

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 509**

51 Int. Cl.:

E21B 3/03 (2006.01)

E02D 7/00 (2006.01)

E21B 7/00 (2006.01)

E21B 7/20 (2006.01)

E21B 44/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2016 E 16153082 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018 EP 3081737**

54 Título: **Aparato de perforación para realizar una perforación entubada y procedimiento para el funcionamiento de un aparato de perforación**

30 Prioridad:

17.04.2015 DE 102015105908

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

28.05.2018

73 Titular/es:

**BAUER MASCHINEN GMBH (100.0%)
BAUER-Str. 1
86529 Schrobenhausen, DE**

72 Inventor/es:

**KORHERR, WERNER y
HARTHAUSER, WERNER JOSEF**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 669 509 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

Aparato de perforación para realizar una perforación entubada y procedimiento para el funcionamiento de un aparato de perforación

5 La invención se refiere a un aparato de perforación para realizar una perforación entubada, con un primer accionamiento de perforación para el accionamiento giratorio de un varillaje de perforación, en cuyo extremo inferior está dispuesta una herramienta de perforación para la remoción de material se suelo, con un mástil, a lo largo del que el primer accionamiento de perforación puede desplazarse con un carro, y con un segundo accionamiento con el que se puede introducir en el suelo un tubo de apoyo para la perforación, según el preámbulo de la reivindicación 1.

Además, la invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de un aparato de perforación, con el que se realiza una perforación con un tubo de apoyo, según la reivindicación 6.

15 Un aparato de perforación para realizar una perforación entubada se dio a conocer por ejemplo por el documento EP1548226A1. Las perforaciones entubadas se necesitan por ejemplo para la realización de pilares de cimiento en suelos flojos. En este caso, la perforación está provista de un tubo de apoyo que estabiliza la pared de la perforación y garantiza que no caiga material de suelo al interior de la perforación y que esta no colapse.

20 El documento EP2662523A1 describe un aparato de perforación para realizar una perforación entubada. Está previsto que en un mástil se introducen en el suelo un varillaje de perforación por medio de un primer accionamiento de perforación y un tubo de apoyo por medio de un segundo accionamiento de perforación. Los dispositivos de guiado para los dos accionamientos están situados a una distancia entre sí en el mástil y pueden adaptarse automáticamente uno a otro, manualmente o automáticamente.

25 En "Hydraulic CFA Rotary Rig; SF-65"; Soilmec se describe la previsión de una pantalla en un dispositivo de perforación para la realización de una perforación en un suelo, que debe permitir al operario realizar de manera más eficiente diversas funciones. Deben ser posibles especialmente la vigilancia y consulta de la profundidad de perforación.

30 El documento EP2468960A1 describe un dispositivo de perforación para realizar una perforación entubada, en el que está prevista una unidad de procesamiento de datos que por medio de sensores determina también una profundidad. El sistema de control de parámetros puede indicar los parámetros o representarlos como gráficas.

35 Básicamente, existen diferentes procedimientos de prever un tubo de apoyo en una perforación. Por ejemplo, se conoce el modo de introducir, antes de la extracción de material de suelo, un tubo de apoyo por medio de un vibrador o un martinete. A continuación, se puede remover y extraer el material de suelo dentro del tubo de apoyo. Este procedimiento para realizar una perforación entubada es posible sólo con determinadas condiciones de suelo.

40 Además, también se conoce el modo de realizar en primer lugar una perforación y, a continuación, introducir el tubo de apoyo en la perforación. También este procedimiento resulta conveniente sólo con determinadas condiciones de suelo, ya que la pared de perforación debe ser suficientemente estable hasta la introducción del tubo de apoyo.

45 Un procedimiento usual consiste en introducir un tubo de apoyo en el suelo sustancialmente simultáneamente con la realización de la perforación en el suelo. Para este fin, se emplea un aparato de perforación genérico que presenta un primer accionamiento de perforación para el accionamiento giratorio de una herramienta de perforación, por la que se remueve material de suelo y se evacúa de la perforación. Además, el aparato de perforación presenta un segundo accionamiento con el que el tubo de apoyo se introduce por giro en el suelo.

50 En estos procedimientos conocidos existen dos variantes de procedimiento básicas. Según una variante, el tubo de apoyo puede ir por delante de la herramienta de perforación. Esta variante de procedimiento es conveniente por ejemplo si se cortan por ejemplo capas de suelo que contienen agua subterránea. El tubo de apoyo garantiza entonces que el agua subterránea no entre en la perforación o pueda avanzar hasta otras capas de fondo. La introducción del tubo de apoyo yendo por delante sirve para la protección contra el hundimiento de la cimentación. En función de la profundidad deseada del entubado, el tubo de apoyo se ensambla sucesivamente a partir de varios elementos de tubo.

55 Según una variante del procedimiento, la herramienta de perforación puede ir por delante del tubo de apoyo. Esto es conveniente especialmente al atravesar capas de suelo más duras, porque al ir por delante la herramienta de perforación se facilita la introducción subsiguiente del tubo de apoyo.

Durante la profundización de una perforación, las dos variantes de procedimiento también pueden combinarse entre sí en función de las capas de suelo que han de ser atravesadas. La realización de una perforación entubada requiere una experiencia considerable del operario del aparato de perforación.

5 La invención tiene el objetivo de proporcionar una herramienta de perforación para realizar una perforación entubada y un procedimiento para el funcionamiento de un aparato de perforación de este tipo, con los que se pueda realizarse de manera eficiente y especialmente fiable una perforación entubada.

10 Según la invención, el objetivo se consigue, por una parte, mediante un aparato de perforación con las características de la reivindicación 1 y, por otra parte, mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 6. Formas de realización preferibles de la invención se indican respectivamente en las reivindicaciones dependientes.

15 El aparato de perforación según la invención se caracteriza porque está prevista una unidad informática en la que se han de indicar una profundidad de perforación actual de la herramienta de perforación y una profundidad de introducción del tubo de apoyo y porque está previsto un monitor en el que por la unidad informática puede representarse la profundidad de perforación actual en relación con la profundidad de introducción del tubo de apoyo.

20 Una idea básica de la invención consiste en representar para el operario en un monitor, a través de una unidad informática, la profundidad de perforación actual en relación con la profundidad de introducción del tubo de apoyo. De esta manera, un operario puede detectar fácilmente la posición del tubo de apoyo y de la herramienta de perforación. Especialmente, se puede determinar fácilmente si el tubo de apoyo va por delante de la herramienta de perforación o al revés. Esto facilita al operario de manera considerable la realización de una perforación entubada. Especialmente, también puede cambiar entre las variantes de procedimiento en función de la profundidad, yendo por delante una vez el tubo de apoyo y otra vez la herramienta de perforación. De esta manera, al realizar una perforación a través de diferentes capas de suelo se puede elegir siempre la variante de procedimiento adecuada. Esto permite una realización especialmente eficiente y por tanto económica de una perforación entubada.

La unidad información puede estar integrada total o parcialmente en el control del aparato de perforación o formar una unidad independiente de este, que también puede ser reequipable.

35 Una forma de realización preferible de la invención consiste en que el segundo accionamiento es un elemento de salida accionado por un motor del primer accionamiento de perforación. El primer accionamiento de perforación se compone preferentemente de uno o varios motores hidráulicos. Estos accionan, preferentemente a través de un engranaje reductor correspondiente, el varillaje de perforación, especialmente un varillaje de perforación telescópico de Kelly. Para la introducción del tubo de apoyo, a través del elemento de salida anular, el par del motor del accionamiento de perforación se transmite al tubo de apoyo. En este caso, el segundo accionamiento se compone sustancialmente de un engranaje, sin presentar el mismo un motor independiente.

45 En el mástil de aparato de perforación se encuentra sólo una unidad de motor con dos posibilidades de salida. Una vez, a través del paso de árbol hueco, se accionan la barra de Kelly y, por tanto, la herramienta de perforación y, por otra parte, a través de una salida abridada al extremo inferior del árbol hueco se acciona a través de una articulación de cardán intercalada un plato giratorio con el que se puede introducir por giro el tubo de perforación. El engranaje de giro está previsto con casquillos de arrastre para la barra de Kelly y con una brida atornillada abajo para el accionamiento de plato giratorio.

50 Según una variante de la invención, resulta especialmente preferible que el primer accionamiento de perforación y el segundo accionamiento están dispuestos juntos sobre el carro. El carro, también designado por carro de accionamiento de perforación, se desplaza a lo largo del mástil a través de un torno de avance. Preferentemente, el varillaje de perforación pasa por el primer accionamiento de perforación anular, pudiendo ajustarse el varillaje de perforación con la herramienta de perforación verticalmente en el aparato de perforación a través de un torno principal. El accionamiento de perforación forma preferentemente un tope inferior para el varillaje de perforación.

55 Una variante alternativa de la invención consiste en que el segundo accionamiento es una máquina de entubado dispuesta en una estructura inferior del aparato de perforación. La máquina de entubado constituye una unidad de accionamiento independiente del primer accionamiento de perforación. La máquina de entubado puede presentar un motor o accionamiento adecuado que puede ejercer un par necesario y, dado el caso, una fuerza axial necesaria, sobre el tubo de apoyo para su introducción en el suelo.

Según la invención, una forma de realización preferible consiste en que la máquina de entubado presenta una pinza de sujeción pivotante para la introducción giratoria del tubo de apoyo en el suelo. La pinza de sujeción puede envolver el tubo de apoyo por medio de cilindros hidráulicos y establecer de esta manera una unión no giratoria con el tubo de apoyo. A través de cilindros pivotantes adicionales se pueden aplicar un movimiento de giro y un par de giro sobre el tubo de apoyo, de manera que este se enrosca por ejemplo en el suelo.

Según el procedimiento según la invención, para el funcionamiento de un aparato de perforación en el que se realiza una perforación con un tubo de apoyo está previsto que una profundidad de introducción del tubo de apoyo en el suelo se indica en una unidad informática, y durante la realización de la perforación se detecta una profundidad de perforación actual y se indica en la unidad informática y, por medio de la unidad informática, en un monitor se representa la profundidad de perforación actual en relación con la profundidad de introducción del tubo de apoyo.

El procedimiento resulta adecuado especialmente para el funcionamiento de un aparato de perforación descrito anteriormente. Resultan las ventajas descritas anteriormente.

Según una variante del procedimiento según la invención resulta preferible que la detección de la profundidad de perforación actual de la herramienta de perforación se realice a través de un primer dispositivo de sensor. El dispositivo de sensor puede comprender especialmente dispositivos de medición que presentan una longitud desenrollada del cable principal del torno principal para el desplazamiento vertical del varillaje de perforación y/o para determinar la longitud desenrollada del torno de avance, por la que el carro se desplaza con el primer accionamiento de perforación a lo largo del mástil. Básicamente, sin embargo, también pueden emplearse otros dispositivos de sensor para determinar la profundidad de perforación actual, por ejemplo, sensores ópticos o una medición de profundidad mediante ultrasonido o láser.

Otra forma de realización ventajosa del procedimiento según la invención consiste en que la entrada de la profundidad de introducción del tubo de apoyo se realiza manualmente a través de un terminal de mando o automáticamente a través de un segundo dispositivo de sensor. La longitud del tubo de apoyo como medida de la profundidad de introducción puede ser introducida por el operario directamente en la unidad informática, por ejemplo a través de un campo de entrada correspondiente que puede ser visualizado en el monitor. Se parte de que el tubo de apoyo se introduce en su totalidad en el suelo. La entrada también puede realizarse automáticamente, por ejemplo mediante un dispositivo para la lectura de una marca correspondiente en el tubo de apoyo, por ejemplo una marca RFID. En esta marca pueden estar almacenadas todas las informaciones esenciales relativas al tubo de apoyo, especialmente acerca de la longitud y por tanto la profundidad de introducción del tubo de apoyo. Además, preferentemente está previsto determinar por el segundo dispositivo de sensor una profundidad de introducción actual del tubo de apoyo. Esto puede realizarse igualmente, en función del tipo de disposición de accionamiento, a través de una determinación de posición correspondiente del carro con el segundo accionamiento para la introducción del tubo de apoyo o mediante sensores ópticos correspondientes. También en caso del uso de una máquina de entubado se puede determinar de manera fiable por un dispositivo de sensor la profundidad de introducción actual del tubo de apoyo. Esto puede realizarse por ejemplo a través de una detección del movimiento de la pinza de sujeción o igualmente a través de sensores ópticos para la determinación de posición del tubo de apoyo.

Según la invención, una variante de procedimiento preferible consiste en que la detección de la profundidad de perforación actual se realiza por medio de una medición de posición del carro de un primer accionamiento de perforación y/o una medición de posición de un varillaje de perforación, en cuyo extremo inferior está montada la herramienta de perforación. Para ello, se pueden usar los dispositivos de sensor descritos anteriormente.

Una representación de la profundidad de perforación actual con respecto a la profundidad de introducción del tubo de apoyo puede realizarse básicamente de manera discrecional.

Una representación especialmente ilustrativa resulta según una variante de la invención, porque la unidad informática genera en el monitor una representación de barras de la profundidad de introducción del tubo de apoyo y de la profundidad de perforación actual. Especialmente en caso de una orientación vertical de las barras resulta especialmente clara e ilustrativa la posición actual de la herramienta de perforación con respecto al extremo inferior del tubo de apoyo. Especialmente, el tubo de apoyo puede representarse en una vista en sección transversal con dos líneas laterales y una línea transversal horizontal correspondientemente para la definición de un canto inferior y un canto superior. La herramienta de perforación puede estar visualizada de forma gráfica o de forma estilizada como barra horizontal dentro del tubo de apoyo.

El procedimiento según la invención de manera ventajosa está perfeccionado de tal forma que el tubo de apoyo se compone de al menos dos elementos de tubo de apoyo, previéndose una representación global aditiva de la profundidad de introducción. Mediante una entrada correspondiente de la longitud de un tubo de apoyo adicional se incrementa y se adapta de manera correspondiente la profundidad de introducción máxima del tubo de apoyo. De manera correspondiente, cambia la representación en el monitor. Si entonces el tubo de apoyo se introduce más en el suelo con el elemento de tubo de apoyo adicional aplicado arriba, cambia la profundidad de introducción y la representación correspondiente en el monitor. Básicamente, el tubo de apoyo introducido puede componerse de una multiplicidad de elementos de tubo de apoyo de distinta longitud. La longitud de los elementos de tubo de apoyo individuales puede introducirse en la unidad informática a través de un campo de entrada correspondiente que puede visualizarse en el monitor. Básicamente, la entrada también puede realizarse mediante una selección de longitudes estándar predefinidas de elementos de tubo de apoyo. Preferentemente, están previstas una detección y entrada automáticas, por ejemplo con una marca RFID, descrita anteriormente, en el elemento de tubo de apoyo.

Otra variante de realización preferible del procedimiento según la invención consiste en que el tubo de apoyo o el elemento de tubo de apoyo se representan en el monitor antes o después de su introducción en el suelo. Así, en el monitor se muestra el tubo de apoyo con el elemento de tubo de apoyo adicional, aplicado arriba, en un estado de partida. En este, el tubo de apoyo o el elemento de tubo de apoyo correspondiente se encuentran por encima de una superficie de suelo representada. Después de la introducción correspondiente, el tubo de apoyo introducido se representa con la profundidad de introducción máxima o la profundidad de introducción real, alcanzada actualmente.

El tubo de apoyo o de perforación puede introducirse por giro en el fondo de construcción tanto con el accionamiento de giro deslizante en el mástil del aparato de perforación, por medio de un plato de giro, como con la instalación de entubado. Durante la introducción por giro del tubo de perforación por medio del plato de giro se puede determinar la profundidad de introducción actual del tubo de perforación por medio del captador de medición dispuesto en el sistema de avance. Para ello, se determina la posición del accionamiento de giro a lo largo del mástil y se computa con la profundidad de perforación actual de la herramienta de perforación. La posición del accionamiento de giro puede realizarse a través de captadores de recorrido a lo largo del mástil o a través de captadores de recorrido en el sistema de avance, por ejemplo en el cable de avance. La longitud total del tubo de perforación puede determinarse o bien mediante la entrada por el conductor o mediante la detección automática de los disparos de tubo de perforación individuales, por ejemplo por medio de tags RFID. La longitud de los disparos de tubo de perforación individuales se suma resultando una longitud total de tubo de perforación. La profundidad de perforación de la herramienta de perforación puede determinarse por ejemplo a través de la medición de profundidad del torno de cable principal que mueve la barra de Kelly, y la posición de enclavamiento actual de la barra de Kelly. Pero también existe la posibilidad de establecer mediante una entrada por el conductor una posición cero de la profundidad de perforación cuando la suela de herramienta de perforación alcanza el canto superior del tubo de perforación. De esta manera, la profundidad de perforación actual se puede computar con la longitud total del tubo de perforación calculada previamente y se puede determinar una diferencia entre la profundidad de perforación y la longitud de introducción del tubo de perforación.

Si la profundidad de introducción del tubo de perforación se determina a través de un sistema de medición en el mástil del aparato de perforación, mediante una conmutación o activación se debe establecer si el tubo de perforación se introduce por giro o si el tubo de perforación se vacía por perforación. Esta activación puede producirse automáticamente o bien mediante una entrada por el conductor o, en el caso de platos de giro automáticos, mediante el accionamiento de los dispositivos de fijación de tubo.

A continuación, la invención se describe en detalle con la ayuda de ejemplos de realización que están representados esquemáticamente en los dibujos adjuntos. En los dibujos, muestran:

la figura 1: un alzado lateral esquemático de un aparato de perforación según la invención y las figuras 2a a 2i: representaciones de barras relativas a un tubo de apoyo y a una perforación según la invención.

Un aparato de perforación 10 según la invención según la figura 1 presenta un carro inferior 12 realizado como vehículo de oruga y un carro superior 14 montado de forma giratoria sobre este. El carro inferior 12 y el carro superior 14 forman una estructura inferior 15. En el carro superior 14 están dispuestos de manera conocida los grupos de accionamiento y el puesto de mando para el aparato de perforación 10.

En un lado delantero del carro superior 14 está montado de forma ajustable, a través de una cinemática de unión articulada 16 con cilindros de nuca, un mástil 18 vertical con una cabeza de mástil 19 superior. A lo largo de un lado delantero del mástil 18 está guiado de forma deslizante un carro 20. Sobre el carro 20 está previsto un primer accionamiento de perforación 22 que presenta un motor hidráulico 24. En el carro 20 está previsto un segundo

accionamiento 26 con una unión giratoria 28 en forma de casquillo para establecer una unión no giratoria a un tubo de apoyo 4. El segundo accionamiento 26 se compone sustancialmente de una unión de engranaje a un primer accionamiento de perforación 22 con el motor hidráulico 24, para ejercer de esta manera un par de giro sobre la unión giratoria 27 y, por tanto, sobre el tubo de apoyo 4.

El primer accionamiento de perforación 22 que tiene aproximadamente forma de casquillo es atravesado por un varillaje de perforación 30 que está realizado como varillaje de Kelly con listones de arrastre exteriores. El varillaje de perforación 30 presenta una suspensión 32 superior, con la que el varillaje de perforación 30 está unido a un cable principal 39. El cable principal 39 está guiado, a través de rodillos de inversión en la cabeza de mástil 19, hacia un torno principal 38 en el lado superior del carro superior 14. Accionando el torno principal 38 se puede mover verticalmente el varillaje de perforación 30.

El carro 20 está unido a un cable de avance 37 que está guiado por encima y por debajo del carro 20 a lo largo del mástil 18 y accionado por un torno de avance 36. Mediante el torno de avance 36, el carro 20 se puede mover hacia arriba o abajo a lo largo de una guía del mástil 18.

En un lado inferior del varillaje de perforación 30 está montada una herramienta de perforación 34 para la remoción del material de suelo. En el ejemplo de realización representado según la figura 1, la herramienta de perforación 34 está realizada como cubo de perforación. El diámetro de la herramienta de perforación 34 está realizado de tal forma que se puede introducir en el espacio hueco interior del tubo de apoyo 4.

Con el aparato de perforación 10 se puede realizar una perforación entubada en el suelo 1. Para una realización eficiente de una perforación entubada es precisa una introducción del tubo de apoyo 4 coordinada con la profundización de la perforación. Según la figura 1, en un primer paso, el tubo de apoyo 4 está introducido en el suelo 1 hasta una primera profundidad de penetración.

Este estado está representado esquemáticamente en la figura 2a que muestra un diagrama de barras previsto según la invención, que se puede mostrar al operario en un monitor en el aparato de perforación 10. Según la representación según la figura 2a aún no se ha producido ninguna excavación de suelo.

La longitud del tubo de apoyo 4 puede ser introducida por el operario en el monitor de una unidad informática. Para la medición de profundidad, un canto inferior de la herramienta de perforación 34 se pone a cero en el canto superior del tubo de apoyo. De esta manera, queda definida la referencia entre la herramienta de perforación 34 y el tubo de apoyo 4 en la unidad informática.

Según la figura 2b, como siguiente paso se realiza la extracción del suelo 1 del tubo de apoyo 4 por perforación con la herramienta de perforación 34. Mediante una medición de profundidad con un primer dispositivo de sensor en el torno principal 38 se puede controlar en el monitor de la unidad informática el avance de la perforación. Para ello, tanto la longitud del tubo de apoyo 4 como la profundidad de perforación alcanzada se visualizan gráficamente en el monitor de la unidad informática. La barra horizontal desplazada hacia abajo dentro del tubo de apoyo 4 en la figura 2 indica la profundidad de perforación de la herramienta de perforación 34. Adicionalmente, en el monitor en el puesto de mando se puede visualizar la herramienta de perforación 34 con una barra horizontal adicional dentro del tubo de apoyo 4.

Preferentemente, adicionalmente se puede representar en el monitor la diferencia de la longitud del tubo de apoyo y la profundidad de perforación alcanzada como valor de medición de la posición de la herramienta de perforación 34 con respecto al tubo de apoyo 4. De esta manera, adicionalmente a la representación gráfica, el conductor del aparato obtiene una medida de si se está perforando con la herramienta de perforación 34 por delante o por detrás con respecto al tubo de apoyo 4. En determinadas capas de suelo, esta medida es de importancia decisiva para la calidad posterior del pilar de cimiento realizado.

En otro paso según la figura 2c, el tubo de apoyo 4 se vuelve a acoplar al segundo accionamiento 26 que también se puede designar como cabeza giratoria de fuerza, y se sigue introduciendo por giro en el suelo 1.

El registro de la nueva referencia de la medición de profundidad se realiza mediante un reseteo por el conductor del aparato con el canto inferior de la herramienta de perforación 34 en el canto superior del tubo de apoyo 4 o mediante la medición de la profundidad de penetración alcanzada, a través de la medición de profundidad en el torno de avance 36 por medio de un segundo dispositivo de sensor. Para la medición de la penetración a través de la medición de profundidad del torno de avance 36, en la unidad informática se puede realizar un modo especial para la entrada por el conductor del aparato o una detección automática del acoplamiento del segundo accionamiento 26 al tubo de apoyo 4.

Según la figura 2d, después del desacoplamiento del segundo accionamiento 26 del tubo de apoyo 4 se realiza una extracción por perforación adicional dentro del tubo de apoyo 4. Esto se puede realizar en uno o varios procesos de perforación.

5 Para ello, los pasos según las figuras 2b a 2d pueden realizarse varias veces sucesivamente.

A continuación, según la figura 2e se realiza la colocación de un elemento de tubo de apoyo 5 adicional, quedando formado un tubo de apoyo 4 prolongado. La longitud del tubo de apoyo 4 se determina en la unidad informática y se representa gráficamente según la figura 2e.

10 Para ello, a la longitud conocida hasta ahora del tubo de apoyo 4 se suma la longitud del elemento de tubo de apoyo 5 colocado adicionalmente. La detección de la longitud del elemento de tubo de apoyo 5 colocado adicionalmente se realiza mediante una entrada en la unidad informática por el conductor del aparato o mediante una detección automática de la longitud de tubo por un sistema de identificación de los tubos de apoyo 4 / elementos de tubo de apoyo 5, por ejemplo, por medio de una marca RFID.

20 Para volver a referir la medición de profundidad al canto superior del tubo de apoyo 4, este se pone a cero con el canto inferior de la herramienta de perforación 34 en el canto superior del tubo de apoyo 4 mediante un reseteo por el conductor del aparato o se adapta mediante una corrección automática de la profundidad de perforación alcanzada, por la longitud indicada o registrada del tubo de apoyo 4 complementado con el elemento de tubo de apoyo 5. De esta manera, se puede realizar automáticamente una corrección de la medición de profundidad.

25 Volviendo a acoplar el tubo de apoyo 4 alargado al segundo accionamiento 26, el tubo de apoyo 4 se introduce girando más profundamente en el suelo 1, como se puede ver en la figura 2f. A continuación, se realiza según la figura 2g una evacuación por perforación y remoción adicionales del material de suelo del tubo de apoyo 4. La introducción por giro del tubo de apoyo 4 prolongado y la evacuación por perforación del material de suelo situado dentro de este igualmente pueden realizarse en varios pasos, como se puede ver en las figuras 2h y 2i.

30 En el procedimiento representado en las figuras 2a a 2i, el tubo de apoyo 4 va por delante con respecto a la perforación 2. Mediante la representación gráfica, esto puede ser controlado fácilmente por el operario. De manera correspondiente, también puede ir por delante la perforación con respecto al tubo de apoyo.

REIVINDICACIONES

1.- Aparato de perforación para realizar una perforación entubada (2), con

- un primer accionamiento de perforación (22) para el accionamiento giratorio de un varillaje de perforación (30), en cuyo extremo inferior está dispuesta una herramienta de perforación (34) para la remoción de material de suelo,
- un mástil (18), a lo largo del cual el primer accionamiento de perforación (22) puede desplazarse con un carro (20), y
- un segundo accionamiento (26) con el cual se puede introducir en el suelo (1) un tubo de apoyo (4) para la perforación (2), y
- una unidad informática,

caracterizado

- **porque** en la unidad informática se indican una profundidad de perforación actual de la herramienta de perforación (34) y una profundidad de introducción del tubo de apoyo (4) y
- **porque** está previsto un monitor en el que mediante la unidad informática puede representarse la profundidad de perforación actual en relación con la profundidad de introducción del tubo de apoyo (4).

2.- Aparato de perforación según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el segundo accionamiento (26) es un elemento de salida accionado por un motor (24) del primer accionamiento de perforación (22).

3.- Aparato de perforación según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** el primer accionamiento de perforación (22) y el segundo accionamiento (26) están dispuestos juntos sobre el carro (20).

4.- Aparato de perforación según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el segundo accionamiento (26) es una máquina de entubado dispuesta en una estructura inferior (15) del aparato de perforación (10).

5.- Aparato de perforación según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la máquina de entubado presenta una pinza de sujeción pivotante para la introducción giratoria del tubo de apoyo (4) en el suelo (1).

6.- Procedimiento para el funcionamiento de un aparato de perforación (10) según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que se realiza una perforación (2) con un tubo de apoyo (4), **caracterizado**

- **porque** se indica en una unidad informática una profundidad de introducción del tubo de apoyo (4) en el suelo (1),
- **porque** durante la realización de la perforación (2) se detecta una profundidad de perforación actual de una herramienta de perforación (34) y se indica en la unidad informática y,
- **porque** por medio de la unidad informática, en un monitor se representa gráficamente la profundidad de perforación actual en relación con la profundidad de introducción del tubo de apoyo (4).

7.- Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** la detección de la profundidad de perforación actual de la herramienta de perforación (34) se realiza a través de un primer dispositivo de sensor.

8.- Procedimiento según las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado porque** la entrada de la profundidad de introducción del tubo de apoyo (4) se realiza manualmente a través de un terminal de mando o automáticamente a través de un segundo dispositivo de sensor.

9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado porque** la detección de la profundidad de perforación actual se realiza por medio de una medición de posición del carro (20) de un primer accionamiento de perforación (22) y/o a través de una medición de posición de un varillaje de perforación (30), en cuyo extremo inferior está montada la herramienta de perforación (34).

10.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado porque** la unidad informática genera en el monitor una representación de barras de la profundidad de introducción del tubo de apoyo (4) y de la profundidad de perforación actual.

11.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 10, **caracterizado porque** el tubo de apoyo (4) se ensambla a partir de al menos dos elementos de tubo de apoyo (5), previéndose una representación global aditiva de la profundidad de introducción.

12.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 11, **caracterizado porque** el tubo de apoyo (4) o el elemento de tubo de apoyo (5) se representan en el monitor antes o después de su introducción en el suelo (1).

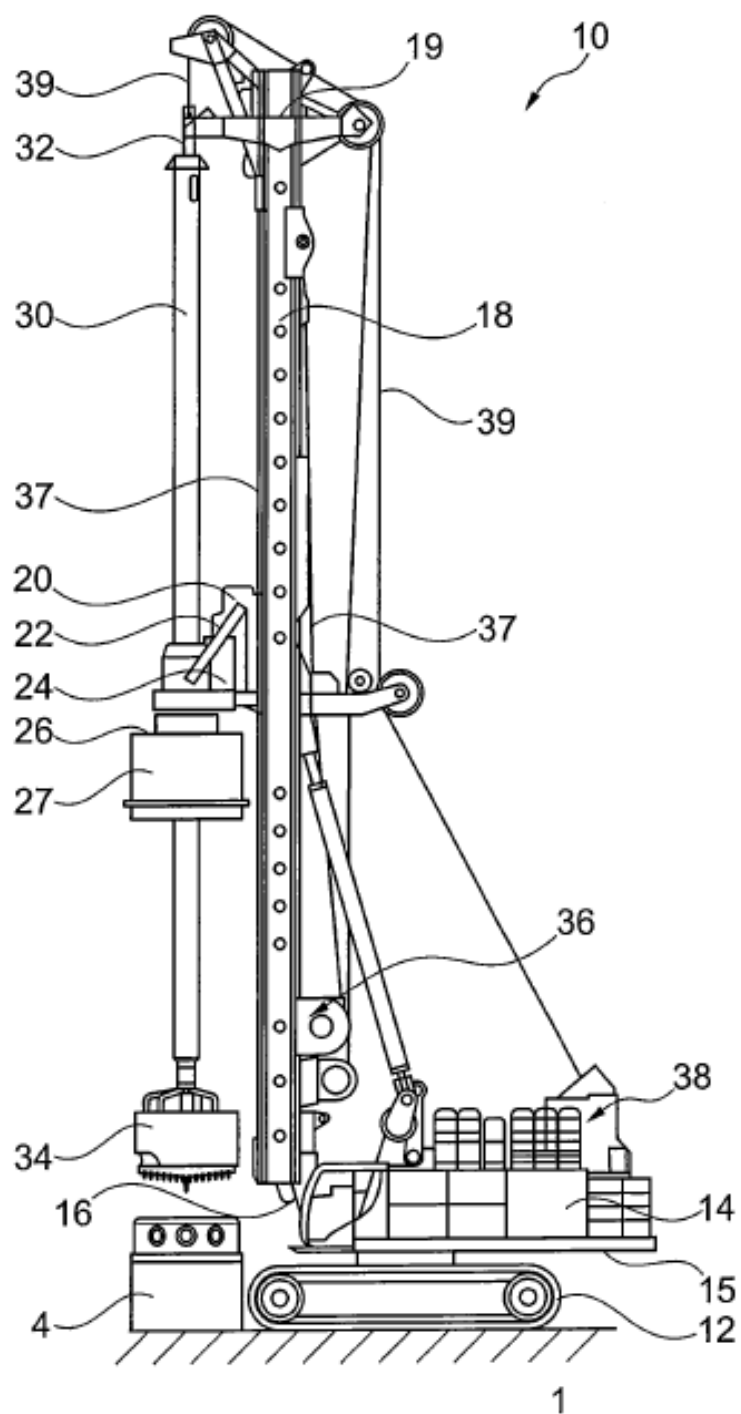


Fig. 1

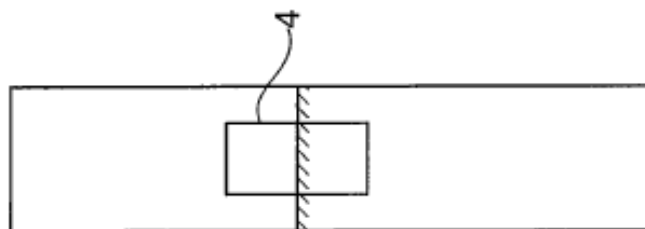


Fig. 2a

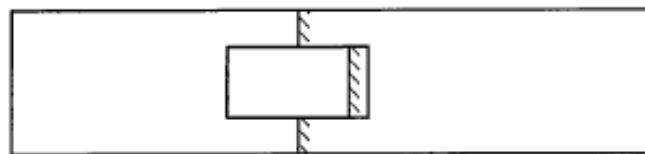


Fig. 2b

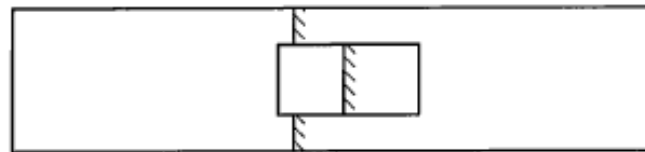


Fig. 2c

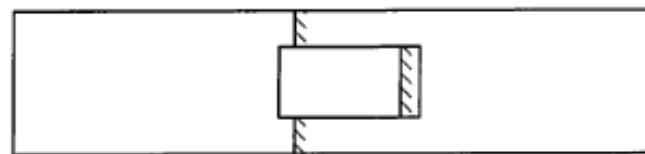


Fig. 2d

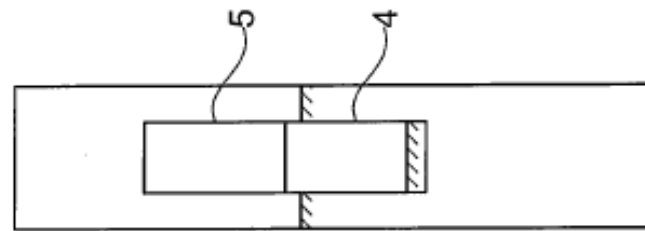


Fig. 2e

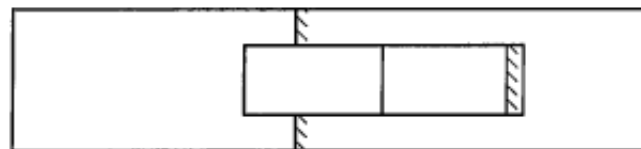


Fig. 2i

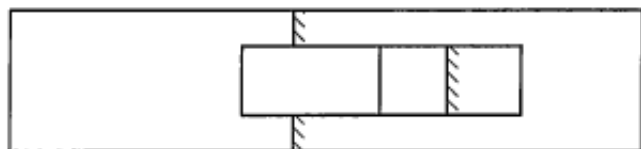


Fig. 2h

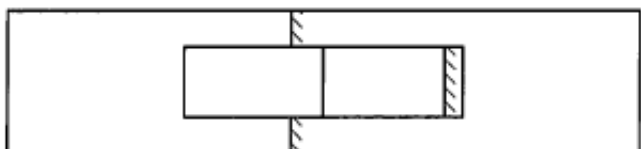


Fig. 2g

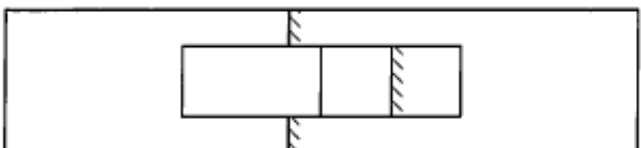


Fig. 2f