oposición a dicha segunda parte extrema (2b) de dichos elementos de tensión (2) o clavos.

3. Procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicha parte de anclaje (2a) se extiende a lo largo de por lo menos una parte de la extensión longitudinal de dichos elementos de tensión (2) o clavos.

4. Procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicha parte de anclaje (2a) corresponde sustancialmente a toda la extensión de los elementos de tensión (2) o clavos insertados en el suelo.

5. Procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el volumen de suelo que debe mejorarse (10) se extiende por lo menos parcialmente por encima de dichas partes de anclaje (2a).

6. Procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende, después de dicha etapa de inyección, una etapa de separación de dicha segunda parte extrema (2b) de dichos elementos de tensión o clavos (2) de la superficie (30) del suelo que debe mejorarse (10).

7. Procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que durante dicha etapa de proporcionar los elementos de tensión o clavos (2), dicha segunda parte extrema (2b) está fijada sustancialmente en por lo menos un elemento de tope sustancialmente rígido.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que dicho elemento de tope comprende una parte de superficie de una estructura construida.

9. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que dicho elemento de tope comprende una placa de contraste superficial (3a).

10. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que dicha fijación entre dicha segunda parte extrema (2b) y el respectivo elemento de tope se lleva a cabo vertiendo o inyectando unas mezclas de cemento o mezclas sintéticas o por medio de la interposición de un dispositivo de interconexión.

11. Procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende una etapa para tensionar dichos elementos de tensión o clavos (2).

12. Procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende una etapa de monitorización de los movimientos verticales de dicha estructura construida o de dicho suelo de superficie, estando prevista una etapa de interrupción de dicha etapa de inyección tras la detección de un desplazamiento vertical de dicha estructura construida o de dicho suelo de superficie.

13. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que la fijación entre la parte extrema (2b) del clavo o elemento de tensión y el respectivo elemento de tope es proporcionada por medio de un sistema mecánico que incluye un instrumento para medir la fuerza de tracción a la que se somete el clavo o el elemento de tensión, estando prevista una etapa para interrumpir dicha etapa de inyección tras la detección de un valor de fuerza de tracción predeterminado.

14. Procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está prevista una etapa de interrupción de dicha etapa de inyección después de la rotura de dichos elementos de tensión o clavos.

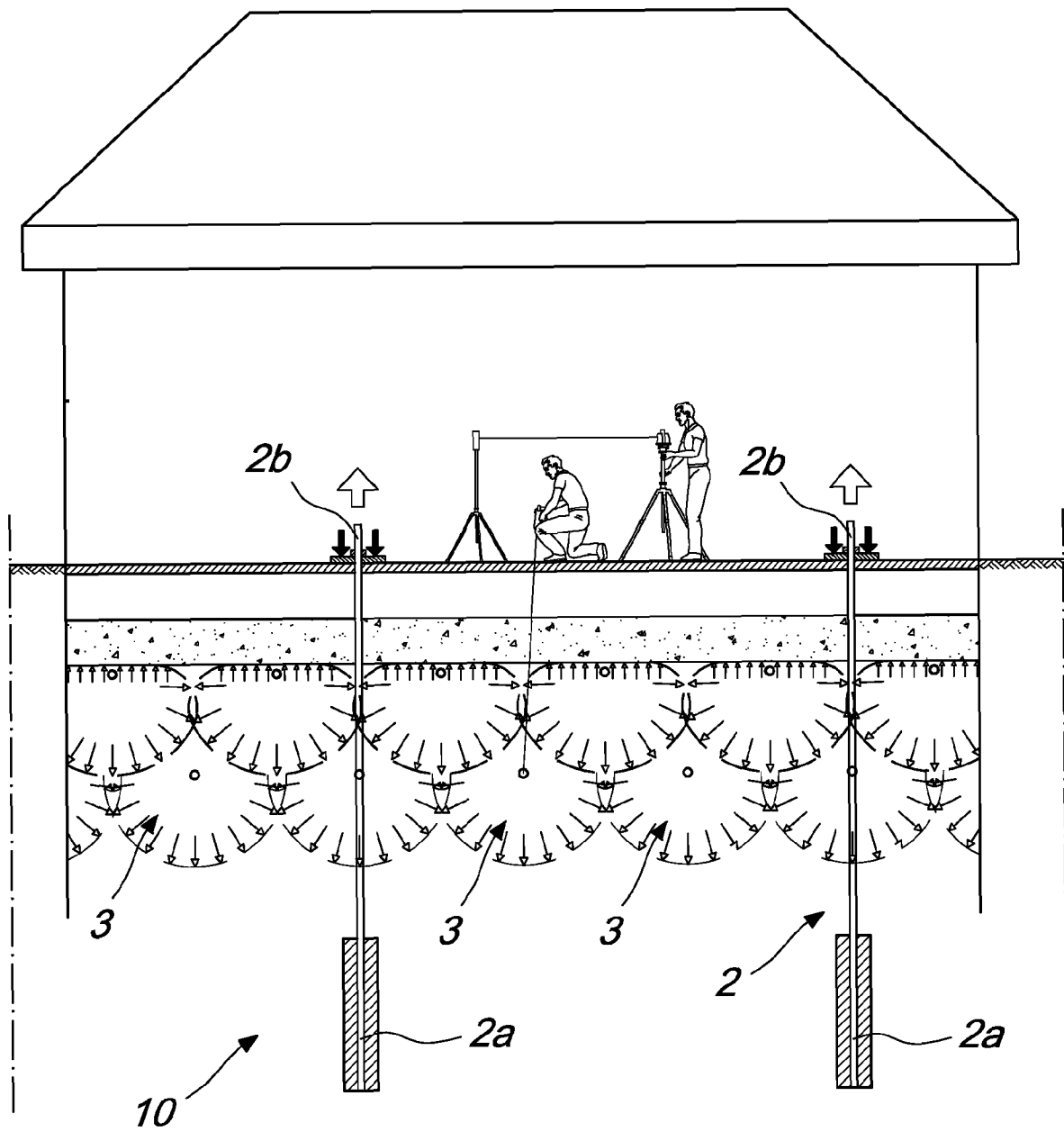
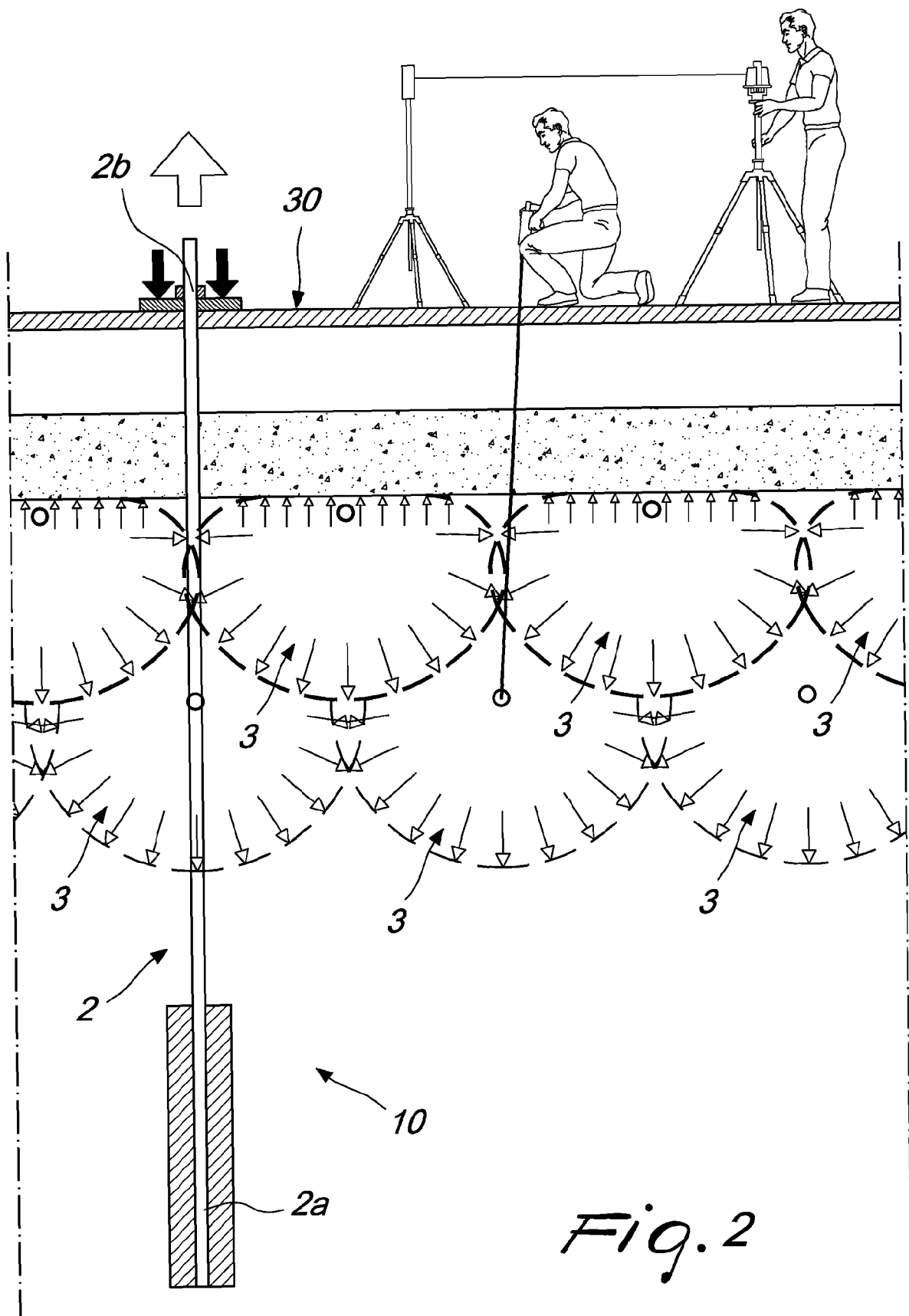


Fig. 1



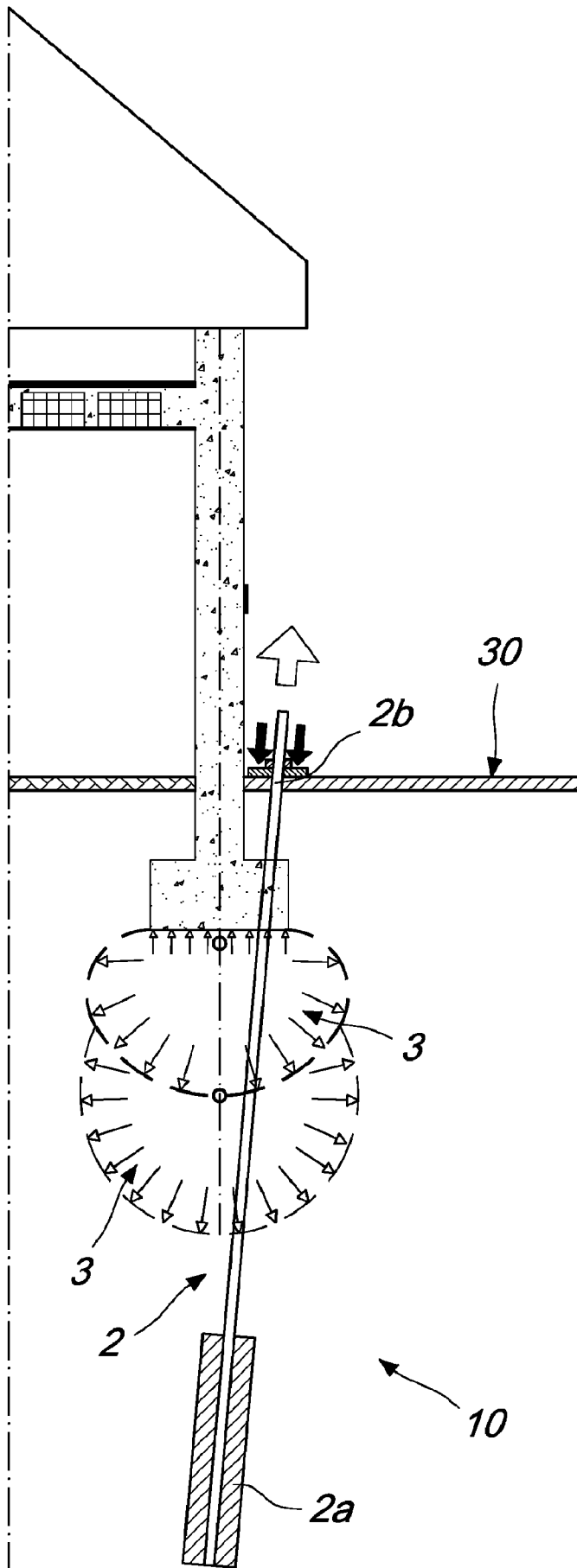
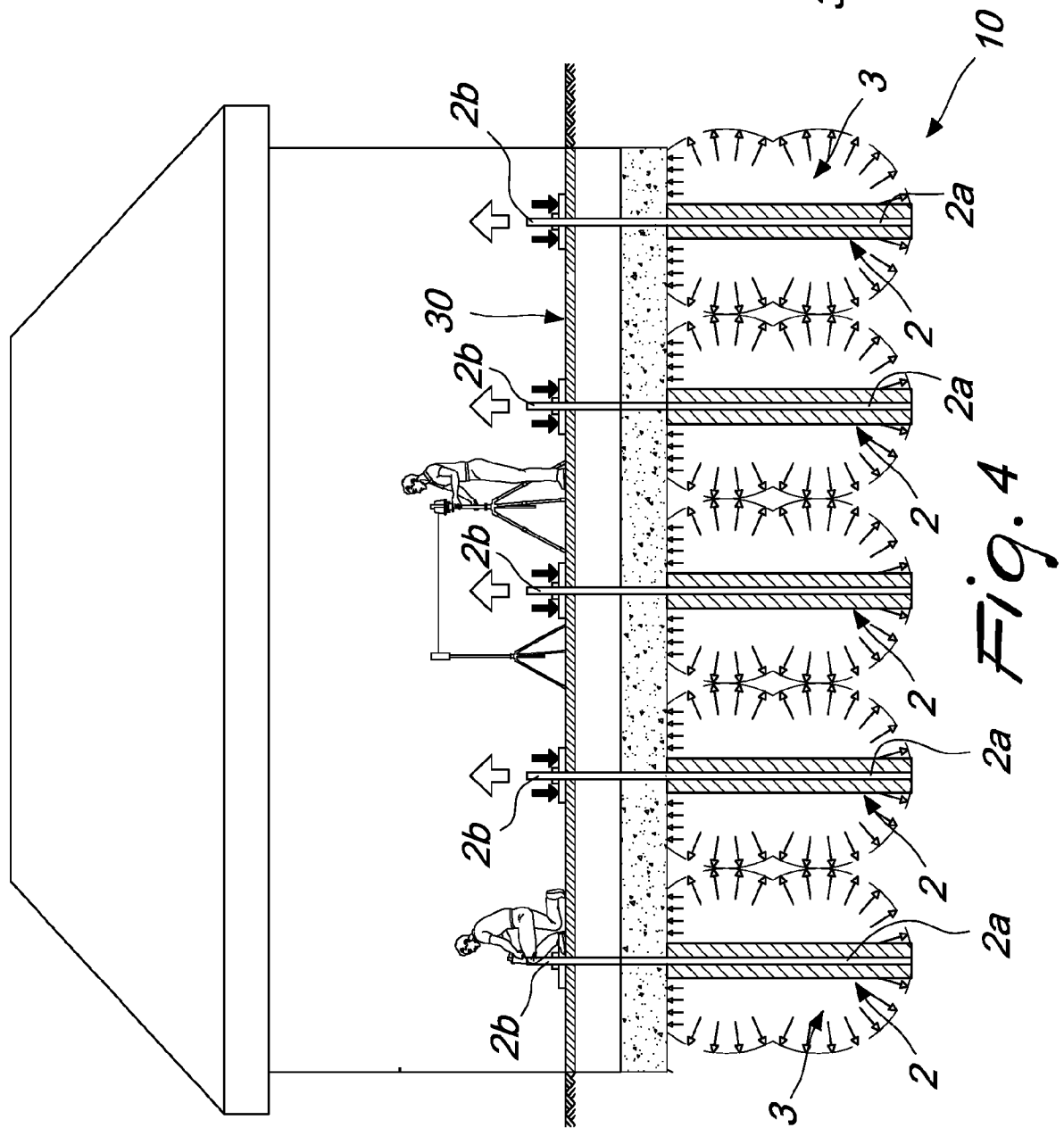
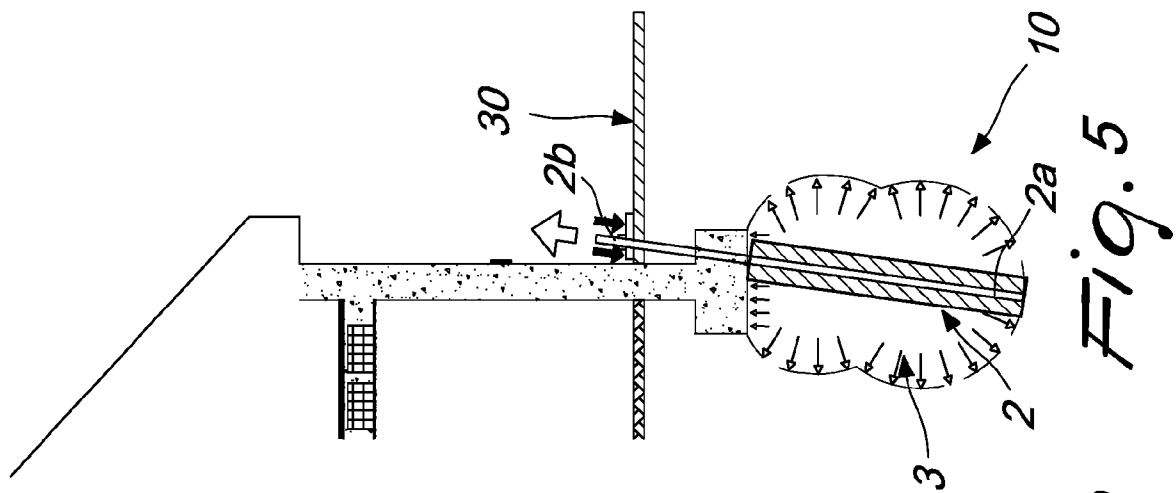


Fig. 3



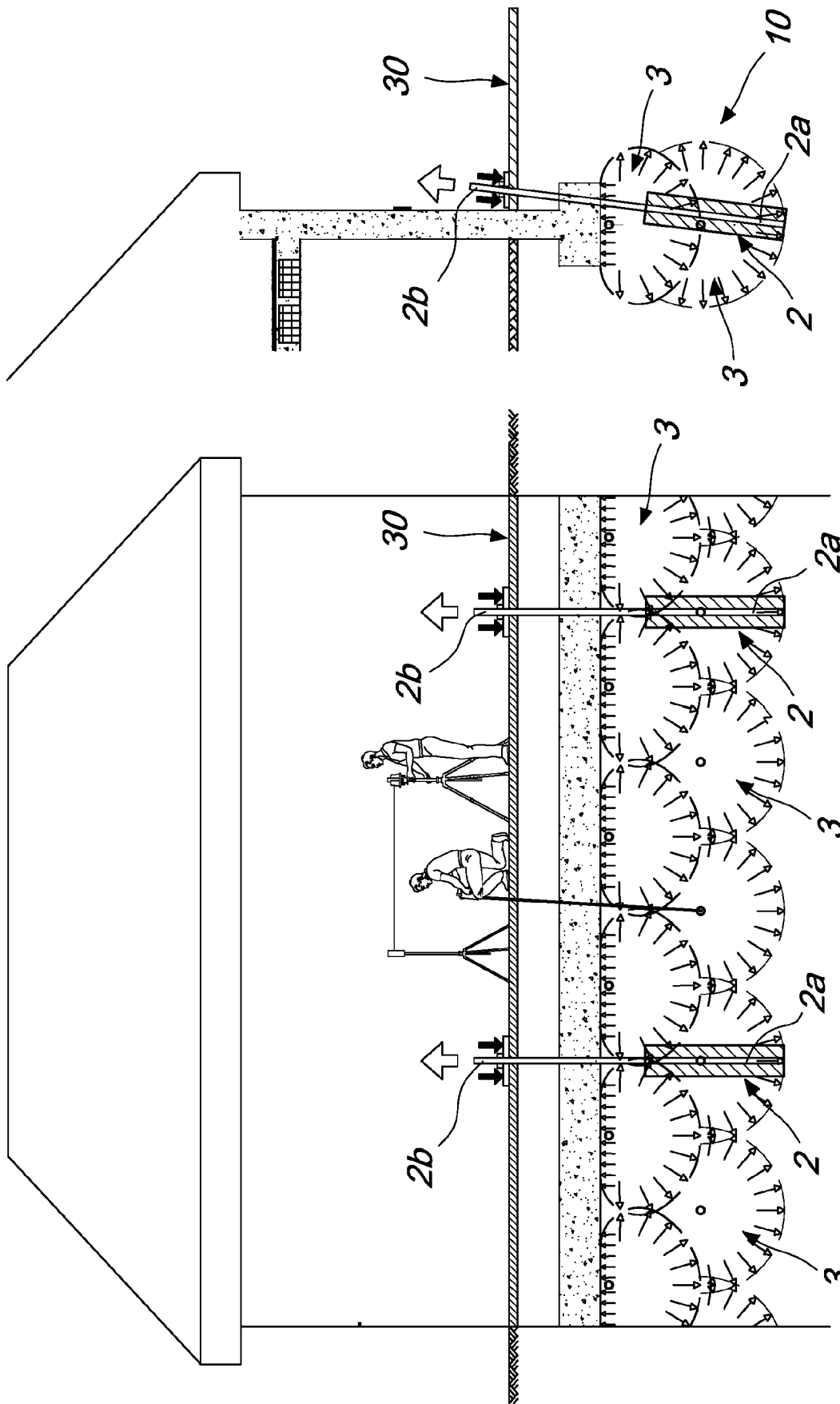


Fig. 7

Fig. 6