

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 994 687**

51 Int. Cl.:

E02D 7/22 (2006.01)

E02D 5/76 (2006.01)

E02D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2015** **E 19175074 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2024** **EP 3546654**

54 Título: **Método para retirar del suelo un pilote de anclaje o de cimentación**

30 Prioridad:

30.12.2014 NL 2014075

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

29.01.2025

73 Titular/es:

HIGH FIVE SOLUTIONS B.V. (100.00%)
8, Tuinschouw
4131 MD Vianen, NL

72 Inventor/es:

VAN LEEUWEN, MARINUS TEUNIS, JR;
VAN SEUMEREN, JOHANNES ANTONIUS;
DE GROOT, FRANCISCUS MARIE;
EIJKELKAMP, ALPHONSUS GERARDUS MARIA y
EIJKELKAMP, HUGO JAAP

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES, S.L.P.

ES 2 994 687 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 retirar del suelo un pilote de anclaje o de cimentación

- 5 La invención se refiere a un método para retirar del suelo un pilote de anclaje después de haberlo utilizado para anclar un objeto al suelo.

Por la técnica anterior se conocen diversos métodos para insertar pilotes de anclaje en el suelo.

- 10 Por ejemplo, el documento NL-8403178 divulga un método para perforar e introducir en el suelo un pilote de anclaje de tensión de tipo inyección y tornillo. El pilote de anclaje de tensión de tipo inyección y tornillo descrito en el presente documento es actualmente conocido como "Leeuwanker". Este pilote "Leeuwanker" consta de una sección de cabezal con una sección de tubo hueco de acero que comprende una hoja de tornillo en espiral, que se extiende aproximadamente 1 metro como una porción de perforación a lo largo de una circunferencia exterior de la sección de tubo hueco de acero. Este tramo de cabezal puede conectarse a uno o más tramos de tubo hueco de acero liso, con una longitud máxima de 7 metros, mediante conexiones roscadas complementarias. Entre los devanados de la hoja de tornillo en espiral se proporcionan unas aberturas de salida que conectan con un canal de alimentación formado dentro de las secciones de tubo hueco.

- 20 En la actualidad, es práctica común insertar el "Leeuwanker" en el suelo primero perforando e introduciendo la sección de cabezal en rotación en el suelo, conectando a continuación una sección de vástago a la misma para, posteriormente, perforar e introducir en el suelo aún más profundamente las secciones de cabezal y de vástago conectadas, conectando a continuación otra sección de vástago a las mismas para, posteriormente, perforar e introducir más profundamente en el suelo el conjunto ampliado de secciones conectadas, etc. Esta perforación finaliza cuando se alcanza la profundidad deseada con el pilote de anclaje así formado. Durante la perforación, la hoja de tornillo en espiral arrastra las secciones conectadas más profundamente hacia el interior del suelo. Si se desea, se puede agregar al momento de rotación una fuerza de empuje hacia abajo ejercida sobre las secciones conectadas durante la perforación.

- 30 Durante una etapa final de la perforación e introducción en el suelo de las secciones conectadas, se presuriza lechada en el canal de alimentación. Esta lechada se inyecta en el suelo alrededor de la sección de cabezal a través de las aberturas de salida presentes en la sección de cabezal. La lechada inyectada se mezcla a continuación con las partículas de suelo mediante la hoja de tornillo en espiral. Después del curado, esta mezcla de lechada y tierra forma un volumen de anclaje rígido alrededor de la sección de cabezal. Después de esto, un objeto a anclar puede acoplarse a un extremo proximal del pilote de anclaje de tensión así formado.

- 40 El avance de la perforación e introducción en el suelo de las secciones conectadas depende de la resistencia del terreno, de la profundidad deseada de inserción del pilote de anclaje a alcanzar, de las obstrucciones que puedan estar presentes en el suelo, etc. En la práctica, a veces parece que es difícil alcanzar una profundidad de inserción deseada de, por ejemplo, más de 20 metros, porque la resistencia para introducir más en el suelo el pilote de anclaje es demasiado elevada. También sucede que la perforación e introducción del pilote de anclaje a la profundidad deseada lleva mucho tiempo y/o requiere una gran potencia por parte de un aparato de perforación pesado.

- 45 En el documento EP-1.795.656 se describe una variante de este pilote "Leeuwanker". En esta variante, después de haber perforado e introducido en el suelo todo el pilote de anclaje hasta la profundidad necesaria, se sustituyen las secciones proximales de las secciones de vástago conectadas de forma innovadora por un haz de alambres de acero relativamente flexibles entrelazados. En el documento EP-1.795.656 no se menciona la retirada de este anclaje de tensión sujeto de forma flexible.

- 50 En el documento WO 2009/103149 se describe otro ejemplo de formación de un pilote de anclaje en el suelo. En este caso se describe un método que comienza con la colocación de un aparato de perforación sónica en una ubicación deseada donde debe formarse el pilote de anclaje en el suelo. Con este aparato de perforación sónica se forma un agujero entubado en el suelo. Para ello, se utiliza una sarta de perforación hueca con una broca extraíble o recuperable que está conectada operativamente a su extremo distal, perforando el suelo e introduciendo la misma mientras se ejerce una fuerza de empuje hacia abajo sobre la sarta al tiempo que se introduce una vibración sónica en la sarta. La broca presenta una gran abertura en su parte frontal. Esta abertura tiene dos propósitos. En primer lugar, se utiliza un fluido de lavado altamente presurizado que se inyecta a través del interior de la sarta de perforación hueca para eliminar todas las partículas del suelo que se han soltado debido a la broca. A continuación, se transporta a la superficie la mezcla de fluido de lavado y partículas del suelo a lo largo de una cara exterior de la sarta de perforación. Para ello, la broca tiene unas dimensiones más grandes que la propia sarta de perforación. A continuación, se baja un pilote al interior del agujero entubado. Después, se bombea lechada dentro del agujero. Una vez que el agujero esté completamente lleno con la lechada, se extrae del suelo y/o se saca del suelo mediante vibración la sarta de perforación, incluida la broca, de modo que pueda utilizarse de nuevo. El segundo propósito de la gran dimensión de la abertura de la broca queda claro a la hora de retirar la sarta de perforación, porque de lo contrario sería imposible sacar del suelo nuevamente la broca y la sarta de perforación, ya que durante este movimiento ascendente necesita poder pasar a lo largo del pilote que se ha bajado al interior del agujero entubado. Una vez retirada nuevamente la

sarta de perforación, la lechada tiene tiempo para curarse dentro del agujero entubado alrededor del pilote, de tal manera que tras el curado quede formado un pilote de anclaje cimentado.

Una desventaja de esto es que la formación del pilote de anclaje es laboriosa, consume mucho tiempo y es costosa.

5 Es necesario primero perforar e introducir en el suelo una sarta de perforación que, finalmente, deberá retirarse de nuevo. Otra desventaja es que resulta necesario mantener la sarta de perforación hueca completamente vacía de partículas de tierra durante todo el proceso de perforación, porque de lo contrario no podrá bajarse el pilote por el agujero entubado así formado. Otra desventaja es que las partículas del suelo eliminadas necesitan ser acumuladas y transportadas por encima del suelo. También cabe señalar que es necesaria una gran cantidad de lechada, ya que
10 debe rellenarse el agujero entubado con la misma en toda su altura. La resistencia a la tracción del pilote de anclaje así formado puede mejorarse porque la lechada no se mezcla con ninguna partícula de tierra presente alrededor de la misma. Finalmente, cabe señalar que no es posible utilizar el pilote de anclaje así formado hasta que se haya retirado toda la sarta de perforación y una vez que la lechada se haya curado completamente.

15 Otra desventaja es que a veces resulta necesario dejar estos costosos pilotes de anclaje en el suelo una vez que han cumplido su propósito de anclaje temporal. Esto resulta costoso y no es bueno para el medio ambiente. No siempre es posible retirarlos de nuevo de forma rápida y sencilla. Esto es particularmente cierto en lo referente a los pilotes de anclaje de tipo inyección y, más en particular, en lo referente a los pilotes de anclaje de tipo inyección y tornillo, y a veces ha parecido imposible retirar los pilotes de anclaje del suelo porque los métodos de la técnica anterior no parecían adecuados. También parecía que las secciones de vástago y la sección de cabezal solo podían ser retiradas
20 nuevamente del suelo dañadas y no limpias. En el caso de los pilotes de anclaje de tipo inyección (tornillo), la sustancia curada que originalmente se formaba como un volumen alrededor de al menos una parte del pilote parecía interponerse.

25 El documento GB-1.269.334 se refiere a un método para usar en investigación de suelos, prospección minera, minería, construcción de puertos, galerías, excavación de pozos de agua y perforación de agujeros de grandes dimensiones donde, tras haber perforado un agujero en el suelo e introducido una sarta de perforación, es sacada del suelo nuevamente.

30 La presente invención tiene como objetivo salvar al menos parcialmente dichas desventajas o proporcionar una alternativa de uso. En particular, la invención tiene como objetivo proporcionar un método fácil de usar y altamente eficiente para retirar del suelo un pilote de anclaje una vez que se haya utilizado para anclar un objeto al suelo, más en particular para retirar un pilote de anclaje verdaderamente fiable que previamente se haya insertado fácil y rápidamente en el suelo logrando una alta resistencia a la tensión.

35 Este objetivo se consigue mediante un método para retirar del suelo un pilote de anclaje de acuerdo con la reivindicación 1. Este método comprende la etapa de posicionar un aparato de perforación en una posición donde va a retirarse del suelo un pilote de anclaje y donde está acoplado a un objeto para anclar dicho objeto al suelo. El pilote de anclaje comprende un conjunto de sección de cabezal y una o más secciones de vástago conectadas entre sí. El
40 método comprende además la etapa de desacoplar del objeto un extremo proximal de las secciones conectadas. Posteriormente el método comprende la etapa de retirar del suelo las secciones conectadas mediante una fuerza de tracción hacia arriba, mientras se desconecta repetidamente una de las secciones de vástago. De acuerdo con la idea inventiva el aparato de perforación es un aparato de perforación sónica, en donde durante al menos parte de la extracción del suelo de las secciones conectadas del pilote de anclaje, se introduce una vibración sónica en las
45 secciones conectadas.

Ya no es necesario mantener dentro del suelo los pilotes de anclaje formados. Ahora también es posible retirarlos de nuevo de forma rápida y sencilla. Para ello, el método comprende las etapas de desacoplar del objeto el extremo proximal de las secciones conectadas y retirar del suelo las secciones conectadas mediante una fuerza de tracción
50 hacia arriba, ejercida sobre las mismas por medio del aparato de perforación sónica, mientras se desconecta repetidamente una de las secciones de vástago. Durante al menos una parte del proceso de extracción del suelo de las secciones conectadas, puede introducirse entonces la vibración sónica en las secciones conectadas. Debido a esta frecuencia de vibración sónica que se introduce en la sección de cabezal, parece posible aflojar nuevamente sustancias curadas tales como lechada de sus secciones de cabezal incluso en pilotes de anclaje de tipo inyección
55 (tornillo), permitiendo retraerlos fuera del suelo con una menor fuerza de tracción. Esto resulta ventajoso porque ya no es necesario dejar los costosos pilotes de anclaje en el suelo una vez hayan cumplido su propósito de anclaje temporal. Esto supone un ahorro de costes y es mejor para el medio ambiente.

Cabe señalar que el documento US-2010/0101863 se refiere a un método para obtener muestras de suelo, donde se
60 toma una muestra de debajo de una sarta de perforación. Durante la perforación, un operario de perforación puede hacer que la sarta de perforación penetre en el suelo mediante cualquier combinación de rotación, presión y/o vibración. La sarta de perforación no se utiliza como pilote de anclaje, ni resulta adecuada por ello. Una vez obtenida la muestra, se recupera inmediatamente toda la sarta de perforación extrayendo la misma del suelo.

65 Cabe señalar además que el documento US-4.603.748 divulga un tipo específico de sistema de vibrador mecánico con ruedas excéntricas con peso y sin peso que pueden utilizarse, en particular, para penetrar en el suelo e introducir

tubos huecos de excavación o perforación y para recuperar los mismos del suelo. Para ello se utiliza un cabrestante externo con cables de tracción, que se extienden a lo largo de la cara exterior del tubo hueco de excavación o perforación. El tubo hueco de excavación o perforación no se utiliza como pilote de anclaje de tipo inyección, ni resulta adecuado por ello. Una vez que se ha cavado el hoyo o se ha retenido el tapón de muestra de subsuelo, se recupera inmediatamente del suelo todo el tubo hueco de excavación o perforación.

Cabe señalar además que el documento CN-101550697 se refiere a un método para retirar pilotes de cimentación fácilmente rompibles en el que, en una primera etapa, se introduce un manguito/carcasa de acero en el suelo por martillado/vibración en una posición situada por encima y alrededor del pilote de cimentación, a continuación, en una segunda etapa, se tritura el suelo entre el pilote de cimentación y el manguito/carcasa con la ayuda de presión de aire y agua, y se drenan hacia arriba las partículas de suelo sueltas. Después, en una tercera etapa, se tira del pilote de cimentación hacia arriba por medio de cables de acero a través del manguito/carcasa "vaciado". Una vez completado este proceso, en una cuarta etapa, es necesario retirar nuevamente del suelo el manguito/carcasa. Con este método no se prevé ni es posible retirar pilotes de anclaje de tipo inyección.

Cabe señalar que la presente invención también se refiere a la extracción del suelo de pilotes de anclaje que se hayan formado de otras maneras sin la ayuda de vibraciones sónicas, de acuerdo con la invención de la solicitud de patente europea codependiente n.º 15 837 147.6. Se ha demostrado que tales otros tipos de pilotes de anclaje también pueden retirarse del suelo de forma rápida y sencilla usando un aparato de perforación sónica. El método de extracción puede entonces comprender las etapas de desacoplar de un objeto un extremo proximal de secciones conectadas que forman un pilote de anclaje, y de extraer del suelo esas secciones conectadas por medio de una fuerza de tracción hacia arriba, ejercida sobre las mismas por medio de un aparato de perforación sónica, mientras se desconecta repetidamente una de las secciones de vástago, en donde durante al menos parte del proceso de extracción del suelo de tales secciones conectadas, se introduce una vibración sónica en las secciones conectadas. En lo referente a los pilotes de anclaje de tipo inyección, en particular en lo referente a los pilotes de anclaje de tipo inyección y tornillo, esto ha permitido ventajosamente retirar del suelo incluso pilotes de anclaje, algo que nadie creía posible y/o para lo cual los métodos de la técnica anterior parecían no ser adecuados. Las pruebas han demostrado que pueden extraerse del suelo tanto las secciones de vástago como la sección de cabezal sin daños y prácticamente limpias. En el caso de los pilotes de anclaje de tipo inyección (tornillo), sustancialmente toda la sustancia curada que originalmente se había formado como un volumen alrededor de al menos una parte del pilote pareció quedarse en el suelo, en pedazos rotos y separados por el efecto sónico.

En una realización particular, durante la extracción del suelo de las secciones conectadas mediante la fuerza de tracción hacia arriba, el aparato de perforación sónica puede girar las secciones conectadas en la misma dirección de rotación que durante la anterior introducción en el suelo de las secciones conectadas. Este movimiento de rotación en la misma dirección de rotación tiene la ventaja de ayudar a aflojar aún más las partículas de suelo y/o las sustancias curadas tales como la lechada del pilote, con respecto al pilote de anclaje, sin desconectar accidentalmente de forma prematura las secciones conectadas entre sí antes de que hayan alcanzado posiciones sobre el nivel del suelo.

En otra realización, cuando se desea retirar del suelo secciones de tubo hueco de un pilote de anclaje de tipo inyección (tornillo), se alimenta una sustancia en un canal de alimentación que se extiende a través de tales secciones de tubo hueco y que conecta con una o más aberturas de salida en su sección de cabezal. De esta manera, el espacio que queda al retirar las secciones se puede rellenar automáticamente con esta sustancia, por ejemplo bentonita u otra sustancia de relleno adecuada. Para poder hacer esto, es preferible mantener el canal de alimentación y la una o más aberturas de salida libre de la sustancia curada durante la inserción del pilote en el suelo. Como se ha descrito anteriormente, esto se puede hacer habiendo llenado el canal de alimentación y la una o más aberturas de salida con una cantidad de sustancia no curable al final del proceso de inserción del pilote de anclaje en el suelo.

La invención resulta especialmente adecuada para extraer del suelo pilotes de anclaje que se hayan formado con ayuda de vibraciones sónicas de acuerdo con la invención de la solicitud de patente europea codependiente n.º 15 837 147.6. Este método de inserción para anclar un objeto al suelo con al menos un pilote de anclaje, que se introduce en el suelo, comprende la etapa de posicionar un aparato de perforación sónica en una posición donde se insertará el pilote de anclaje en el suelo. Se proporciona un conjunto de una sección de cabezal y una o más secciones de vástago, en el que las secciones de vástago pueden conectarse a la sección de cabezal y entre sí mientras se extienden en una dirección longitudinal para formar el pilote de anclaje. Las secciones, que juntas forman el pilote de anclaje, se insertan en el suelo. Una vez alcanzada la profundidad de penetración deseada para la sección de cabezal, se acopla el objeto a un extremo proximal de las secciones conectadas del pilote de anclaje. De acuerdo con la idea inventiva de la solicitud de patente europea codependiente n.º 15 837 147.6, la sección de cabezal del conjunto proporcionado comprende una porción de perforación para perforar el suelo. Además, la introducción del pilote de anclaje en el suelo comprende introducir la sección de cabezal con su porción de perforación en rotación directamente en el suelo por medio del aparato de perforación sónica, tras lo cual se conecta una o más veces una de las secciones de vástago a la misma de manera que las secciones de cabezal y de vástago conectadas entre sí puedan introducirse más profundamente en el suelo por medio del aparato de perforación sónica. Durante al menos una parte de esta perforación, se introduce mediante el aparato de perforación sónica una vibración sónica en las secciones conectadas.

Gracias a la acción de perforación combinada directamente sobre las secciones conectadas junto con la frecuencia

de vibración sónica introducida directamente en las secciones conectadas, durante al menos parte de la perforación, sorprendentemente resulta posible no tener que formar primero un agujero entubado con la ayuda de una sarta de perforación recuperable. De esta manera se pueden obtener grandes ahorros en el tiempo y la mano de obra para formar los pilotes de anclaje. También resulta sorprendente que ya no es necesario utilizar un líquido de lavado a alta presión para transportar sobre el nivel del suelo las partículas de tierra que se hayan soltado debido a la perforación. Además, ventajosamente ya no es necesario contar con grandes cantidades de lechada para rellenar un agujero entubado a lo largo de toda la longitud de un pilote insertado en el mismo. Otra ventaja es que el pilote de anclaje así formado es capaz de soportar fuerzas de tensión o compresión mayores en comparación con los pilotes de anclaje de la técnica anterior descritos anteriormente, cuando estos presentan longitudes y dimensiones de sección transversal comparables. Se pueden alcanzar de forma más fácil y rápida determinadas profundidades de inserción deseadas. Por ejemplo, en el caso del pilote "Leeuwanker" anteriormente mencionado, durante las pruebas se ha podido conseguir un ahorro de tiempo de más del 50 %. También se ha observado durante dichas pruebas que el proceso de perforación para este tipo de pilotes de anclaje requiere ahora sustancialmente menos energía.

En una realización preferida de acuerdo con la invención de la solicitud de patente europea codependiente n.º 15 837 147.6, la idea inventiva se puede utilizar en combinación con un pilote de anclaje de tipo inyección, es decir que el conjunto proporcionado comprende entonces secciones de tubo hueco como secciones de vástago, y la sección de cabezal comprende entonces una o más aberturas de salida. Estas aberturas se pueden conectar a un canal de alimentación que se forma dentro de las secciones de tubo hueco cuando dichas secciones están conectadas entre sí. Entonces es posible, durante al menos una etapa final de la introducción de las secciones conectadas en el suelo, alimentar una sustancia curable presurizada a través de este canal de alimentación. A continuación, se inyecta en el suelo la sustancia curable a través de una o más aberturas de salida para formar un volumen de una mezcla de sustancia curable y partículas de suelo alrededor de la sección de cabezal. De acuerdo con la invención de la solicitud de patente europea codependiente n.º 15 837 147.6, la vibración sónica introducida se puede utilizar entonces durante esta inyección para compactar la mezcla de sustancia curable y partículas de suelo alrededor de la sección de cabezal, tras lo cual puede tener lugar el curado de la mezcla así compactada. Esta fase de compactación ayuda ventajosamente a aumentar la resistencia del pilote de anclaje así formado.

Es posible mantener el canal de alimentación y la una o más aberturas de salida llenas con una cantidad de sustancia curable una vez que el volumen de la mezcla de sustancia curable y partículas de suelo se ha formado alrededor de la sección de cabezal. Esta cantidad de sustancia curable puede a continuación curarse también dentro de las secciones de tubo hueco y así fortalecer y reforzar aún más el pilote de anclaje formado.

En una variante, sin embargo, también es posible llenar el canal de alimentación y la una o más aberturas de salida con una cantidad de sustancia no curable una vez que el volumen de la mezcla de sustancia curable y partículas de suelo se ha formado alrededor de la sección de cabezal. La sustancia no curable puede incluso llegar a formar una capa fina alrededor de aquella parte de la sección de cabezal donde se encuentran la una o más aberturas de salida. La presencia de la sustancia no curable dentro del canal de alimentación y de la una o más aberturas de salida permite volver a utilizar el canal de alimentación y las aberturas de salida siempre que se desee. El canal de alimentación y la una o más aberturas de salida no han quedado bloqueados entonces permanentemente con la sustancia curada, porque la sustancia curable se expulsa de allí antes de que comience a curarse. Posteriormente, es posible volver a inyectar algún tipo de sustancia en el suelo a través del canal de alimentación y las aberturas de salida. Por ejemplo, esto puede resultar deseable durante la posterior extracción del suelo del pilote de anclaje con el método de extracción de acuerdo con la presente invención, porque entonces puede introducirse una sustancia de relleno a través del canal de alimentación y la una o más aberturas de salida simultáneamente con la extracción. Esta sustancia de relleno llena entonces automáticamente el espacio dejado por el pilote, y ayuda a evitar que el agujero colapse prematuramente y/o ayuda a evitar que surjan inestabilidades en las capas de suelo circundantes.

El llenado del canal de alimentación y de la una o más aberturas de salida con la sustancia no curable, una vez completada la etapa de inyección con la sustancia curable, puede llevarse a cabo reemplazando temporalmente la alimentación de sustancia curable en el canal de alimentación por una alimentación de sustancia no curable en el mismo. Una vez que haya entrado una cantidad de sustancia no curable superior al volumen del propio canal de alimentación, puede suponerse que la sustancia no curable ha alcanzado al menos la una o más aberturas de salida y, por tanto, ha llenado sustancialmente el canal de alimentación dentro de las secciones de tubo hueco.

En una realización adicional, la invención de la solicitud de patente europea codependiente n.º 15 837 147.6 puede utilizarse en combinación con un pilote de anclaje de tipo inyección y tornillo, es decir, que la sección de cabezal comprende una sección de tubo hueco y la porción de perforación de la sección de cabezal comprende una hoja de tornillo en espiral a lo largo de al menos parte de una circunferencia exterior de esta sección de tubo hueco. Cuando se hace vibrar sónicamente la misma durante la etapa final de la perforación, la hoja de tornillo en espiral puede entonces ayudar ventajosamente a mejorar aún más el mezclado y compactación de la sustancia curable inyectada y las partículas de suelo.

En particular, una hoja de tornillo en espiral de este tipo está diseñada con un radio exterior que es al menos 1,5 veces mayor que el radio exterior de la sección de tubo hueco, más en particular al menos 2 veces más grande. Esto le proporciona suficiente fuerza de tracción hacia abajo sobre el suelo durante la perforación y/o suficiente agarre sobre

el suelo durante el uso como pilote de anclaje.

La una o más aberturas de salida se proporcionan preferentemente ubicadas en una pared circunferencial de la sección de tubo. La una o más aberturas de salida pueden entonces dirigirse de manera sustancialmente perpendicular a la dirección longitudinal (radialmente hacia afuera), lo que ayuda a evitar que las partículas del suelo entren en el canal de alimentación durante la perforación/inserción en el suelo, y lo que también ayuda a dirigir adecuadamente la inyección de la sustancia curable para formar el volumen alrededor de la sección de cabezal, pudiendo compactarse luego dicho volumen por medio de las vibraciones sónicas insertadas.

La una o más aberturas de salida se proporcionan preferentemente ubicadas entre los devanados de la hoja de tornillo en espiral. Esto tiene la ventaja de que las aberturas de salida quedan protegidas en cierta medida entre esos devanados durante la perforación, lo que ayuda a evitar que entren partículas de suelo en el canal de alimentación a través de esas aberturas de salida durante la perforación/inserción en el suelo, y también ayuda a dirigir adecuadamente la inyección de la sustancia curable entre los devanados donde debe producirse el mezclado sónico con las partículas de suelo para formar el volumen alrededor de la sección de cabezal.

Preferentemente cada abertura de salida tiene un diámetro de menos de 10 mm de modo que pueda lograrse una fuerza de inyección suficiente para la sustancia a inyectar y/o de modo que se evite en gran medida que entren partículas de suelo en el canal de alimentación durante la perforación/inserción en el suelo.

La sección de cabezal está cerrada o sustancialmente cerrada en la dirección longitudinal en su cara frontal. Con esto se pretende en particular que puedan proporcionarse una o más de la una o más aberturas de salida en esta cara frontal de la sección de cabezal, siempre que el resto del canal de alimentación hacia la cara frontal esté bloqueado por partes de pared frontal de la sección de cabezal. De esta manera, las vibraciones sónicas introducidas también se pueden transferir de manera eficiente al suelo, directamente debajo de esta cara frontal de la sección de cabezal, al mismo tiempo se evita que entren en el canal de alimentación (cantidades demasiado grandes de) partículas de suelo durante el proceso de perforación/inserción.

En una realización adicional, la hoja de tornillo en espiral se extiende a lo largo de al menos una porción frontal de una pared circunferencial de la sección de cabezal. De esta manera, las vibraciones sónicas pueden iniciar su efecto positivo justo en la parte delantera del pilote. Por ejemplo, la hoja del tornillo en espiral puede llegar a extenderse a lo largo de aproximadamente 1 metro de la sección de cabezal. Especialmente para formar un pilote de anclaje de tipo inyección y tornillo, esto parece óptimo para obtener el volumen compactado deseado de sustancia inyectada y partículas de suelo alrededor de los devanados, y entre los mismos, por medio de las vibraciones sónicas introducidas. En otro ejemplo, la hoja de tornillo en espiral puede llegar a extenderse a lo largo de más de la mitad de la longitud de la sección de cabezal.

De manera alternativa o adicional a lo mencionado, las secciones de vástago pueden comprender roscas de tornillo a lo largo de toda su circunferencia exterior, es decir, a lo largo de toda su longitud o de prácticamente toda su longitud en dirección longitudinal. Esto puede ayudar a mejorar aún más la resistencia del pilote de anclaje. Las roscas de tornillo también pueden utilizarse para conectar órganos de acoplamiento a las secciones de vástago, para conectarlas entre sí.

La vibración sónica introducida la controla preferentemente un operario a entre 6.000 y 10.000 VPM. Un operario puede entonces elegir cada vez una frecuencia más óptima en función del progreso que detecte en la perforación de las secciones conectadas en el suelo. Si, por ejemplo, la resistencia a la penetración en el suelo localmente se vuelve demasiado alta o la velocidad de penetración se vuelve demasiado baja temporalmente, o la potencia requerida comienza a ser demasiado alta, entonces el operario puede aumentar la frecuencia de vibración sónica, mientras que puede bajarla nuevamente tan pronto como la porción de perforación supere cualquier obstáculo que pueda estar presente en el suelo y la velocidad de penetración sea nuevamente suficientemente alta.

En una realización, una vez finalizada la última fase de introducción en el suelo de las secciones conectadas, es decir, después de haber alcanzado la profundidad de inserción prevista, las secciones conectadas pueden girarse en su sitio durante un tiempo, por ejemplo unos segundos o incluso unos minutos, sin que esas secciones conectadas tengan que avanzar más por el suelo pero manteniendo la vibración sónica en las secciones conectadas. Esto puede mejorar la compactación y/o mezclado anteriormente mencionadas de las partículas de suelo alrededor del pilote de anclaje, y en particular alrededor de su sección de cabezal donde puede haberse inyectado la sustancia curable en el suelo.

En las reivindicaciones dependientes se exponen otras realizaciones ventajosas.

A continuación, se explicará la invención en mayor detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- Las Figs. 1a-c muestran tres etapas de una primera realización del método para formar en el suelo un pilote de anclaje de tipo inyección y tornillo de acuerdo con la invención de la solicitud de patente europea codependiente n.º 15 837 147.6, que también puede retirarse nuevamente del suelo utilizando convenientemente el mismo aparato de perforación sónica o uno más grande de acuerdo con la presente

invención;

- La Fig. 2 muestra esquemáticamente una parte inferior de una sección de cabezal del pilote de anclaje de tipo inyección y tornillo de la Fig. 1;

- Las Figs. 3a-b muestran tres etapas de una segunda realización del método para formar en el suelo un pilote de anclaje de tipo inyección y tornillo de acuerdo con la invención de la solicitud de patente europea codependiente n.º 15 837 147.6, que también puede retirarse nuevamente del suelo utilizando convenientemente el mismo aparato de perforación sónica o uno más grande de acuerdo con la presente invención;

- La Fig. 4 muestra esquemáticamente una parte inferior de una sección de cabezal del pilote de anclaje de tipo tornillo de la Fig. 3;

- Las Figs. 5a-c muestran tres etapas de una tercera realización del método para formar en el suelo un pilote de anclaje de tipo inyección de acuerdo con la invención de la solicitud de patente europea codependiente n.º 15 837 147.6, que también puede retirarse nuevamente del suelo utilizando convenientemente el mismo aparato de perforación sónica o uno más grande de acuerdo con la presente invención; y

- Las Figs. 6a-b muestran esquemáticamente un cabezal de corte respectivamente una sección de vástago equipada con dicho cabezal de corte del pilote de anclaje de tipo inyección de la Fig. 5.

En la Fig. 1 se ha indicado un dispositivo móvil en su totalidad con el número de referencia 1. Comprende una base con ruedas 2 sobre la que se monta un mecanismo de guía 3 de manera que pueda ajustarse en ángulo. Un aparato de perforación sónica 5 puede moverse hacia arriba y hacia abajo en una dirección longitudinal x a lo largo del mecanismo de guía 3.

En la Fig. 1a, una sección de cabezal 6 de un pilote de anclaje a formar está colocada dentro del dispositivo 1 de tal manera que el aparato de perforación sónica 5 pueda agarrar un extremo proximal de esta sección de cabezal 6. Además, la sección de cabezal 6 está guiada a través de un mecanismo de sujeción doble 7 que está posicionado en un lado inferior del mecanismo de guía 3.

La sección de cabezal 6 comprende una sección de tubo hueco 8 que tiene una punta cerrada 9, en la dirección longitudinal x, en su cara frontal. Una hoja de tornillo en espiral 10 se extiende a lo largo de una porción frontal de una pared circunferencial de la sección de tubo hueco 8. En la pared circunferencial de la sección de tubo 8 de la sección de cabezal 6 están dispuestas unas aberturas de salida 11. Estas aberturas 11 se encuentran entre los devanados de la hoja de tornillo en espiral 10. Las aberturas 11 conectan con un canal de alimentación presente dentro de la sección de tubo hueco 8. Véase la Fig. 2.

El dispositivo móvil 1, con su mecanismo de guía 3 y el aparato de perforación sónica 5, se posiciona con respecto a un objeto 15, por ejemplo una pared profunda, que necesita anclarse al suelo, de tal manera que se obtengan una posición y un ángulo deseados para dirigir la sección de cabezal 6 con respecto al suelo. A continuación, se perfora el suelo y se introduce en el mismo la sección de cabezal 6 en rotación por medio del aparato de perforación sónica 5, al tiempo que se introduce una vibración sónica en la sección de cabezal 6 mediante el aparato de perforación sónica 5. Para ello, el aparato de perforación sónica 5 comprende un generador de vibraciones u oscilador adecuado, en particular uno que sea capaz de transmitir patrones de ondas longitudinales a frecuencias de vibración sónica a través de la sección de cabezal 6.

Una vez que se ha introducido la sección de cabezal 6 suficientemente en el suelo, se libera el aparato de perforación sónica 5 de la sección de cabezal 6 y se mueve nuevamente el mismo hacia arriba a lo largo del mecanismo de guía 3. A continuación se coloca una sección de tubo hueco 20 en el dispositivo 1 de tal manera que su extremo distal pueda conectarse, por medio de una conexión de tornillo 21, al extremo proximal de la sección de cabezal 6, y de tal manera que el aparato de perforación sónica 5 pueda agarrar su extremo proximal. Se introducen entonces juntas en el suelo las secciones conectadas 6 y 20, en rotación, por medio del aparato de perforación sónica 5, mientras se introduce la vibración sónica en las secciones conectadas 6, 20 mediante el aparato de perforación sónica 5. Esto se muestra en la Fig. 1b.

Esta adición de una sección de tubo 20 a las secciones conectadas 6, 20 y su posterior introducción, en combinación con la frecuencia de vibración sónica introducida en el suelo, puede repetirse tantas veces como sea necesario hasta que la sección de cabezal 6 alcance la profundidad final deseada.

Durante una etapa final de este proceso de perforación intermitente, puede introducirse presurizadamente una sustancia curable tal como por ejemplo lechada, desde arriba, en el canal de alimentación formado dentro de las secciones de tubo hueco 6, 20. Esta sustancia se inyecta a continuación en el suelo a través de las aberturas de salida 11, al tiempo que se mezcla mediante la hoja del tornillo 10 con las partículas de suelo. Dado que esto solo se hace durante la etapa final de la perforación, alrededor de la parte inferior de la sección de cabezal 6 se forma un volumen 22 de una mezcla de sustancia curable y partículas de suelo. Tan pronto como se detiene la perforación sónica, este volumen puede comenzar a curarse y ayudar así a anclar con fuerza extra las secciones conectadas 6, 20 al suelo. Gracias a la vibración sónica, por un lado, las secciones conectadas 6, 20 pueden introducirse más fácilmente en el suelo, mientras que por otro lado el volumen 22 alrededor de la sección de cabezal 6 se compacta más durante la etapa final de perforación.

Finalmente, el extremo proximal de la sección de tubo 20 más superior se conecta con un acoplamiento 24 adecuado al objeto 15 para anclarlo firmemente al pilote de anclaje así formado.

- 5 En la Fig. 3 se utiliza el mismo dispositivo 1 para introducir en el suelo por perforación otro tipo de pilote de anclaje con ayuda de vibración sónica. Para ello se utiliza una sección de cabezal 30 que comprende una sección de vástago maciza o hueca, cuya punta 31 está cerrada en la dirección longitudinal x en su cara frontal. Véase también la Fig. 4. Una hoja de tornillo en espiral 32 se extiende aquí como una barrena a lo largo de más de la mitad de la longitud de la sección de vástago. Se conecta una sección de vástago 33 sólida o hueca a la sección de cabezal por medio de una conexión de tornillo 34, tras lo cual se continúa con la perforación sónica.

Al final de la perforación no se inyecta ninguna sustancia curable en el suelo para este tipo de pilotes de anclaje. Debido a la mayor longitud de la hoja del tornillo en espiral, puede obtenerse para algunas condiciones y propósitos del terreno suficiente resistencia a la tensión en el pilote de anclaje sin tener que formar un volumen curado alrededor de su sección de cabezal.

- En la Fig. 5 se utiliza el mismo dispositivo 1 para introducir en el suelo por perforación un pilote de anclaje de tipo inyección con ayuda de vibración sónica. Para ello se utiliza una sección de cabezal 50 que comprende un cabezal de corte 51 como porción de perforación. El cabezal de corte 51 está sustancialmente completamente cerrado en la dirección longitudinal x en su cara frontal. En el interior del cabezal de corte 51 se encuentran dispuestas únicamente una o más aberturas de salida 53 dirigidas lateralmente y en ángulo. Véase la Fig. 6.

El cabezal de corte 51 está conectado a una sección de tubo hueco 52 de la sección de cabezal 50 de manera que las aberturas de salida 53 estén conectadas a un canal de alimentación presente dentro de la sección de tubo hueco 52. La sección de tubo hueco 52 está equipada en su circunferencia exterior con una rosca 53 que se extiende sobre toda la longitud de la sección 52. El cabezal de corte 51 está provisto de una rosca interna complementaria de modo que pueda conectarse fácilmente a la sección 52.

- Una vez que se haya introducido en el suelo por perforación la mayor parte de la sección de cabezal 50 en su posición y ángulo previstos, se conecta una sección de tubo hueco 54 a la sección de cabezal 50 por medio de una conexión de tornillo 55, tras lo cual se continúa la perforación sónica con las secciones conectadas 50, 54. La sección de tubo hueco 54 está equipada también en su circunferencia exterior con una rosca 53 que se extiende sobre toda la longitud de la sección 54. La conexión roscada 55 está provista de una rosca interna complementaria de modo que pueda conectarse fácilmente a ambas secciones 50, 54.

Durante la etapa final de la perforación, se inyecta la sustancia curable en el suelo a través de las aberturas de salida 53. De este modo, se puede formar ventajosamente un volumen curable 56 alrededor de la sección de cabezal 50, cuyo volumen se compacta automáticamente mediante la frecuencia de vibración sónica introducida.

- Además de las realizaciones mostradas, son posibles numerosas variantes. Por ejemplo, se pueden cambiar las dimensiones y formas de los distintos componentes. Además, las distintas piezas pueden fabricarse con todo tipo de materiales. Por ejemplo, las secciones de cabezal y las secciones de vástago se fabrican con acero u otro metal adecuado. Sin embargo, también pueden fabricarse con un material plástico (reforzado), siempre que las secciones sean lo suficientemente fuertes como para soportar las vibraciones sónicas que se introduzcan en las mismas. Aunque ya se ha demostrado que resulta ventajoso aumentar la velocidad de penetración cuando se introduce la vibración sónica en las secciones de vástago desde el principio, cabe señalar que en una realización ventajosa la vibración sónica se introduce al menos en las secciones conectadas una vez que hayan alcanzado una profundidad de más de 10,00 m o cuando las condiciones del suelo se vuelvan más rígidas o más duras que la arcilla. Probablemente esto se debe a que, a partir de esa longitud, pueden comenzar a formarse patrones de ondas resonantes estacionarias más fácilmente dentro de las secciones conectadas.

De acuerdo con la invención, tras la introducción de los pilotes de anclaje en el suelo por perforación sónica, también se pueden retirar nuevamente del suelo utilizando convenientemente el mismo aparato de perforación sónica o uno de mayor tamaño.

- De este modo, de acuerdo con la invención, se desarrolla un método ventajoso para retirar del suelo pilotes de anclaje con la ayuda de la introducción de frecuencias de vibración sónica directamente en secciones de vástago conectadas de esos pilotes de anclaje durante el proceso de extracción hacia arriba. La invención queda definida por las características especificadas en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método para sacar un pilote del suelo, que comprende las etapas de:

- 5 - colocar un aparato en una posición desde donde deba retirarse del suelo el pilote, comprendiendo dicho pilote un conjunto de una sección de cabezal (6) y una o más secciones de vástago (20) conectadas entre sí;
y
 - retirar del suelo las secciones conectadas (6; 20) mediante una fuerza de tracción hacia arriba, ejercida sobre las mismas por medio del aparato, mientras se desconecta repetidamente una de las secciones de vástago (6; 20),
10 en donde durante al menos parte de la extracción del suelo de las secciones conectadas (6; 20) del pilote, se introduce una vibración en las secciones conectadas (6; 20),

caracterizado por que,

- 15 el pilote es un pilote de anclaje, cuya sección de cabezal (6) está cerrada o sustancialmente cerrada en una dirección longitudinal (x) en su cara frontal,

- en donde el aparato es un aparato de perforación sónica (5),
 en donde la etapa de posicionar el aparato de perforación donde se va a retirar del suelo el pilote de anclaje es donde el pilote de anclaje está acoplado a un objeto (15) para anclar el objeto (15) al suelo,
20 en donde el método además comprende la etapa de:

- desacoplar del objeto (15) un extremo proximal de las secciones conectadas (6; 20),

 en donde durante al menos una parte de la extracción del suelo de las secciones conectadas (6; 20) del pilote de anclaje, se introduce una vibración sónica en las secciones conectadas (6; 20),
25 en donde durante la extracción del suelo de las secciones conectadas (6; 20) del pilote de anclaje por medio de la fuerza de tracción hacia arriba, se giran las secciones conectadas (6; 20) mediante el aparato de perforación sónica (5), en donde el pilote de anclaje a retirar es un pilote de anclaje de tipo inyección que comprende secciones de tubo hueco como secciones de vástago (6; 20), que comprende
30 una o más aberturas de salida (11) en su sección de cabezal (6), cuyas aberturas (11) conectan con un canal de alimentación presente dentro de las secciones de tubo hueco, y que tiene un volumen curado (22) de una mezcla de una sustancia curable inyectada y partículas de suelo alrededor de la sección de cabezal (6), y
 en donde la vibración sónica que se introduce en las secciones conectadas (6; 20) vuelve a aflojar el volumen curado (22) con respecto a su sección de cabezal (6), en particular, haciendo que
35 prácticamente toda la sustancia curada que originalmente se formó como el volumen curado (22) alrededor de al menos una parte del pilote de anclaje se rompa sónicamente en pedazos y se quede en el suelo.

- 40 2. Método según la reivindicación 1, en donde el pilote de anclaje que se va a retirar es un pilote de anclaje de tipo inyección y tornillo, en donde la sección de cabezal (6) además comprende una sección de tubo hueco (8) y una porción de perforación, y en el cual la porción de perforación de la sección de cabezal (6) comprende una hoja de tornillo en espiral (10) a lo largo de al menos parte de una circunferencia exterior de la sección de tubo hueco (8), en donde el volumen curado (22) de la mezcla de sustancia curable inyectada y partículas de suelo se encuentra alrededor
45 de los devanados de la hoja de tornillo espiral (10) y entre los mismos,
 en donde la vibración sónica que se introduce en las secciones conectadas (6; 20) afloja nuevamente el volumen curado (22) de alrededor de los devanados y de entre los mismos, en particular, haciendo que prácticamente toda la sustancia curada que originalmente se formó como el volumen curado (22) alrededor de los devanados y entre los mismos se rompa sónicamente en pedazos y se quede en el suelo.

- 50 3. Método según la reivindicación 1 o 2, en donde el canal de alimentación y una o más aberturas de salida (11) del pilote de anclaje de tipo inyección que se va a retirar se mantienen libres de sustancia curada durante la inserción del pilote de anclaje en el suelo al llenar el canal de alimentación y una o más aberturas de salida (11) con una cantidad de sustancia no curable al final de la inserción del pilote de anclaje en el suelo.

- 55 4. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en donde durante la extracción del suelo de las secciones de tubo hueco del pilote de anclaje de tipo inyección, se alimenta una sustancia de relleno a través del canal de alimentación y la una o más aberturas de salida (11) simultáneamente a la retirada, para llenar un espacio dejado por el pilote de anclaje durante la retirada de las secciones de tubo hueco.

- 60 5. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en donde durante la extracción del suelo de las secciones conectadas (6; 20) del pilote de anclaje por medio de la fuerza de tracción hacia arriba, las secciones conectadas (6; 20) se giran mediante el aparato de perforación sónica (5) en la misma dirección de rotación que durante una introducción anterior en el suelo, por perforación, de las secciones conectadas (6; 20).

- 65 6. Método según una de las reivindicaciones anteriores, en donde una frecuencia de la vibración sónica introducida se

controla para que esté entre 6.000 y 10.000 VPM.

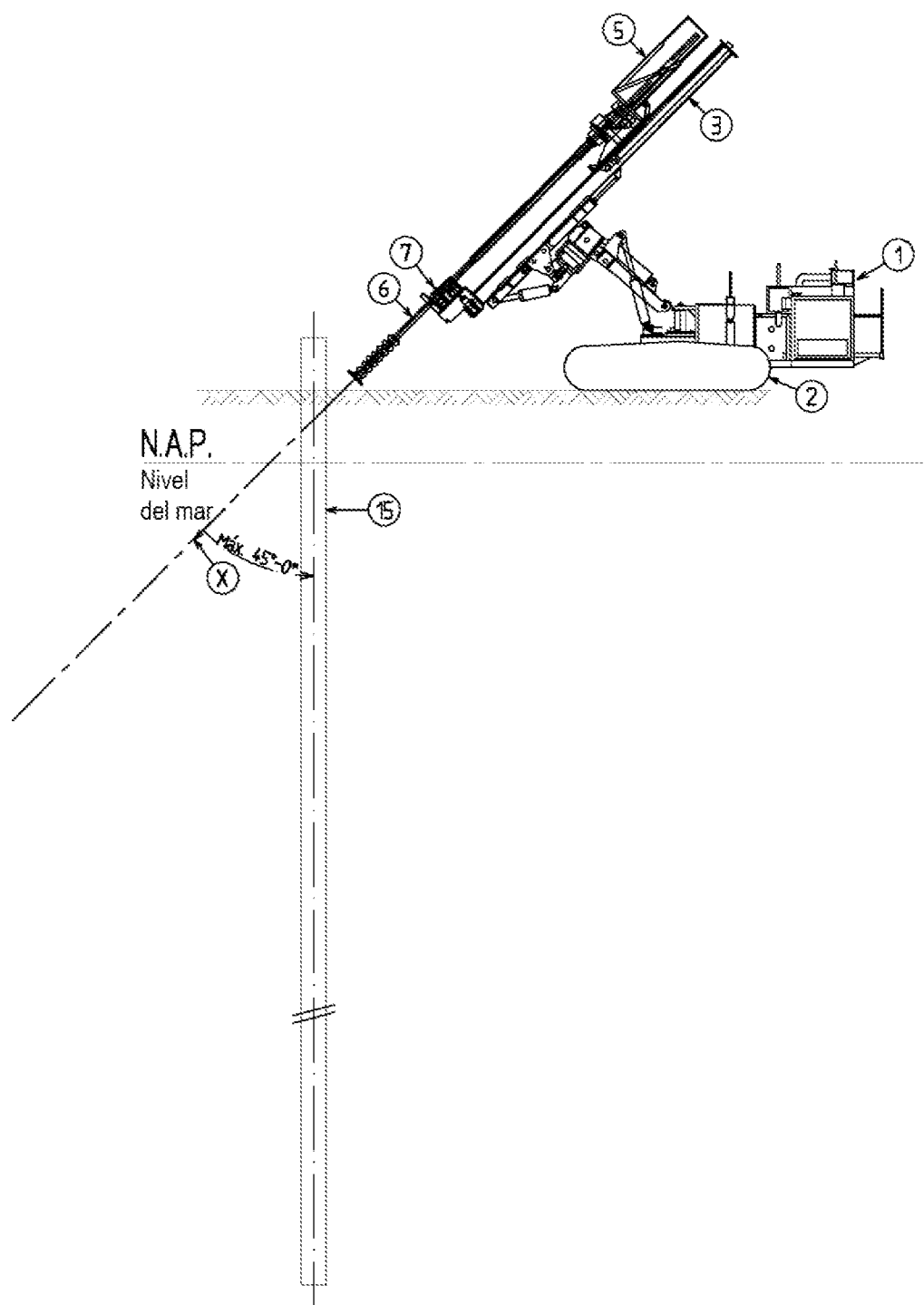


Fig. 1.a

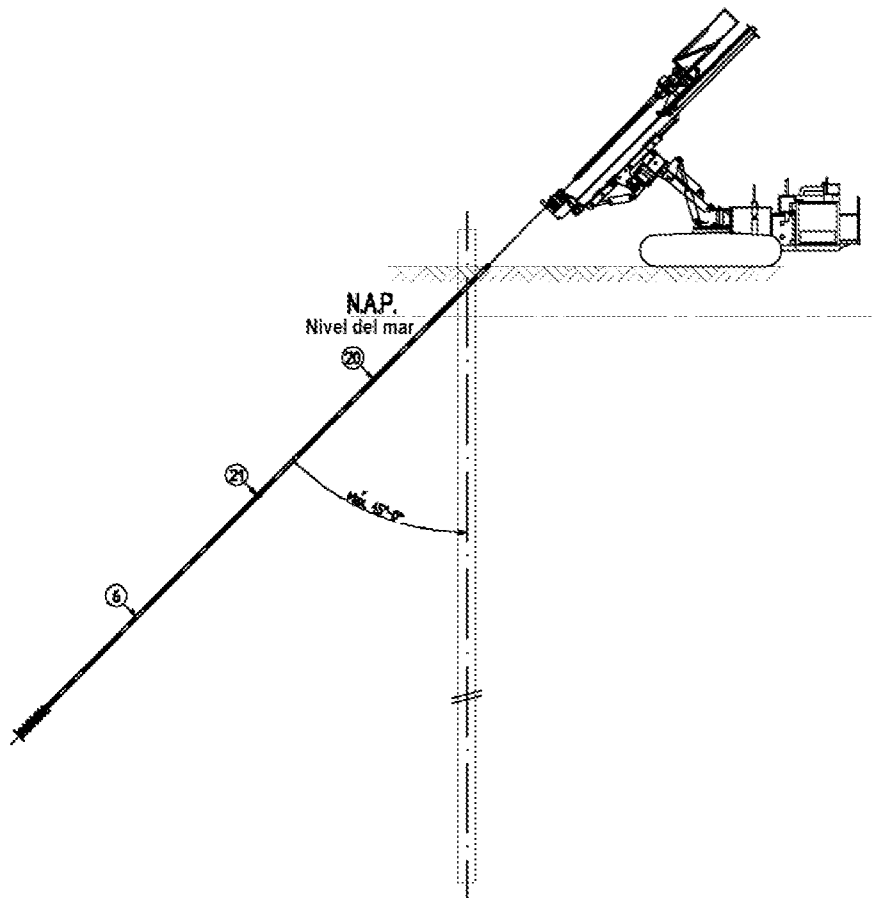


Fig. 1.b

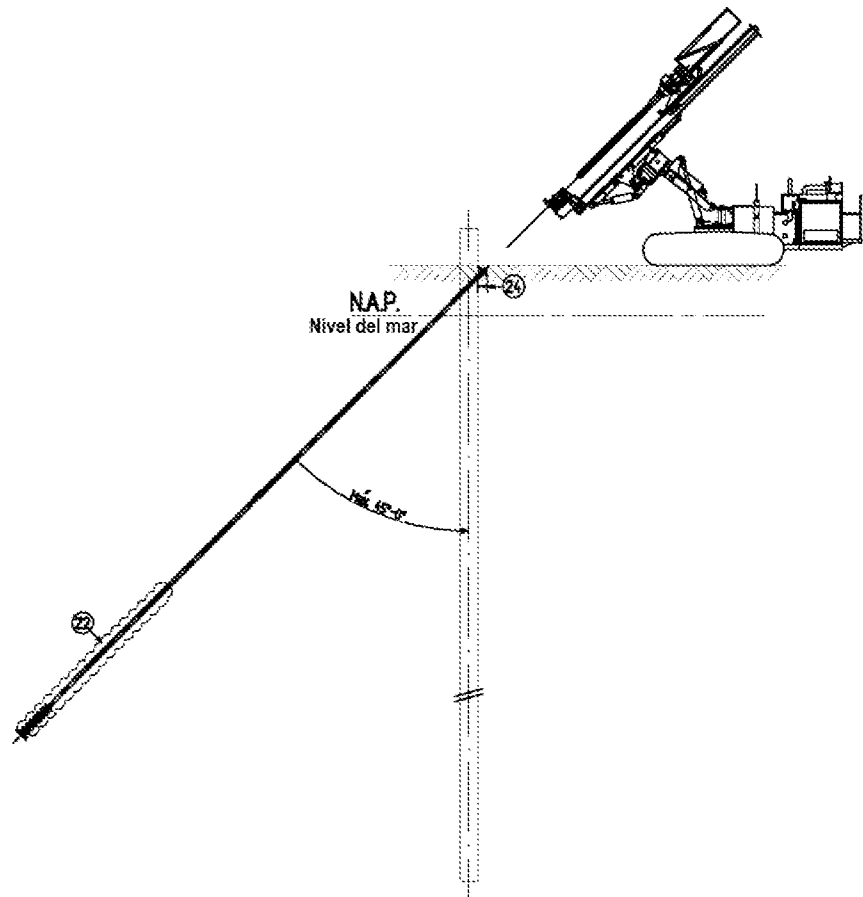


Fig. 1.c

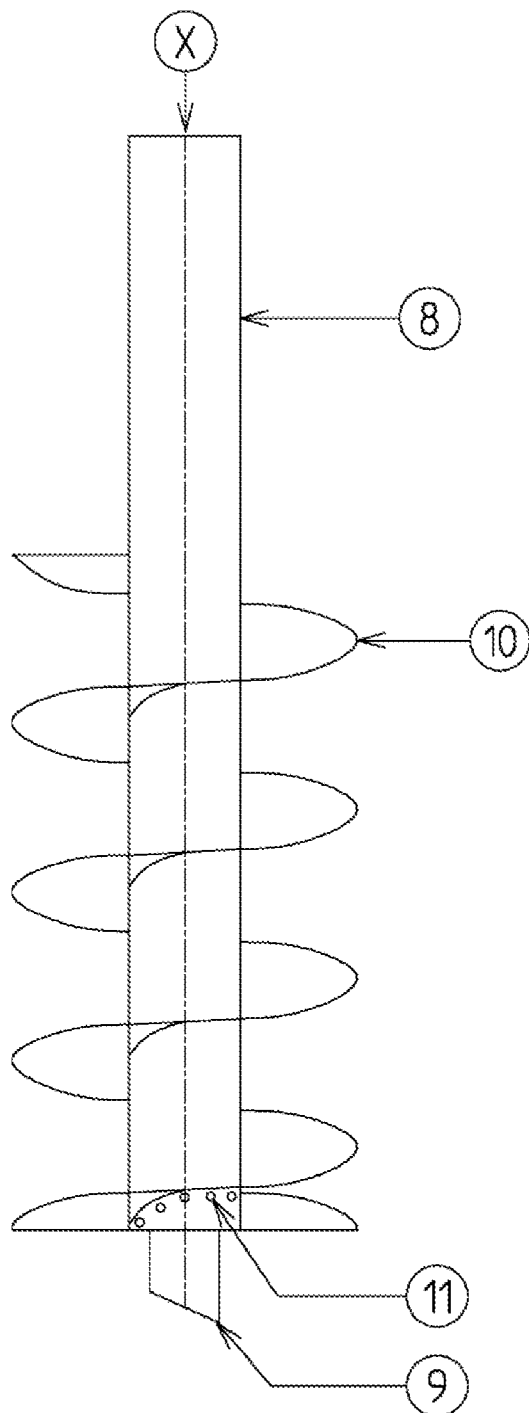


Fig. 2

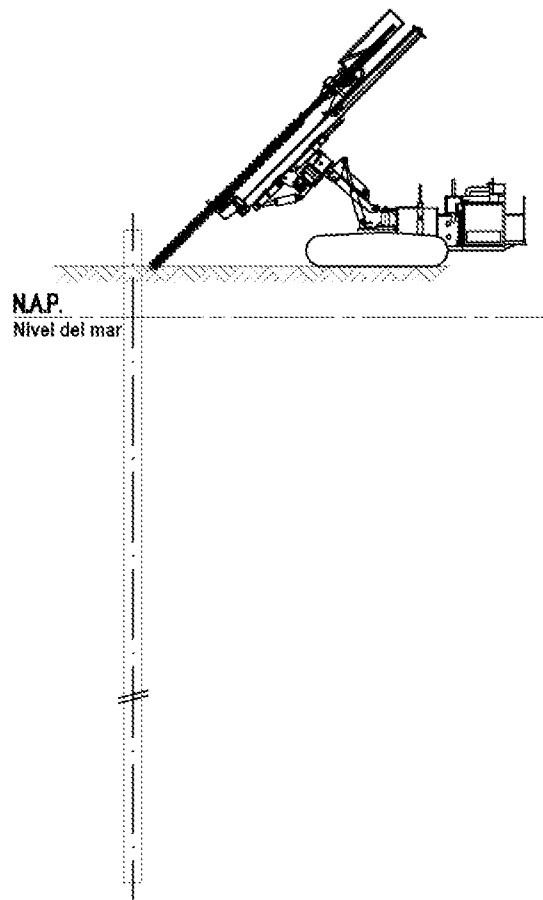


Fig. 3.a

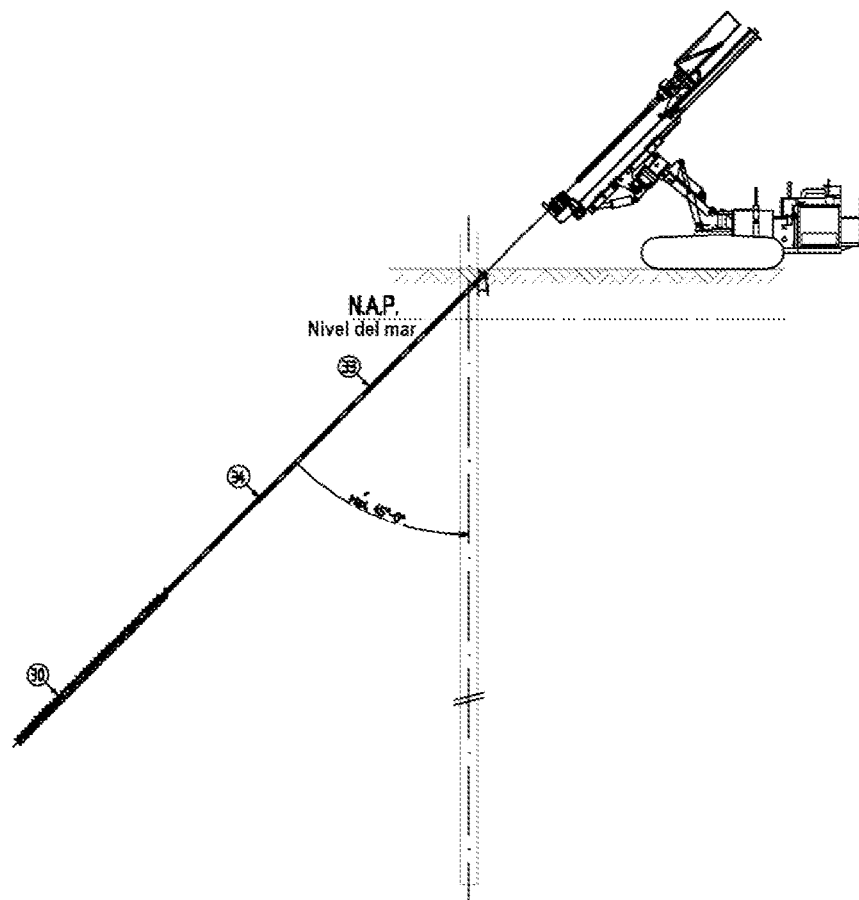


Fig. 3.b

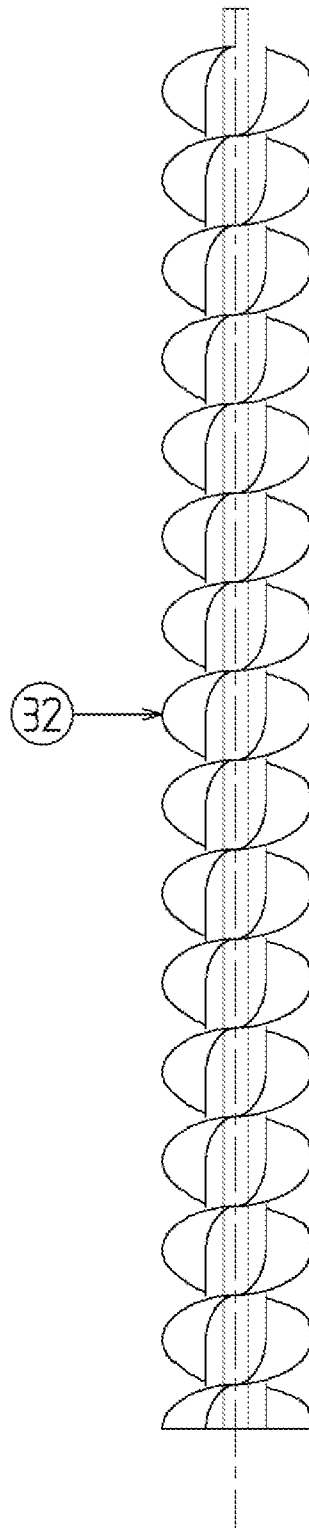


Fig. 4

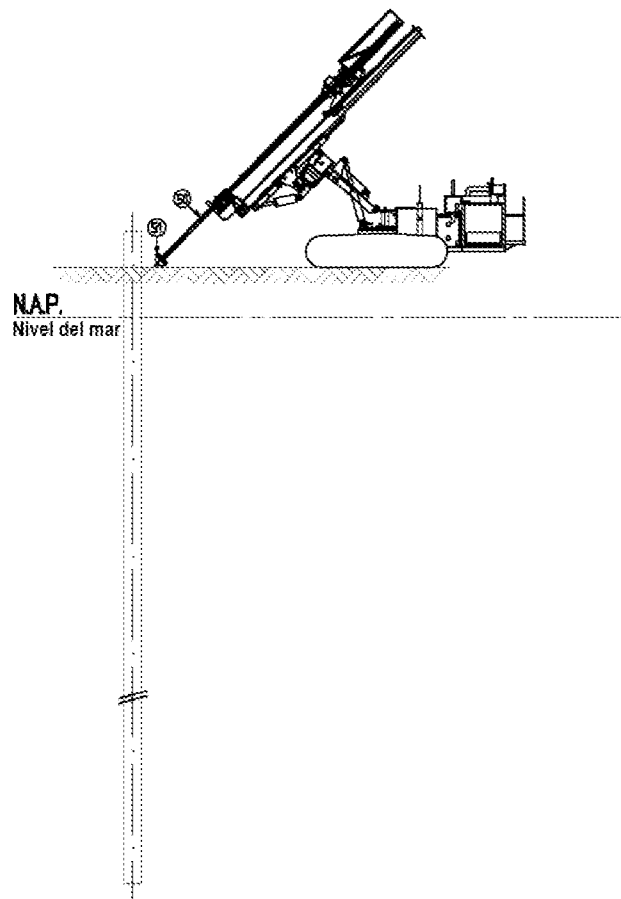


Fig. 5.a

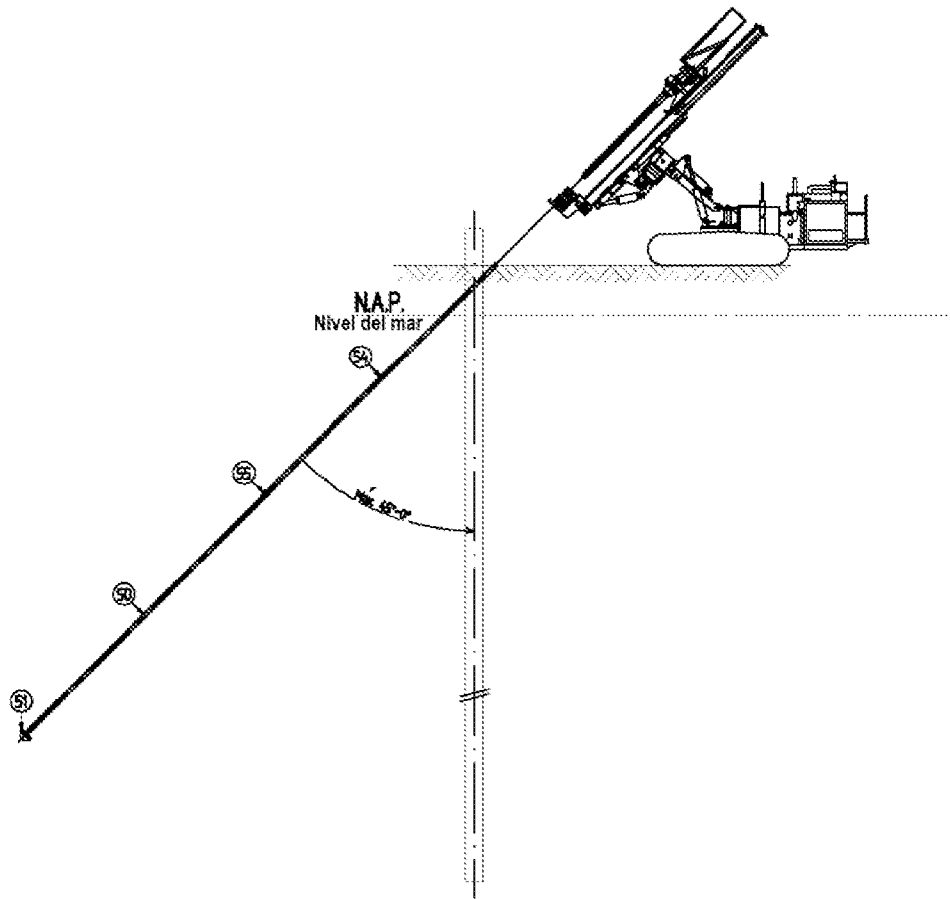


Fig. 5.b

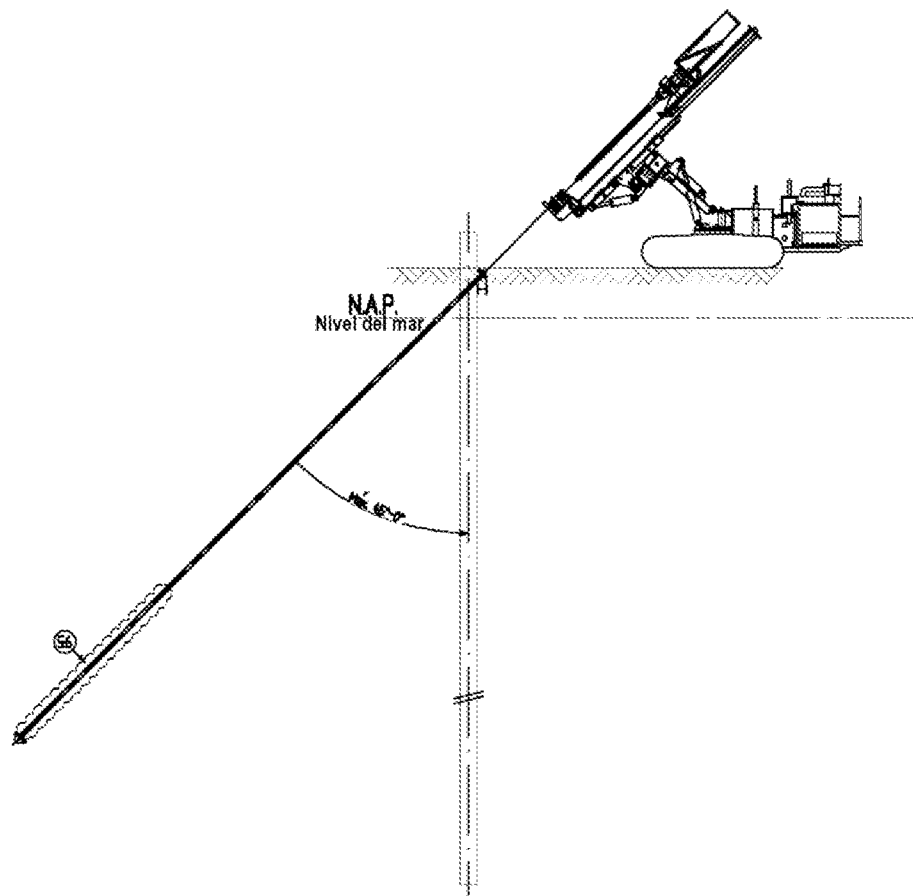


Fig. 5.c

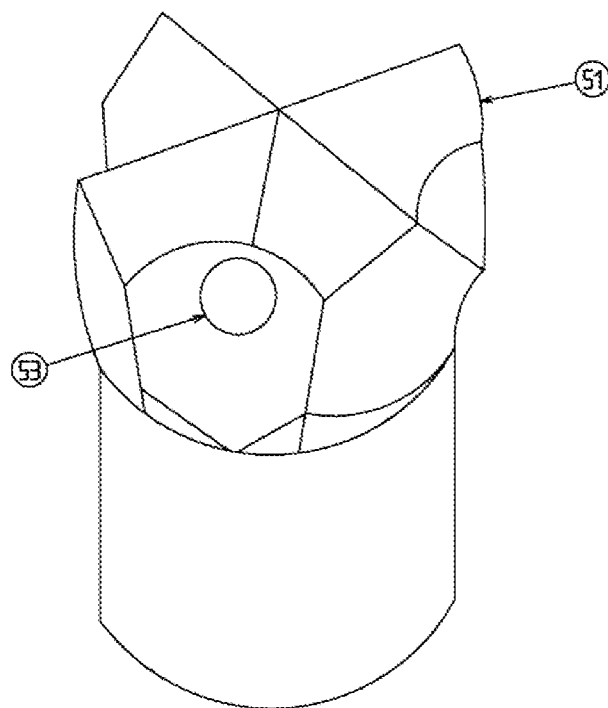


Fig. 6.a

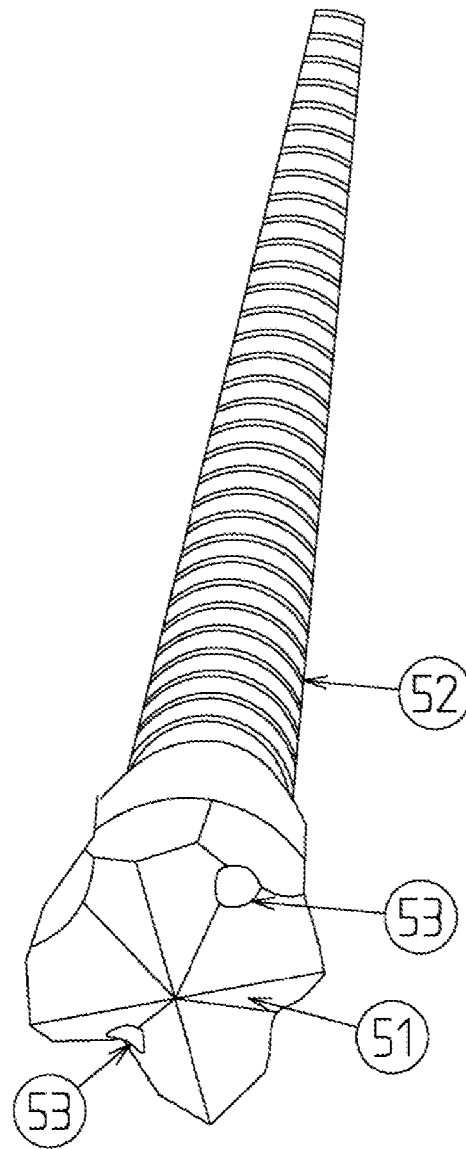
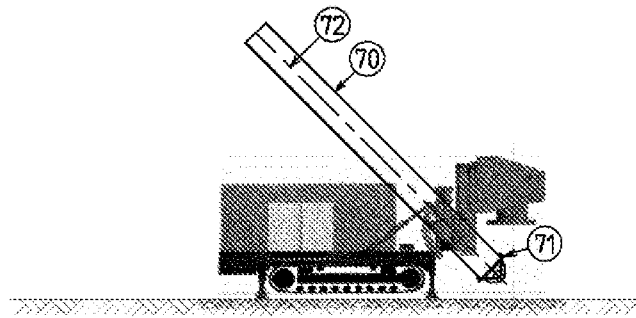


Fig. 6.b



N.A.P.

Nivel del mar

Fig. 7.a

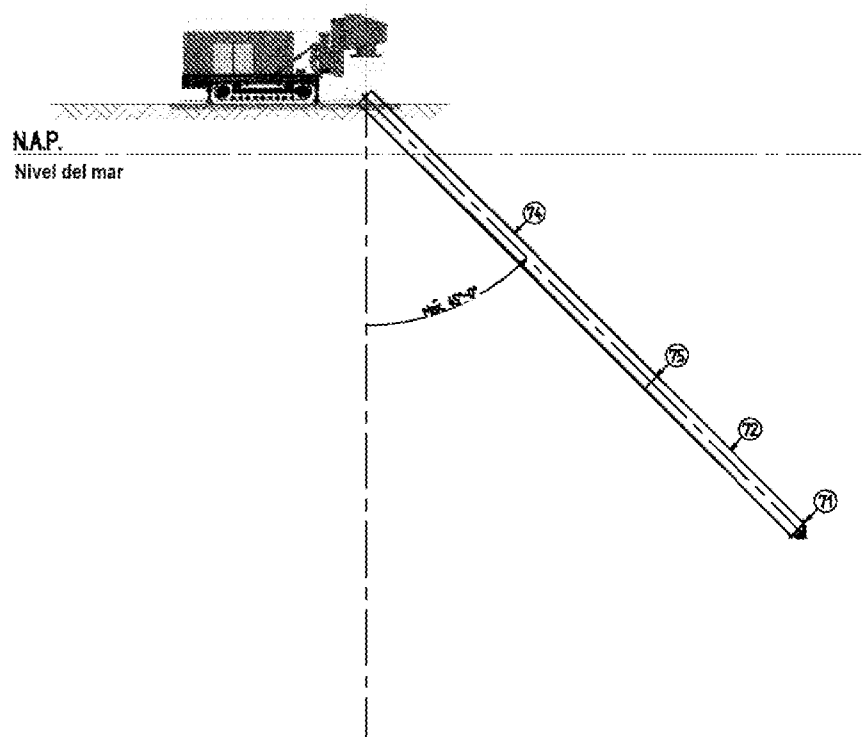


Fig. 7.b

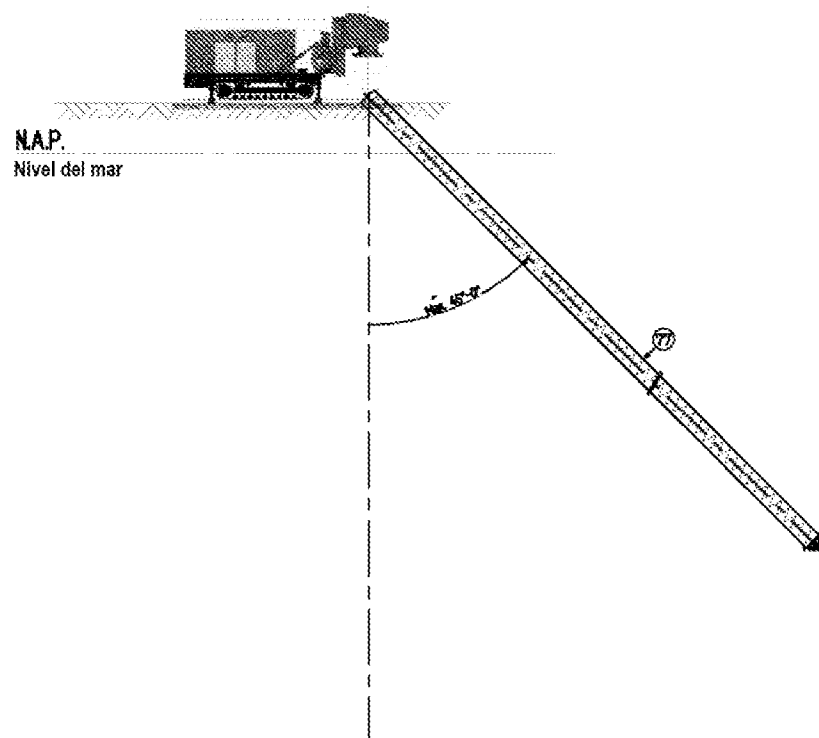


Fig. 7.c

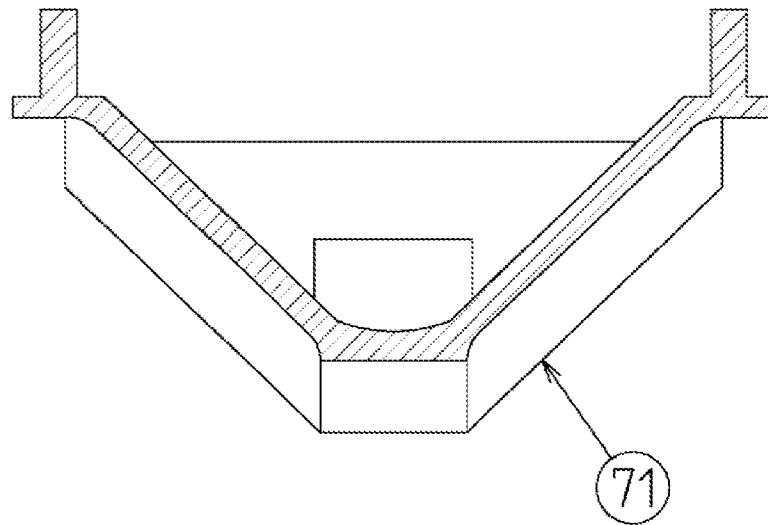


Fig. 8