

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 500**

51 Int. Cl.:

**E21B 44/02** (2006.01)

**E21B 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2014** **E 14151718 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019** **EP 2767672**

54 Título: **Dispositivo para producir un taladro en el suelo**

30 Prioridad:

**19.02.2013 DE 202013001608 U**

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

**13.07.2020**

73 Titular/es:

**PRAKLA BOHRTECHNIK GMBH (100.0%)  
Moorbeerenweg 1  
31228 Peine, DE**

72 Inventor/es:

**HIELSCHER, JENS**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

**ES 2 773 500 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

Dispositivo para producir un taladro en el suelo

5 La invención se refiere a un dispositivo para producir un taladro en el suelo conforme al preámbulo de la reivindicación 1. Un dispositivo de este tipo comprende un aparato portador, un mástil apoyado en el aparato portador, un carretón guiado de forma que puede desplazarse longitudinalmente en el mástil, en el que está dispuesto un accionamiento de perforación para accionar de forma giratoria un ramal de perforación, y un accionamiento del carretón para trasladar el carretón a lo largo del mástil. La invención se refiere asimismo a un procedimiento para producir un taladro en el suelo conforme al preámbulo de la reivindicación 6.

10 La producción de una perforación de sondeo en el suelo puede usarse con diferentes finalidades. Por ejemplo la perforación de sondeo puede llenarse para producir un elemento de cimentación en el suelo con un material de relleno endurecible. La perforación de sondeo puede producirse también por ejemplo para producir pozos, para explorar el suelo o en el marco de instalaciones geotérmicas, por ejemplo para introducir sondas geotérmicas. También son posibles otras aplicaciones.

15 En función del estado del suelo así como de las herramientas de perforación usadas es necesario elegir de forma diferente los parámetros de perforación, en especial la velocidad de giro y la velocidad de avance. Si por ejemplo la velocidad de avance es demasiado baja, es conocido aumentar la velocidad de giro del varillaje de perforación y/o reforzar la fuerza de apriete.

Para regular un proceso de perforación se conoce también, del documento US 7,350,593 B1, volver a regular una presión hidráulica sobre un varillaje de perforación.

20 Del documento WO 99/39078 A1 se deduce un dispositivo del género expuesto.

La invención se ha impuesto el **objetivo** de exponer un dispositivo y un procedimiento para producir un taladro en el suelo, el cual haga posible una producción especialmente económica de una perforación de sondeo.

25 El objetivo se logra conforme a la invención mediante un dispositivo con las características de la reivindicación 1, respectivamente mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 6. En las reivindicaciones dependientes se exponen unas conformaciones preferidas de la invención.

El dispositivo para producir un taladro en el suelo está caracterizado conforme a la invención por medio de que está previsto un mecanismo de control para controlar el accionamiento del carretón y de que el mecanismo de control está configurado para emitir una señal de control al accionamiento del carretón, mediante la cual la fuerza de carga del ramal de perforación sobre la solera de la perforación de sondeo puede ajustarse a un valor predeterminado.

30 Una idea básica de la invención consiste en ejecutar el control del accionamiento del carretón, es decir el control del avance axial del carretón, basándose en el valor de la fuerza de carga del ramal de perforación sobre la solera de la perforación de sondeo. El movimiento del carretón a lo largo del mástil se realiza por lo tanto en función del valor establecido de la fuerza de carga durante el proceso de perforación.

35 El valor predeterminado de la fuerza de carga puede ajustarse de diferente manera, por ejemplo en función del estado del suelo. Por ejemplo en el caso de un material del suelo duro, como piedras o roca, puede elegirse una mayor fuerza de carga o fuerza de apriete que en el caso de un suelo blando, por ejemplo material terroso.

40 En el caso del valor predeterminado para la fuerza de carga puede tratarse de un valor constante en el tiempo o variable en el tiempo, por ejemplo una oscilación. El ajuste de una fuerza de carga definida hace posible un procedimiento de perforación especialmente eficiente. Además de esto puede reducirse el desgaste en las herramientas de perforación. Esto conduce a mayores duraciones y en consecuencia a una mayor rentabilidad.

De forma preferida está prevista una unidad de introducción de datos para introducir un valor nominal para la fuerza de carga, en especial por parte de un usuario del dispositivo. La unidad de introducción de datos está dispuesta de forma preferida en una cabina de usuario del dispositivo. En el caso del valor nominal puede tratarse en especial de un valor constante o variable en el tiempo.

45 El dispositivo contiene de forma preferida un mecanismo de medición o un sensor para determinar el valor real de la fuerza de carga. Básicamente es posible que el mecanismo de medición o el sensor esté dispuesto en la zona de la herramienta de perforación, es decir en la solera de la perforación de sondeo.

50 Sin embargo es preferible que esté previsto un sensor con el que pueda determinarse una fuerza de retracción y/o fuerza de apriete, con la que se retraiga el ramal de perforación desde la solera de la perforación de sondeo o se apriete sobre la solera de la perforación de sondeo. En el caso de la fuerza de retracción y de la fuerza de apriete se trata de una fuerza preferiblemente vertical, con la que el ramal de perforación se eleva activamente por encima del accionamiento de perforación o se presiona contra la solera de la perforación de sondeo. En especial se trata de una fuerza con la que se tira o presiona activamente hacia abajo o hacia arriba del/el accionamiento de perforación o del/el

carretón. El sensor determina por lo tanto la fuerza con la que el ramal de perforación tira hacia abajo o presiona hacia arriba en el carretón o el accionamiento de perforación. Basándose en el valor establecido de la fuerza de retracción y/o de la fuerza de apriete puede determinarse o calcularse la carga.

5 Si la fuerza de retracción y/ la fuerza de apriete son cero, la fuerza de carga se corresponde con la fuerza provocada por el peso propio del ramal de perforación. Mediante una descarga insignificante del ramal de perforación o un apriete del ramal de perforación sobre la solera de la perforación de sondeo puede reducirse o aumentarse la fuerza de carga. Para descargar la solera de la perforación de sondeo se eleva o retrae el ramal de perforación. Para el apriete se presiona el mismo activamente hacia abajo.

10 Mediante la fuerza adicional puede modificarse por lo tanto la fuerza de carga provocada por el peso propio. La fuerza de retracción y/o la fuerza de apriete pueden aplicarse en especial mediante el accionamiento del carretón al carretón del engranaje de perforación. El ajuste de la fuerza de carga real se realiza por lo tanto de forma preferida mediante una fuerza de retracción y/o fuerza de apriete, aplicadas al carretón.

15 El sensor está dispuesto de forma preferida por fuera de la perforación de sondeo, en especial en la zona del carretón, del accionamiento de perforación y/o del accionamiento del carretón. En el caso del sensor se trata en especial de un sensor de fuerza o de un detector de fuerza, con el que puede determinarse directa o indirectamente la fuerza que ejerce el ramal de perforación mediante su peso propio y/o una fuerza aplicada adicionalmente al carretón, al accionamiento de perforación y/o al accionamiento del carretón.

Como sensor está prevista una cápsula dinamométrica. La cápsula dinamométrica está dispuesta, en el caso de un accionamiento de torno del carretón, en el extremo de cable muerto.

20 La fuerza de carga de la herramienta de perforación o de la cabeza de perforación sobre la solera de la perforación de sondeo se corresponde con la suma entre la fuerza gravitacional del ramal de perforación y la fuerza de apriete o fuerza de retracción adicional, aplicada activamente. Aquí se aplica:

$$F_{\text{carga}} = m_{\text{ramal}} \cdot g + F_{\text{apriete}} - F_{\text{retracción}}$$

con

$F_{\text{carga}}$ : fuerza de carga sobre la consola de la perforación de sondeo;

$m_{\text{ramal}}$ : peso del ramal de perforación;

$g$ : aceleración terrestre;

$F_{\text{apriete}}$ : fuerza de apriete en dirección a la solera de la perforación de sondeo

$F_{\text{retracción}}$ : fuerza de retracción hacia fuera de la solera de la perforación de sondeo.

25 La fuerza de carga del ramal de perforación sobre la solera de la perforación de sondeo depende por lo tanto, entre otras cosas, del peso propio del ramal de perforación. Conforme a la invención es por ello preferible que el mecanismo de control esté diseñado para, basándose en la fuerza de retracción establecida por el sensor, determinar el peso propio o la fuerza gravitacional del ramal de perforación.

30 Para ello puede elevarse por ejemplo el ramal de perforación, de tal manera que la fuerza de carga sea cero. Se mide la fuerza de retracción necesaria para la elevación. La fuerza de retracción se corresponde con la fuerza gravitacional, a partir de la cual puede determinarse dado el caso el peso propio.

35 De forma preferida está previsto un dispositivo de memoria, que está diseñado para archivar el peso propio establecido. Debido a que el peso propio del ramal de perforación permanece constante durante un proceso de perforación, siempre que no se cambie el ramal de perforación, solo es necesario determinar el peso propio una vez antes de realizar el proceso de perforación. El peso propio determinado y archivado una vez puede usarse después, durante el proceso de perforación, para establecer o calcular la fuerza de carga real sobre la base de la perforación de sondeo.

40 Es especialmente preferible que el sensor esté configurado para establecer la fuerza de retracción y/o la fuerza de apriete durante un proceso de perforación. El sensor de fuerza está diseñado por lo tanto para determinar la fuerza de retracción y/o la fuerza de apriete, continua o repetidamente, durante el proceso de perforación.

Puede conseguirse una determinación especialmente fiable y robusta de la fuerza de carga real, por medio de que el mecanismo de control esté configurado para establecer la fuerza de carga sobre la solera de la perforación de sondeo, basándose en el peso propio archivado del ramal de perforación y en la fuerza de retracción y/o fuerza de apriete ejercidas durante el proceso de perforación.

- 5 Para ajustar una fuerza de carga, que sea mayor que la fuerza provocada por el peso propio del ramal de perforación, es preferible que el accionamiento del carretón esté configurado para presionar activamente el varillaje de perforación hacia la solera de la perforación de sondeo. El accionamiento del carretón está diseñado por lo tanto para mover activamente hacia abajo el carretón, sobre el que está apoyado el varillaje de perforación, en especial para presionarlo o tirar del mismo.
- Conforme a la invención el accionamiento del carretón comprende un accionamiento de cable con un torno de cable y un cable elevador. El cable es guiado de forma preferida a través del mástil, partiendo del torno de cable, y soporta el carretón.
- 10 El mecanismo de control para controlar el carretón está conformado de forma preferida como circuito de regulación cerrado. Como valor nominal se usa un valor constante o variable en el tiempo de la fuerza de carga del ramal de perforación sobre la solera de la perforación de sondeo. El valor real de la fuerza de carga, calculado usando el sensor de fuerza, se devuelve como reacoplamiento y se sustrae del valor nominal. La desviación de la regla así calculada se alimenta a un regulador, el cual envía un valor de salida o una magnitud de ajuste para el accionamiento del carretón.
- 15 Conforme a la invención el mecanismo de control presenta un regulador PID. El mismo está configurado para llevar a cabo hasta cien pasos de iteración por segundo. De esta manera puede obtenerse una regulación precisa y rápida. La desviación de la regla, que se calcula de forma preferida mediante el establecimiento del peso del ramal y el valor de medición modificado mediante la descarga del ramal sobre la solera de la perforación de sondeo, se alimenta a un regulador que genera una señal de control eléctrica. La misma controla, de forma preferida a través de una válvula proporcional, el torno o el cilindro del accionamiento del carretón.
- 20 Los parámetros de regulación se ajustan de forma preferida a la velocidad máxima, sin que el sistema comience a oscilar. De esta manera el torno o el cilindro eleva el varillaje en cuanto haya demasiada carga sobre la herramienta de perforación, y desciende el varillaje cuando esté situada demasiado poca carga sobre la herramienta de perforación. Si el varillaje o el ramal de perforación es demasiado ligero para la fuerza de apriete necesaria, se presiona el varillaje activamente hacia abajo.
- 25 La válvula proporcional hidráulica es de forma preferida una válvula que está diseñada específicamente para el funcionamiento del torno. La misma contiene una función de sujeción de carga y una compensación de las fuerzas inducidas por la carga sobre el émbolo de control.
- A continuación se explica ulteriormente la invención con base en unas formas de realización preferidas, las cuales se han representado en las figuras esquemáticas adjuntas. En las figuras muestran:
- 30 la fig. 1 una representación general de un dispositivo conforme a la invención;
- la fig. 2 un dispositivo conforme a la invención con un accionamiento del torno como accionamiento del carretón;
- la fig. 3 un dispositivo con un accionamiento del cilindro como accionamiento del carretón; y
- la fig. 4 una representación esquemática de las fuerzas que actúan sobre el ramal de perforación.
- 35 La fig. 1 muestra un dispositivo 10 conforme a la invención con un aparato portador 12, por ejemplo un vehículo portador sobre el que está apoyado un mástil 20, de forma preferida de manera basculante. En el mástil 20 posicionable verticalmente es guiado de forma que puede trasladarse un carretón 22, el cual puede recibir también el nombre de carro de rodadura. Para trasladar el carretón 22 a lo largo de un eje longitudinal del mástil 20 está previsto un accionamiento del carretón 40. El accionamiento del carretón 40 puede estar conformado básicamente de cualquier
- 40 manera.
- La fig. 2 muestra un accionamiento del carretón 40 con un torno de cable 46 y un cable elevador 48. El carretón 22 está suspendido del cable elevador 48. El cable elevador 48 es guiado, partiendo del torno de cable 46 dispuesto sobre el aparato portador 12 a través de unos rodillos 19 en el mástil 20, en especial en una cabeza de rodillos 18 del mástil 20, hasta un rodillo deflector 23 en el carretón 22. Desde el rodillo deflector 23 el cable 48 llega hasta un punto fijo sobre el mástil 20 p sobre la cabeza de rodillos 28. El torno de cable 46 controla, a través de la longitud del cable elevador 48 desenrollado, la posición del carretón 22. Mediante el rodillo deflector 23 sobre el carretón 22 el cable elevador 48 es guiado a modo de un polipasto.
- 45 Otra forma de realización de un accionamiento del carretón 40 se ha representado en la fig. 3. Para trasladar el carretón 22 a lo largo del mástil 20 está previsto un cilindro hidráulico 42. El cilindro hidráulico 42, el cual puede estar ejecutado básicamente como cilindro que actúa por un lado o por dos lados, controla la posición del carretón 22 mediante la introducción o extracción de su émbolo. En la forma de realización representada el carretón 22 está enlazado a través de dos cables tractores 44. A través del recorrido del cilindro hidráulico 42 se controla la posición del carretón 22 con ayuda de los cables 44, que son guiados a través de unos rodillos 26 en el mástil 20. Los rodillos 26 se encuentran en un extremo inferior del mástil 20 y en una cabeza del mástil 21.
- 50

5 Sobre el carretón 22, que puede recibir también el nombre de carretón del engranaje de perforación, se encuentra un accionamiento de perforación 24 para el accionamiento giratorio de un ramal de perforación 30. El ramal de perforación 30 puede unirse axialmente de forma fija al accionamiento de perforación 25, de tal manera que a través del accionamiento de perforación 24, el cual puede recibir también el nombre de cabeza giratoria de fuerza, puede transmitirse al ramal de perforación 30 una fuerza vertical. Mediante la elevación o el descenso del carretón 22, al que está fijado el accionamiento de perforación 24, se aumenta o reduce con ello la fuerza de carga del ramal de perforación 30 sobre la solera de la perforación de sondeo.

10 El ramal de perforación 30 comprende un varillaje de perforación 32 accionado por el accionamiento de perforación 24, en cuyo extremo inferior está dispuesta una herramienta de perforación 34, que puede comprender cinceles o dientes de perforación.

15 La fig. 4 muestra las fuerzas que actúan durante el proceso de perforación. Mediante la elevación o la presión hacia abajo del carretón 22 se transmite, a través del varillaje de perforación 32, una fuerza de retracción o fuerza de apriete a la herramienta de perforación 34 y se controla la fuerza de carga de la herramienta de perforación 34 sobre la solera de la perforación de sondeo 4 de la perforación de sondeo 2. El proceso de perforación se realiza de forma preferida con una carga constante o un desarrollo en el tiempo prefijado de la carga.

20 En la zona del accionamiento del carretón 40 o en la zona de la suspensión o ligazón del ramal de perforación 30 o del varillaje de perforación 32 en el accionamiento de perforación 24 está dispuesto un sensor 60, para determinar la fuerza de retracción y/o la fuerza de apriete. El sensor 60, el cual puede ser en especial un sensor de fuerza, puede usarse para determinar el peso propio del ramal de perforación 30, por medio de que se mide la fuerza que es necesaria para elevar el ramal de perforación 30. El valor medido del peso propio del ramal de perforación 30 puede archivarse en un dispositivo de memoria 70.

25 Mediante la colocación del ramal de perforación 30 encima de la base de la perforación de sondeo 4 se reduce la fuerza medida mediante el sensor 60. Si la fuerza es igual a cero, la fuerza de carga sobre la base de la perforación de sondeo 4 se corresponde con la fuerza provocada por el peso propio del ramal de perforación 30. Mediante la aplicación de una fuerza de retracción dirigida hacia arriba al carretón 22 o al accionamiento de perforación 24 fijado al mismo puede reducirse la fuerza de carga. Mediante la aplicación de una fuerza de apriete dirigida hacia abajo al carretón 22 o al accionamiento de perforación 24 fijado al mismo, puede aumentarse adicionalmente la fuerza de carga real.

30 Para ajustar una fuerza de carga con un valor predeterminado está previsto un mecanismo de control 80. El mecanismo de control 80 comprende un regulador, el cual obtiene como señal de entrada una diferencia entre un valor nominal de la fuerza de carga y un valor real y genera una señal de salida, que se usa para controlar el accionamiento del carretón 40. Si la fuerza de carga es excesivamente alta, se ejerce una fuerza de retracción dirigida hacia arriba sobre el carretón 22. Si el valor medido de la fuerza de carga es excesivamente baja, se ejerce una fuerza de apriete dirigida hacia abajo sobre el carretón 22.

35 Mediante el control del proceso de perforación con la fuerza de carga como magnitud piloto puede obtenerse un procedimiento de perforación especialmente preferido. La medición de la fuerza de carga mediante un sensor 60 por fuera de la perforación de sondeo, en especial en el carretón 22 o en el accionamiento del carretón 40, garantiza una medición fiable y robusta. La determinación del peso propio del ramal de perforación 30 antes del comienzo del procedimiento de perforación, mediante la elevación del ramal de perforación 30 desde la solera de la perforación de sondeo, hace posible una determinación indirecta de la carga mediante la medición de la fuerza de retracción o de apriete adicional aplicada activamente al ramal de perforación 30.

40

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo para producir un taladro en el suelo con

- un aparato portador (12),
- un mástil (20) apoyado en el aparato portador (12),
- 5 - un carretón (22) guiado de forma que puede desplazarse longitudinalmente en el mástil (20), en el que está dispuesto un accionamiento de perforación (24) para accionar de forma giratoria un ramal de perforación (30),
- una herramienta de perforación (34) en un extremo inferior del ramal de perforación (30),
- un accionamiento del carretón (40) para trasladar el carretón (22) a lo largo del mástil (20), en donde el accionamiento del carretón (40) comprende un accionamiento de cable con un torno de cable (46) y un cable elevador (48),
- 10 - un mecanismo de control (80) para controlar el accionamiento del carretón (40), y
- un sensor (60) para determinar una fuerza de retracción aplicada al carretón (22),
- en donde el mecanismo de control (80) está configurado para emitir una señal de control al accionamiento del carretón (40), mediante la cual una fuerza de carga del ramal de perforación (30) sobre la solera de la perforación de sondeo puede ajustarse a un valor predeterminado,
- 15

**caracterizado**

- **porque** el sensor (60) está configurado como una cápsula dinamométrica, que está dispuesta en un extremo de cable muerto del cable elevador (48) en el mástil (20),
- **porque** el mecanismo de control (80) está configurado para, basándose en una fuerza de retracción y/o una fuerza de apriete, establecidas mediante el sensor (60) en el extremo de cable muerto durante el proceso de perforación, y en un peso propio del ramal de perforación (30) archivado en un dispositivo de memoria (70), establecer un valor real de la fuerza de carga del ramal de perforación (30),
- 20
- **porque** el mecanismo de control (80) está configurado para, durante el proceso de perforación, alimentar una diferencia entre el valor real de la fuerza de carga y el valor predeterminado de la fuerza de carga como desviación de la regla a un regulador PID, que está configurado para enviar una magnitud de ajuste para el accionamiento del carretón (40), y
- 25
- **porque** el regulador PID está configurado para llevar a cabo de dos a cien pasos de iteración por segundo.

2.- Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** está prevista una unidad de introducción de datos para introducir un valor nominal para la fuerza de carga

30 3.- Dispositivo según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** está previsto un sensor (60), con el cual puede determinarse una fuerza de retracción y/o una fuerza de apriete, con las que puede retraerse el ramal de perforación (30) desde la solera de la perforación de sondeo o apretarse contra la solera de la perforación de sondeo.

4.- Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el mecanismo de control (80) está diseñado para, basándose en la fuerza de retracción establecida por el sensor, determinar el peso propio del ramal de perforación (30).

5.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el accionamiento del carretón (40) está configurado para presionar activamente el ramal de perforación (30) hacia la solera de la perforación de sondeo.

6.- Procedimiento para producir un taladro en el suelo con un dispositivo (10), según una de las reivindicaciones 1 a 5, con un aparato portador (12) y

- un mástil (20) apoyado en el aparato portador (12), a lo largo del cual es guiado un carretón (22) de forma que puede desplazarse longitudinalmente, en el que está dispuesto un accionamiento de perforación (24), el cual acciona de forma giratoria un ramal de perforación (30), en donde el carretón (22) se traslada a lo largo del mástil (20) con un accionamiento del carretón (40), en donde el accionamiento del carretón (40) presenta un accionamiento de cable con un torno de cable (46) y un cable elevador (48), y
- 40
- un sensor (60), el cual determina una fuerza de retracción aplicada al carretón (22),
- 45
- en donde el accionamiento del carretón (40) se controla mediante un mecanismo de control (80), en donde el mecanismo de control (80) emite una señal de control al accionamiento del carretón (40), mediante la cual la fuerza de carga del ramal de perforación (30) sobre la solera de la perforación de sondeo se ajusta a un valor predeterminado,

50 **caracterizado**

- **porque** como sensor (60) se usa una cápsula dinamométrica y se dispone en un extremo de cable muerto del cable elevador (48) en el mástil (20),
- **porque** el mecanismo de control (80) establece, basándose en una fuerza de retracción y/o una fuerza de apriete

establecidas mediante el sensor (60) durante el proceso de perforación y en un peso propio del ramal de perforación (30) archivado en un dispositivo de memoria (70), un valor real de la fuerza de carga del ramal de perforación (30),

- 5 - **porque** el mecanismo de control (80) alimenta, durante el proceso de perforación, una diferencia entre el valor real de la fuerza de carga y el valor predeterminado de la fuerza de carga como desviación de la regla a un regulador PID, el cual envía una magnitud de ajuste para el accionamiento del carretón (40) y lleva a cabo de dos a cien pasos de iteración por segundo.

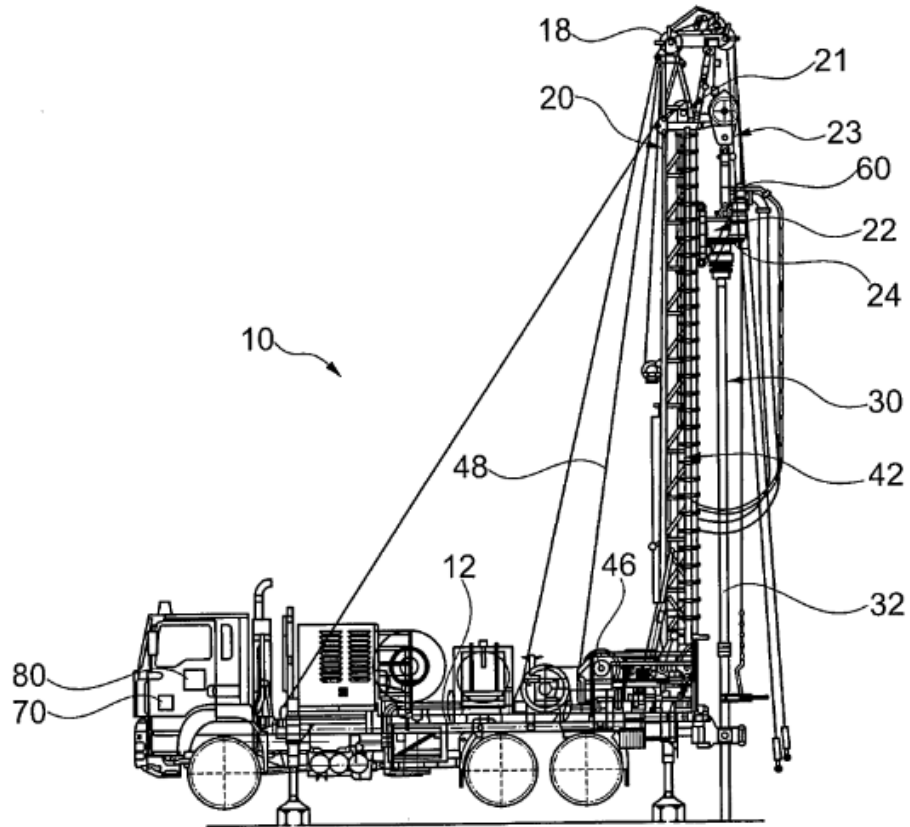
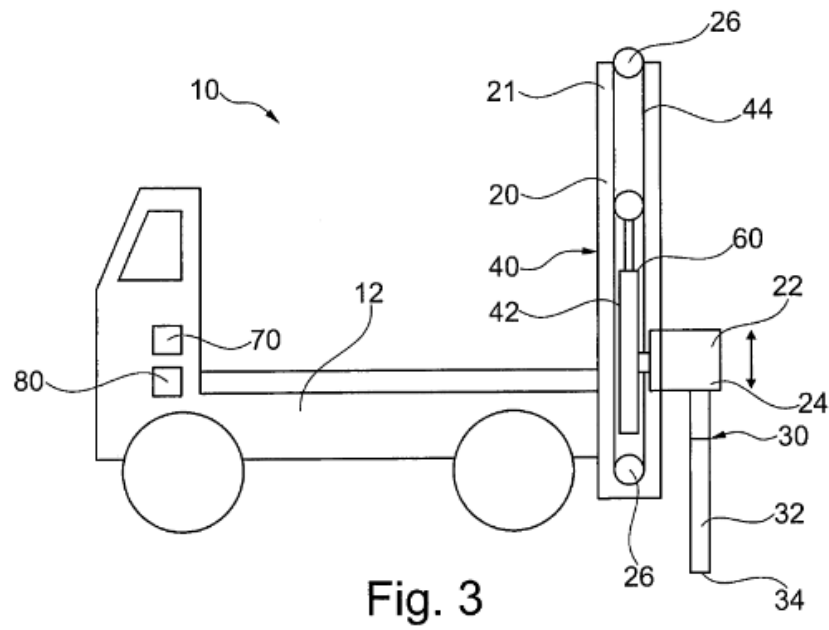
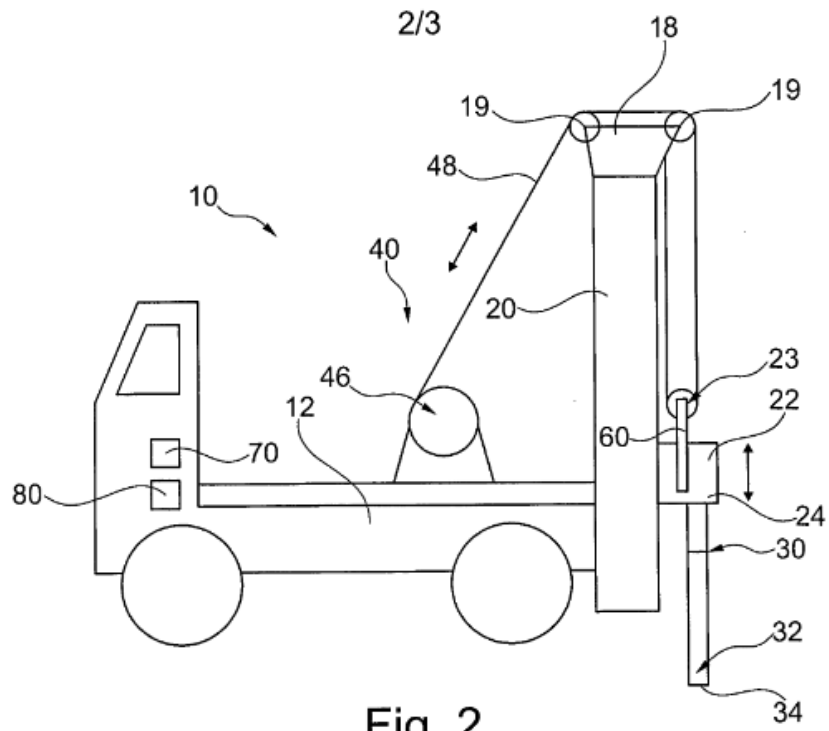
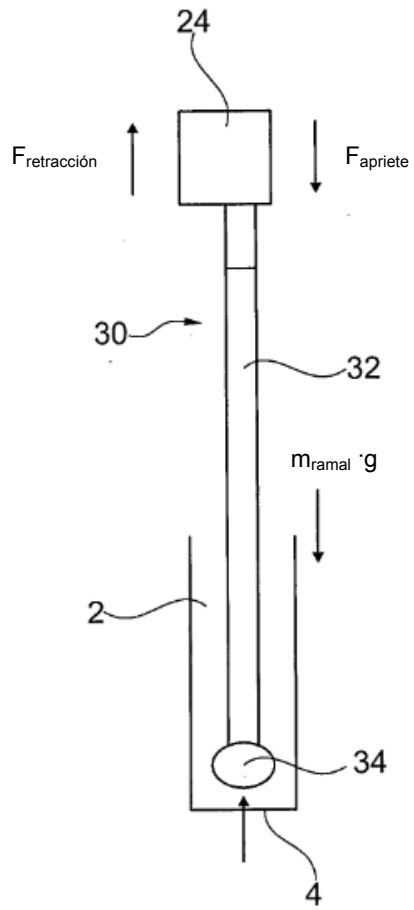


Fig. 1







$$F_{\text{carga}} = m_{\text{ramal}} \cdot g + F_{\text{apriete}} - F_{\text{retracción}}$$

Fig. 4