

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 580**

51 Int. Cl.:

**E02D 3/054** (2006.01)

**E02D 3/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.06.2014 PCT/EP2014/061520**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2015 WO15185121**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2014 E 14728918 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 3152366**

54 Título: **Disposición de tubos de vibrador de profundidad**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.06.2018**

73 Titular/es:  
**KELLER HOLDING GMBH (100.0%)**  
**Kaiserleistrasse 8**  
**63067 Offenbach/Main, DE**

72 Inventor/es:  
**WOLBER, MARC**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 673 580 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**

Disposición de tubos de vibrador de profundidad

- 5 La invención se refiere a una disposición de tubos de vibrador de profundidad para un vibrador de profundidad para la formación de columnas de vibración, a un dispositivo con una disposición de tubos de vibrador de profundidad de este tipo así como a un procedimiento de vibración de profundidad para la formación de columnas de vibración. En general, los vibradores de profundidad del mismo tipo, tal como se conocen en principio por ejemplo por el documento DE 197 07 687 A1, se utilizan en tres procedimientos para la mejora del terreno, que se distinguen entre
- 10 sí con respecto al funcionamiento y la transferencia de carga. Con el procedimiento de vibrocompactación se compactan suelos de grano grueso en sí mismos. En el caso del procedimiento de vibrosustitución se introducen columnas de grava o de gravilla que transfieren cargas en suelos no compactables, de grano mixto y fino. Con el tercer procedimiento se obtienen elementos de cimentación en forma de pilote mediante los cuales pueden transferirse cargas relativamente elevadas, cuando no está garantizada una unión duradera de soporte de carga con las columnas de vibrosustitución. Los diferentes procedimientos de vibración de profundidad se describen también en el folleto "Los procedimientos de vibración de profundidad" (folleto 10-02D) del solicitante. En el caso de la compactación por vibrosustitución, por regla general se utilizan vibradores de alimentación inferior, en los que el material de adición de grano grueso sale por la punta del vibrador con la ayuda de aire comprimido. Debido al equipamiento especial necesario se han desarrollado orugas portantes con guiado de columna de martinete, que
- 15 permiten una presión adicional durante la penetración y la compactación. En el procedimiento de vibrosustitución se trabaja en etapas alternas. La grava o gravilla que sale con la elevación del vibrador se compacta con la presión y se desplaza lateralmente hacia el suelo. De este modo se forman columnas de vibrosustitución, que junto con el suelo transfieren cargas.
- 25 Por el documento DE 101 45 288 A1 se conoce un procedimiento para la formación de columnas de vibrosustitución para mejorar las propiedades del suelo del terreno por medio de un vibrador de alimentación inferior. Para ello, el vibrador de alimentación inferior se introduce por vibración hasta el punto más profundo. A continuación se retira el vibrador de alimentación inferior de una abertura inferior produciéndose una salida de material de columna como gravilla. Para compactar el material de columna se realizan a intervalos movimientos de inyección. El vibrador de alimentación inferior tiene un tubo de alimentación inferior de desplazamiento lateral con una abertura inferior. En el extremo superior, el vibrador de alimentación inferior se une con un tubo de perforación mediante un acoplamiento elástico, a través del que se alimenta el material de adición.
- 30 Por el documento DE 101 15 107 A1 se conoce un vibrador de profundidad con un tubo de vibrador y una excéntrica dispuesta de manera giratoria en el tubo de vibrador. El tubo de vibrador está acoplado a un tubo de prolongación mediante un acoplamiento. El motor para el accionamiento de la excéntrica está dispuesto por encima del tubo de prolongación.
- 35 Por el documento DE 197 07 687 C1 se conoce un dispositivo para la formación de columnas de vibrosustitución en el suelo. El dispositivo comprende un soporte de aparato con una columna de martinete, un carro que puede desplazarse por la columna de martinete y un vibrador de profundidad con cabezal de avance y tubo de transporte de material. En el extremo superior del carro está prevista una estructura en voladizo con un torno de cable para un depósito, con el que puede alimentarse material a una compuerta de carga. En la posición final superior la estructura en voladizo sobresale de la columna de martinete hacia arriba. Así, con una longitud predeterminada de la columna de martinete pueden obtenerse columnas relativamente largas.
- 40 Con los dispositivos de vibración o procedimientos de vibración conocidos sólo pueden alcanzarse profundidades de penetración menores que la altura de la máquina o que el espacio libre de la superficie.
- 45 Por tanto, la presente invención se basa en el objetivo de proponer una disposición de tubos de vibrador de profundidad para un vibrador de profundidad para la formación de columnas de vibración, que permita alcanzar profundidades de penetración que sean mayores que la altura de máquina o que el espacio libre disponible en la superficie. El objetivo consiste además en proponer un dispositivo correspondiente con una disposición de tubos de vibrador de profundidad de este tipo así como un procedimiento de vibración de profundidad adecuado para la
- 50 formación de columnas de vibración.
- 55 Una solución consiste en una disposición de tubos de vibrador de profundidad para la unión de un vibrador de profundidad con un aparato, que comprende: un primer cuerpo de tubo, que puede unirse con el aparato; un segundo cuerpo de tubo, que puede unirse con el vibrador de profundidad; pudiendo realizar el primer cuerpo de tubo y el segundo cuerpo de tubo un movimiento telescópico uno respecto a otro. Una ventaja de la disposición de tubos de vibrador de profundidad telescópica consiste en que de este modo pueden formarse columnas, cuya profundidad es mayor que el espacio disponible por encima del suelo o que la altura del aparato de vibración de profundidad. Del mismo modo es posible utilizar aparatos de vibración de profundidad más pequeños, con la misma profundidad de penetración. Otra ventaja de la disposición de tubos de longitud variable consiste en que puede
- 60 reducirse la longitud de transporte de los aparatos de vibración de profundidad.
- 65

Con disposición de tubos de vibrador de profundidad se hace referencia a que la disposición de tubos es adecuada y está configurada para su uso en un dispositivo de vibración de profundidad. En el estado montado la disposición de tubos une un vibrador de profundidad dispuesto en el extremo inferior con un mástil del dispositivo. En este sentido la disposición de tubos también puede denominarse tubo de prolongación telescópico. El primer cuerpo de tubo  
 5 puede unirse con el aparato, estando incluida la interposición de elementos adicionales como un carro o cuerpos de tubo o adaptador adicionales. En este sentido la unión del primer cuerpo de tubo con el aparato también puede denominarse al menos indirecta. El segundo cuerpo de tubo puede unirse con el vibrador de profundidad al menos de manera indirecta, estando incluida la interposición de elementos adicionales como un acoplamiento o un cuerpo de adaptador. El primer cuerpo de tubo y el segundo cuerpo de tubo presentan para la unión con un respectivo  
 10 componente de conexión medios de unión correspondientes, que por ejemplo pueden estar configurados en forma de uniones de bridas o tornillos o cavidades para alojar pernos de tensión.

Por la posibilidad de realizar un movimiento telescópico es posible variar la longitud total de la disposición de tubos. Para ello están previstos varios cuerpos de tubo que están unidos entre sí con posibilidad de desplazamiento longitudinal. A este respecto, uno de los cuerpos de tubo está configurado como tubo interno con un diámetro menor, mientras que el otro cuerpo de tubo está configurado como tubo externo con un diámetro mayor, en el que puede introducirse el tubo interno. Preferiblemente el tubo interno está asociado al mástil (primer cuerpo de tubo) y el tubo externo está asociado al vibrador de profundidad (segundo cuerpo de tubo). De este modo el cuerpo de tubo con un diámetro mayor está previsto en el extremo inferior, de modo que en el cuerpo de tubo siguiente con un diámetro menor al insertarse en el suelo se producen fuerzas de fricción reducidas con respecto al suelo existente. Sin embargo, en principio también sería concebible una realización inversa, es decir, tubo externo arriba y tubo interno abajo.

En la posición insertada la disposición de tubos tiene una primera longitud, en la posición separada la disposición de tubos tiene una segunda longitud mayor. Se entiende que en principio también pueden utilizarse más de dos cuerpos de tubo, que pueden realizar un movimiento telescópico uno respecto a otro.

Según una configuración preferida la disposición de tubos de vibración de profundidad comprende medios de bloqueo, con los que es posible unir el primer cuerpo de tubo y el segundo cuerpo de tubo al menos en una posición retraída y en una posición desplegada entre sí de manera separable. Se entiende que también es posible una configuración en la que los dos cuerpos de tubo pueden fijarse uno respecto a otro en una o varias posiciones intermedias entre la posición retraída y la desplegada. De este modo, dado el caso puede conseguirse una gran flexibilidad con respecto a la profundidad de las columnas que van a formarse. En particular está previsto que los medios de bloqueo puedan pasarse a una posición de bloqueo, en la que los cuerpos de tubo están unidos firmemente entre sí, y a una posición de separación, en la que los cuerpos de tubo pueden desplazarse axialmente uno respecto a otro. El accionamiento de los medios de bloqueo puede producirse manualmente o de manera automatizada por medio de un control.

Preferiblemente los medios de bloqueo comprenden varias unidades de bloqueo, que están dispuestas distribuidas por la circunferencia. Resulta particularmente favorable el uso de tres unidades de bloqueo distribuidas por la circunferencia. De este modo se consigue una unión particularmente segura y una resistencia particularmente buena frente a los momentos de vuelco que actúan dado el caso entre los dos cuerpos de tubo. Sin embargo, en principio también pueden utilizarse una, dos, cuatro o más de cuatro unidades de bloqueo. Las unidades de bloqueo pueden estar dispuestas según una primera posibilidad en un plano. Según una segunda posibilidad las unidades de bloqueo también pueden estar dispuestas en dos o más planos distanciados axialmente entre sí, con lo que se consigue una resistencia particularmente buena frente a los momentos de vuelco. Esta última posibilidad es particularmente adecuada para un accionamiento automatizado de las unidades de bloqueo, porque varias o todas las unidades de bloqueo pueden accionarse al mismo tiempo.

Según una configuración preferida las unidades de bloqueo presentan en cada caso un elemento de bloqueo y un alojamiento, en el que puede encajar el elemento de bloqueo. El alojamiento, que por ejemplo puede estar configurado como rebaje o como cuerpo cóncavo, también se denomina elemento de alojamiento. Está previsto que el elemento de bloqueo esté asociado a uno de los dos cuerpos de tubo y el alojamiento al otro de los dos cuerpos de tubo, pudiendo acoplarse el elemento de bloqueo mediante desplazamiento radial con el alojamiento correspondiente. Un elemento de bloqueo y un alojamiento correspondiente están configurados preferiblemente con simetría de espejo entre sí, de tal modo que el elemento de bloqueo en el estado tensado encaja con arrastre de forma y sin holgura en el alojamiento correspondiente. En particular el elemento de bloqueo puede estar configurado como cuerpo con simetría de rotación con un segmento de extremo cónico y el alojamiento como cuerpo cóncavo con pared interna cónica.

Según una primera posibilidad los elementos de bloqueo están asociados al tubo externo o apoyados en el mismo, mientras que los alojamientos están asociados al tubo interno. Esta configuración es particularmente adecuada para un accionamiento manual de las unidades de bloqueo, que puede realizarse desde fuera. Según una segunda posibilidad los elementos de bloqueo están asociados al tubo interno o apoyados en el mismo, mientras que los alojamientos están asociados al tubo externo. Esta configuración es particularmente adecuada para un accionamiento automatizado, que puede realizarse desde dentro a través de cables de control.

Para la primera posibilidad en particular puede estar previsto que los elementos de bloqueo estén apoyados o sujetos al cuerpo de tubo correspondiente por medio de pernos de tensión. Enroscando los pernos de tensión el elemento de bloqueo se mueve radialmente hacia dentro, y en el estado completamente tensado encaja sin holgura en el respectivo alojamiento del otro cuerpo de tubo. De este modo el primer cuerpo de tubo y el segundo cuerpo de tubo están unidos firmemente entre sí.

Para la segunda posibilidad en particular puede estar previsto que los elementos de bloqueo estén apoyados en el cuerpo de tubo correspondiente por medio de un émbolo y puedan moverse radialmente mediante la aplicación de presión hidráulica en el émbolo, encajando los elementos de bloqueo en el estado tensado en los respectivos alojamientos del otro cuerpo de tubo, de modo que el primer cuerpo de tubo y el segundo cuerpo de tubo están unidos firmemente entre sí. Mediante el accionamiento hidráulico es posible accionar al mismo tiempo varios o todos los elementos de bloqueo. Los émbolos se sitúan en cada caso en un cilindro de uno de los cuerpos de tubo con posibilidad de desplazamiento radial y están unidos firmemente con el elemento de bloqueo, por ejemplo mediante una unión roscada. Mediante la aplicación de presión hidráulica se produce una sollicitación del émbolo y del elemento de bloqueo unido con el mismo radialmente hacia el otro cuerpo de tubo, y encaja en el alojamiento aquí formado.

Según una configuración preferida entre el primer cuerpo de tubo y el segundo cuerpo de tubo está prevista al menos una junta anular, que obtura el intersticio anular entre el primer cuerpo de tubo y el segundo cuerpo de tubo. En particular puede estar prevista una junta anular en el extremo superior del segundo cuerpo de tubo y una junta anular en el extremo inferior del primer cuerpo de tubo. La al menos una junta anular evita una entrada no deseada de suciedad en el intersticio anular y permite un aumento de presión dentro de la disposición de tubos, para por ejemplo suministrar aire comprimido o agua al vibrador de profundidad.

El tubo de prolongación telescópico puede adaptarse desde el punto de vista constructivo al respectivo procedimiento o al respectivo dispositivo. Así, según una primera forma de realización, la disposición de tubos puede estar configurada para la realización de un procedimiento de vibrosustitución. En este caso los dos cuerpos de tubo presentan en cada caso un tubo de material, a través del que puede fluir material para la compactación del suelo, así como un tubo de cable, que está dispuesto lateralmente adyacente al tubo de material y a través del que puede pasarse un cable eléctrico para el vibrador de alimentación inferior. Preferiblemente en esta realización en una pared interna del tubo de material en la zona de las unidades de bloqueo está prevista al menos una armadura, que protege la unidad de bloqueo frente al material que fluye. La armadura puede estar configurada como anillo, que está fijado en el cuerpo de tubo por encima de las unidades de bloqueo, por ejemplo por medio de soldadura. Según una segunda forma de realización, la disposición de tubos puede estar configurada para la realización de un procedimiento de vibrocompactación, en el que no está previsto un aporte de material. En este caso los cuerpos de tubo presentan en cada caso un canal interno, a través del que puede pasarse un cable eléctrico para el vibrocompactador. A través del canal interno puede transportarse dado el caso agua de lavado hacia el vibrador de profundidad. Según otra forma de realización el tubo de prolongación telescópico también puede estar configurado para la realización de un procedimiento para la obtención de elementos de cimentación en forma de pilote. En este caso la disposición de tubos, que está configurada al menos de manera similar o idéntica a la del procedimiento de vibrosustitución, comprende un tubo de material, a través del que se alimenta como material de adición una suspensión endurecible. Los elementos de cimentación en forma de pilote así obtenidos también se denominan columnas de sustitución con hormigón o columnas de sustitución con mortero preparado.

La consecución del objetivo mencionado anteriormente consiste además en un dispositivo para la vibración de profundidad que comprende: un aparato con un mástil; una disposición de tubos de vibrador de profundidad, que está sujeta al mástil con regulación en altura y que tiene una o varias de las configuraciones mencionadas anteriormente; un vibrador de profundidad, que está fijado a un extremo inferior de la disposición de tubos de vibrador de profundidad; y un dispositivo tensor de cable, que está configurado de tal modo que el cable eléctrico para el vibrador de profundidad al realizar el primer cuerpo de tubo un movimiento telescópico con respecto al segundo cuerpo de tubo se arrastra de manera tensa.

El dispositivo según la invención ofrece las mismas ventajas ya mencionadas en relación con la disposición de tubos de vibrador de profundidad. En particular con un mismo tamaño del dispositivo de vibración de profundidad pueden formarse columnas con mayor profundidad, o con la misma profundidad de penetración puede utilizarse un dispositivo de vibración de profundidad más pequeño. Además, el dispositivo tiene una longitud de transporte particularmente reducida. El dispositivo puede estar configurado para la realización del procedimiento de vibrocompactación, del procedimiento de vibrosustitución y/o para la obtención de elementos de cimentación en forma de pilote.

Según una configuración preferida el dispositivo tensor de cable presenta varias poleas de inversión, sobre las que se guía el cable eléctrico, así como un peso, que actúa sobre al menos una de las poleas de inversión, para tensar el cable. Mediante el dispositivo tensor de cable se garantiza que el cable eléctrico para el vibrador de profundidad al realizar el movimiento telescópico de la disposición de tubos permanezca intacto.

El dispositivo puede presentar un carro, que está sujeto al mástil con regulación en altura, estando previsto en particular que la disposición de tubos de vibrador de profundidad y el dispositivo tensor de cable estén fijados al carro y se muevan junto con el mismo. Alternativamente el vibrador de profundidad con disposición de tubos también puede utilizarse suspendido de una grúa o excavadora.

5 La consecución del objetivo mencionado anteriormente consiste además en un procedimiento de vibración de profundidad para la formación de columnas en el suelo con un dispositivo, que puede tener una o varias de las configuraciones mencionadas, que comprende las etapas de: introducir el vibrador de profundidad en el suelo con la disposición de tubos retraída hasta una primera profundidad; soltar los medios de bloqueo que actúan entre el primer cuerpo de tubo y el segundo cuerpo de tubo; desplegar la disposición de tubos de la posición retraída a una  
10 desplegada, arrastrándose el cable eléctrico por medio del dispositivo tensor de cable; cerrar los medios de bloqueo, de modo que el primer cuerpo de tubo y el segundo cuerpo de tubo en la posición desplegada estén unidos entre sí axialmente y de manera firme; introducir el vibrador de profundidad en el suelo con la disposición de tubos desplegada hasta una segunda profundidad, que es mayor que la primera profundidad; formar un primer segmento de columna en el suelo mediante tracción del vibrador de profundidad con la disposición de tubos desplegada; soltar  
15 los medios de bloqueo que actúan entre el primer cuerpo de tubo y el segundo cuerpo de tubo en la posición desplegada; retraer la disposición de tubos de la posición desplegada a una retraída, arrastrándose el cable eléctrico por medio del dispositivo tensor de cable; cerrar los medios de bloqueo, de modo que el primer cuerpo de tubo y el segundo cuerpo de tubo en la posición retraída estén unidos entre sí axialmente y de manera firme; formar un  
20 segundo segmento de columna por encima del primer segmento de columna mediante tracción del vibrador de profundidad con la disposición de tubos retraída.

Con el procedimiento según la invención se alcanzan las mismas ventajas que con el dispositivo o la disposición de tubos. Se entiende que todas las características del procedimiento son válidas para el dispositivo o la disposición de  
25 tubos mencionados anteriormente y, a la inversa, que todas las características del dispositivo son válidas para el procedimiento.

A continuación se explicarán las formas de realización preferidas mediante las figuras del dibujo. Aquí muestra:

30 la figura 1, una disposición de tubos de vibrador de profundidad según la invención en una primera forma de realización

A) en una primera vista lateral;

35 B) en sección longitudinal según la línea de sección 1B-1B de la figura 1 A;

C) en una segunda vista lateral;

D) en una vista en planta;

40 E) en una vista desde abajo;

F) la disposición de bloqueo según la figura 1B en detalle;

45 la figura 2, un dispositivo de vibración de profundidad según la invención con una disposición de tubos de vibrador de profundidad según la invención

A) en una vista lateral;

50 B) en una vista en perspectiva desde delante en oblicuo con la disposición de tubos de vibrador de profundidad desplegada;

C) en una vista en perspectiva desde delante en oblicuo con la disposición de tubos de vibrador de profundidad retraída;

55 D) la disposición de bloqueo según la figura 2C en detalle;

la figura 3, el dispositivo tensor de cable del dispositivo de vibración de profundidad según la invención según la  
60 figura 2 en detalle

A) en una primera vista lateral;

B) en una segunda vista lateral;

65 C) el dispositivo de apriete según la línea de sección 3D-3D de la figura 3A como detalle;

D) un apoyo de poleas de inversión según la línea de sección 3C-3C de la figura 3A como detalle;

la figura 4, un procedimiento de vibración de profundidad según la invención para la formación de una columna de vibrosustitución por medio de un dispositivo según las figuras 2 y 3

- 5
- A) en el estado inicial;
- B) con el vibrador de profundidad introducido con la disposición de tubos retraída en el suelo hasta una primera profundidad;
- 10
- C) en el estado desplegado de la disposición de tubos;
- D) con el vibrador de profundidad introducido con la disposición de tubos desplegada en el suelo hasta una segunda profundidad;
- 15
- E) tras formar un primer segmento de columna mediante tracción del vibrador de profundidad con la disposición de tubos desplegada;
- F) en el estado de nuevo retraído de la disposición de tubos;
- 20
- G) tras formar una columna completa mediante tracción del vibrador de profundidad con la disposición de tubos retraída (en el estado final);

la figura 5, una disposición de tubos de vibrador de profundidad según la invención en una segunda forma de realización;

- 25
- A) en sección longitudinal;
- B) el dispositivo de accionamiento de la disposición de tubos según la figura 5A en una vista en perspectiva, en parte cortada, en la posición retraída;
- 30
- C) el dispositivo de accionamiento de la disposición de tubos según la figura 5A en una vista en perspectiva, en parte cortada, en la posición desplegada;

la figura 6, un dispositivo de vibración de profundidad según la invención con una disposición de tubos de vibrador de profundidad según la figura 5

- 35
- A) en una vista lateral;
- B) en una vista en perspectiva desde delante en oblicuo con el vibrador de profundidad introducido en el suelo con la disposición de tubos retraída;
- 40
- C) en una vista en perspectiva desde delante en oblicuo con el vibrador de profundidad introducido en el suelo con la disposición de tubos desplegada;
- 45

la figura 7, un procedimiento de vibración de profundidad según la invención para la formación de una columna de vibrosustitución por medio de un dispositivo según la figura 6

- 50
- A) en el estado inicial;
- B) con el vibrador de profundidad introducido con la disposición de tubos retraída en el suelo hasta una primera profundidad;
- 55
- C) en el estado desplegado de la disposición de tubos;
- D) con el vibrador de profundidad introducido con la disposición de tubos desplegada en el suelo hasta una segunda profundidad;
- 60
- E) tras formar un primer segmento de columna mediante tracción del vibrador de profundidad con la disposición de tubos desplegada;
- F) en el estado de nuevo retraído de la disposición de tubos;
- 65
- G) tras formar una columna completa mediante tracción del vibrador de profundidad con la disposición de tubos retraída (en el estado final).

A continuación se describirán las figuras 1A a 1F en conjunto. Se muestra una disposición de tubos de vibrador de profundidad 2 según la invención para un dispositivo de vibrosustitución o sustitución de acabado.

5 Con un dispositivo de vibrosustitución pueden formarse columnas para la mejora del terreno o columnas de drenaje en el suelo. En el procedimiento de vibrosustitución se introducen columnas de grava o de gravilla que transfieren cargas en particular en suelos no compactables, de grano mixto y fino. Para ello se introduce en el suelo un vibrador de profundidad (no representado en este caso) que va a unirse con la disposición de tubos 2. La disposición de tubos 2 o el vibrador de profundidad unido con la misma se guía por un aparato adecuado, como una excavadora, una grúa o una oruga portante. El vibrador de profundidad presenta una masa no equilibrada accionada electrónicamente, que hace que el vibrador realice una oscilación horizontal. El vibrador de profundidad puede estar configurado en forma de vibrador de alimentación inferior, en el que el material adicional, que fluye a través de la disposición de tubos, sale por la punta del vibrador.

15 Con un dispositivo de sustitución de acabado, mediante la introducción de una suspensión endurecible, como hormigón, se forman en el suelo elementos de cimentación en forma de pilote, mediante los cuales pueden transferirse cargas relativamente elevadas. Los elementos de cimentación se producen de la misma manera que en el procedimiento de vibrosustitución. Los procedimientos mencionados también pueden combinarse entre sí.

20 La disposición de tubos de vibrador de profundidad 2 comprende un primer cuerpo de tubo 3, que se unirá al menos de manera indirecta con el aparato (no representado en este caso), y un segundo cuerpo de tubo 4, que se unirá al menos de manera indirecta con el vibrador de profundidad (no representado en este caso). Para la unión con el aparato la disposición de tubos de vibrador de profundidad 2 tiene en el primer extremo 5, que en el estado de montaje corresponde al extremo superior, primeros medios de unión 6, que están configurados en forma de uniones roscadas, sin limitarse a esto. En el extremo inferior 7 de la disposición de tubos 2 están previstos segundos medios de unión 68, con los que la disposición de tubos puede unirse con el vibrador de profundidad o un acoplamiento elástico interpuesto (no representado).

30 La disposición de tubos está configurada de tal modo que el primer cuerpo de tubo 3 y el segundo cuerpo de tubo 4 pueden realizar un movimiento telescópico uno respecto a otro y en al menos dos posiciones pueden unirse firmemente entre sí para la transmisión de fuerzas. Las figuras 1A a 1C muestran la disposición de tubos 2 en la posición retraída, en la que la disposición de tubos 2 presenta una primera longitud corta L1. Como acaba de mencionarse, la presente disposición de tubos está configurada para su uso en relación con un vibrador de alimentación inferior. Para ello los dos cuerpos de tubo 3, 4 tienen en cada caso un tubo de material 8, 9, a través del que puede fluir el material desde el aparato hasta el vibrador de alimentación inferior, así como un tubo de cable 10, 11, que está dispuesto lateralmente adyacente al respectivo tubo de material 8, 9 y a través del que puede pasarse un cable eléctrico para el control del y el suministro de corriente al vibrador de alimentación inferior.

40 Puede reconocerse que el primer cuerpo de tubo 3 dirigido hacia el aparato está introducido en el segundo cuerpo de tubo 4 dirigido hacia el vibrador de profundidad. En este sentido el primer cuerpo de tubo 3 también puede denominarse tubo interno y el segundo cuerpo de tubo 4 como tubo externo. Para permitir el movimiento telescópico, el tubo de material 8 y el tubo de cable 10 del primer cuerpo de tubo 3 tienen en cada caso diámetros externos menores que los diámetros internos correspondientes del tubo de material 9 y del tubo de cable 11 del segundo cuerpo de tubo 4.

45 Entre el primer cuerpo de tubo 3 y el segundo cuerpo de tubo 4 están previstos medios de bloqueo separables 12. Los medios de bloqueo 12 pueden pasarse a una posición de separación, en la que los dos cuerpos de tubo 3, 4 pueden desplazarse longitudinalmente uno respecto a otro, y a una posición de cierre o bloqueo, en la que los dos cuerpos de tubo 3, 4 están unidos firmemente entre sí. En concreto, los medios de bloqueo 12 están configurados de tal modo que el primer cuerpo de tubo 3 y el segundo cuerpo de tubo 4 pueden unirse firmemente entre sí al menos en una primera posición retraída con una longitud corta L1 y en una segunda posición desplegada con una longitud más grande L2.

55 Los medios de bloqueo 12 comprenden varias unidades de bloqueo 13, que están dispuestas distribuidas por la circunferencia. En la presente forma de realización están previstas tres unidades de bloqueo distribuidas por la circunferencia 13 en un plano de bloqueo, siendo concebible también otra cantidad y otra disposición en varios planos. Cada unidad de bloqueo 13 presenta un elemento de bloqueo 14, que puede unirse firmemente con el segundo cuerpo de tubo 4, y un elemento de alojamiento con simetría de espejo 15, que está unido firmemente con el primer cuerpo de tubo 3. Las figuras 1B o 1F muestran los medios de bloqueo 12 en posición de cierre, concretamente en el estado insertado de la disposición de tubos 2. Con simetría de espejo se hace referencia a que los elementos de bloqueo 14 en el estado tensado encajan con arrastre de forma y sin holgura en el alojamiento correspondiente 15, de modo que los dos cuerpos de tubo 3, 4 en esta zona de unión están unidos firmemente entre sí.

65 Los elementos de bloqueo 14 están configurados en forma de perno y tienen en cada caso un segmento de brida 16, que está apoyado radialmente sobre una superficie de apoyo del segundo cuerpo de tubo 4, y un segmento de extremo cónico 17, que a través de aberturas pasantes radiales 24 en la pared de tubo del tubo externo 4 puede

encajar en el alojamiento correspondiente 15 del tubo interno 3. Los elementos de alojamiento 15 están configurados de manera cóncava y tienen un segmento de brida 18, que está apoyado radialmente con respecto al tubo interno 3 y un segmento cóncavo de cono interno 19, en el que puede encajar el segmento de cono 17 del elemento de bloqueo 14. Los elementos de alojamiento 15 están unidos firmemente con el tubo interno 3. Para ello el tubo interno 3 tiene un segmento anular soldado 20 con aberturas distribuidas por la circunferencia 21, en las que en cada caso se inserta y fija un elemento de alojamiento correspondiente 15. El segmento anular soldado 20 tiene un grosor de pared mayor que los segmentos de tubo que siguen axialmente al mismo.

Para soltar o tensar los elementos de bloqueo 14 están previstos varios pernos de tensión 22, que se enroscan en una rosca interna en el tubo externo 4 y pueden apoyarse con una cabeza de perno en el elemento de bloqueo 14. Con pernos de separación 23, que en cada caso están enroscados en una rosca interna del elemento de bloqueo 14 y que se apoyan con su extremo sobre una superficie de apoyo del tubo externo 4, es posible soltar de nuevo los elementos de bloqueo 14 en caso necesario y retirarlos de los alojamientos 15. La cantidad de pernos de tensión 22 es mayor que la cantidad de pernos de separación 23.

En particular en la figura 1B puede reconocerse que el tubo interno 3 presenta dos grupos de alojamientos 15, 15', concretamente un primer grupo de alojamientos 15 en un primer segmento de extremo (superior) del tubo interno 3 y un segundo grupo de alojamientos 15' en un segundo segmento de extremo (inferior) del tubo interno 3. En el estado retraído de la disposición de tubos 2 los cuerpos de bloqueo 14 pueden acoplarse con los primeros alojamientos 15. En este estado la disposición de tubos 2 tiene una primera longitud corta L1, como se muestra en las figuras 1A a 1C. Después de soltar los cuerpos de bloqueo 14 de los alojamientos 15 del primer grupo es posible extraer el primer cuerpo de tubo 3 del segundo cuerpo de tubo 4, hasta que el plano de unión del tubo externo 4 esté dispuesto con un solapamiento axial con el segundo grupo de alojamientos 15'. En esta posición los cuerpos de bloqueo 14 pueden insertarse en los alojamientos 15' del segundo grupo y tensarse, estando definida una segunda longitud mayor L2 de la disposición de tubos. Pueden estar previstos topes, que delimitan axialmente un movimiento de retracción o movimiento de despliegue relativo de los dos cuerpos de tubo 3, 4. A este respecto, los topes se configurarán de tal modo que el plano de unión del tubo externo 4 al alcanzar el tope de retracción se situará en el primer plano de unión del tubo interno 3 y al alcanzar el tope de despliegue en el segundo plano de unión del tubo interno 3. Con un solapamiento de los planos de unión las aberturas 24 para los cuerpos de bloqueo 14 están alineadas con los respectivos alojamientos 15, 15'.

Para una protección frente al desgaste por encima o en la zona de los planos de unión primero y segundo del tubo interno 3 están previstas unas armaduras 25, 25', que protegen los elementos de alojamiento 15, 15' del material que fluye a través del tubo de material 8. Las armaduras 25, 25' están configuradas en cada caso en forma de anillos unidos con el tubo interno por ejemplo por medio de soldadura, que están dispuestos axialmente por encima del respectivo segmento anular 20 o los elementos de alojamiento 15, 15' unidos con el mismo y los cubren radialmente hacia dentro. De este modo los elementos de alojamiento 15, 15' se protegen del material a introducir.

Entre el tubo de material 8 del primer cuerpo de tubo 3 y el tubo de material 9 del segundo cuerpo de tubo 4 está prevista una primera disposición de obturación 26, que obtura el intersticio anular formado entre los tubos de material 8, 9. La disposición de obturación 26 comprende varias juntas anulares 27 por encima y por debajo del plano de unión. Las juntas anulares 27 están dispuestas en una pared interna del segundo tubo de material 9 y pueden reajustarse mediante un mecanismo tensor. Para ello las juntas anulares 26 se solicitan axialmente, de modo que el intersticio anular entre los tubos de material 8, 9 puede volver a cerrarse en caso de desgaste. La disposición de obturación 26 tiene la función de evitar una entrada no deseada de suciedad en el intersticio anular y de permitir un aumento de presión dentro de la disposición de tubos 2, para por ejemplo suministrar aire comprimido o agua al vibrador de profundidad conectado a la disposición de tubos 2. Entre los tubos de cable 10, 11 también está prevista una disposición de obturación 28, que obtura el intersticio anular aquí formado. La disposición de obturación 28 comprende varias juntas anulares 29, que están dispuestas entre una pared externa del primer tubo de cable 8 y un cuerpo de obturación 30. Las disposiciones de obturación 25, 28 permiten además de la función de obturación un deslizamiento adecuado de los dos cuerpos de tubo 3, 4 uno respecto a otro. Las dos juntas 25, 28 pueden cambiarse fácilmente y pueden reajustarse en función del desgaste.

A continuación se describirán en conjunto las figuras 2A a 2D y 3A a 3D. Se muestra un dispositivo de vibración de profundidad 32 según la invención en una primera forma de realización con una disposición de tubos de vibración de profundidad 2 según la invención según las figuras 1A a 1F. El presente dispositivo de vibración de profundidad 32 está configurado para la realización del procedimiento de vibrosustitución, sin limitarse a esto. El dispositivo también puede utilizarse del mismo modo para la obtención de elementos de cimentación en forma de pilote.

El dispositivo 32 presenta un aparato móvil 33, que en este caso está configurado en forma de aparato de oruga, sin limitarse a esto. En el aparato 33 está colocada una estructura portante 34, que también se denomina mástil de columna de martinete. El mástil de columna de martinete 34 puede pivotar por medio de una unidad de ajuste accionada por fuerza 35 con respecto al aparato 33. En el mástil de columna de martinete 34 están previstos carriles de guiado 36, en los que se guía de manera desplazable un carro 37. En el carro 37 está fijada la verdadera herramienta de vibración de profundidad 38. La herramienta de vibración de profundidad 38 comprende la disposición de tubos 2 y el vibrador de profundidad 39, que está unido con la disposición de tubos 2 mediante un

acoplamiento elástico 40. En el extremo superior del mástil de columna de martinete 34 está previsto un brazo en voladizo 41 con un torno de cable 42, con el que puede desplazarse un depósito 43 a lo largo del mástil de columna de martinete 34. En una posición descendida sobre el suelo el depósito 43 puede llenarse de material, por ejemplo grava, que a continuación, en una posición superior, subida en el mástil de columna de martinete, puede fluir desde el depósito 43 al extremo superior 6 de la disposición de tubos 2. El material fluye a través de la disposición de tubos 2 al vibrador de profundidad 39 unido con la misma, por cuya punta 44 sale hacia el suelo.

Para que el cable eléctrico para el vibrador de profundidad 39 no se dañe, está previsto un dispositivo tensor de cable 45, que se representa en detalle en las figuras 3A a 3D. El dispositivo tensor de cable 45 está configurado de tal modo que el cable eléctrico 46 para el vibrador de profundidad 39 al realizar el movimiento telescópico del primer cuerpo de tubo 3 con respecto al segundo cuerpo de tubo 4 siempre está tenso y se arrastra. El dispositivo tensor de cable 45 está fijado al carro 37 y puede desplazarse junto con el mismo por el mástil 34. Como puede reconocerse en particular en la figura 3A, el dispositivo tensor de cable 45 comprende un brazo portante 47, en el que están montadas de manera giratoria varias primeras poleas de inversión 48 por medio de cojinetes 49, así como un brazo de regulación de altura variable 50 con respecto al brazo portante 47 con segundas poleas de inversión 51. El cable eléctrico 46 está fijado en un extremo del brazo portante 47 en un dispositivo tensor 52, que se representa como detalle en la figura 3D, y se guía sobre las poleas de inversión primera y segunda 48, 51, desde donde el cable 46 desemboca en la abertura superior del primer tubo de cable 10. Al brazo de regulación 50 está fijado un peso 53, cuya masa está determinada de tal modo que contrarresta el peso del cable 46, para mantenerlo tenso. En el brazo de regulación 50 actúa además un cable de seguridad 54, que forma parte de un aparato para asegurar la carga 55, que evita la caída del brazo de regulación 50 en caso de romperse el cable 46.

Mediante el movimiento telescópico de la disposición de tubos 2 es posible formar columnas en el suelo, que tienen una mayor profundidad T2 que la altura H del mástil de columna de martinete 34. A continuación, mediante las figuras 4A a 4G se explica un procedimiento según la invención por medio de un dispositivo según la invención según las figuras 2A a 2D y 3A a 3D.

La figura 4A muestra el dispositivo 32 en la posición inicial con el vibrador de profundidad 39 situado sobre el borde del suelo 56. Como acaba de mencionarse, el vibrador de profundidad 39 está configurado como vibrador de alimentación inferior, con el que puede introducirse material de adición de grano grueso para la obtención de una columna de suelo en el suelo. En una primera etapa el vibrador de profundidad 39 se introduce hasta una primera profundidad T1 en el suelo 57. Este estado se muestra en la figura 4B así como en la figura 2C. La profundidad T1 se alcanza cuando los medios de bloqueo 12 se sitúan algo por encima del borde del suelo 56, de modo que puedan accionarse por un operario. Ahora pueden soltarse los medios de bloqueo 12, lo que se efectúa abriendo los tornillos tensores 22 y extrayendo los elementos de bloqueo 14 de los rebajes 15. A continuación puede extraerse el primer cuerpo de tubo superior 3 subiendo el carro 37 del segundo cuerpo de tubo inferior 4, permaneciendo el segundo cuerpo de tubo 4 y el vibrador de profundidad 39 fijado al mismo por su propio peso en la profundidad dada T1 en el suelo 57. Durante la separación el cable de vibrador 46 se mantiene tenso automáticamente con ayuda del dispositivo tensor de cable 45 y se arrastra. Se alcanza el estado completamente desplegado de la disposición de tubos 2 cuando el segundo grupo inferior de elementos de alojamiento 15' del tubo interno 3 se sitúa en un plano con las aberturas 24 del tubo externo 4. Tras alcanzar esta posición, que se muestra en la figura 4C y también en la figura 2B, se cierran los medios de bloqueo 12, de modo que los dos cuerpos de tubo 3, 4 se fijan uno respecto a otro. Esto se consigue insertando y tensando los elementos de bloqueo 14, que entonces encajan con arrastre de forma en los alojamientos 15' correspondientes, de modo que los dos cuerpos de tubo 3, 4 están unidos firmemente entre sí. Ahora el vibrador de profundidad 39 puede introducirse adicionalmente por vibración en el suelo 57, concretamente hasta alcanzar la profundidad final T2. Este estado se muestra en la figura 4D.

Ahora se inicia la formación de la columna 58 en el suelo 57, saliendo material de adición dado el caso con ayuda de aire comprimido al tirar del vibrador de profundidad 39 por la punta del vibrador 44. El carro 37 se desplaza hasta la posición superior o hasta el fin de la carrera, formándose un primer segmento de columna de la profundidad T2 a la profundidad T1. Tras alcanzar la posición superior los medios de bloqueo 12 vuelven a estar libremente accesibles por encima del borde del suelo 56. Este estado se muestra en la figura 4E. Ahora se vuelven a soltar los medios de bloqueo 12, lo que se produce mediante la apertura de los tornillos tensores y la retirada de los elementos de bloqueo 14. A continuación se inserta de nuevo el carro 37 con el primer cuerpo de tubo 3 fijado al mismo en el segundo cuerpo de tubo 4. Durante la operación telescópica o de retracción el cable de vibrador de profundidad 46 se mantiene tenso con ayuda del dispositivo tensor 52 y se arrastra, correspondiendo la fuerza de tracción necesaria a la fricción de cable producida en los tubos de cable 10, 11 y aplicándose mediante el contrapeso ajustable 53. Cuando se alcanza el estado retraído de la disposición de tubos 2, que se muestra en la figura 4F y las figuras 2C, 2D, los medios de bloqueo 12 de la disposición de tubos 2 pueden volver a cerrarse, lo que se produce mediante la inserción y el tensado de los cuerpos de bloqueo 14. Ahora se forma el segmento de columna superior mediante la tracción e inserción por vibración progresiva del vibrador de profundidad 39 en el estado retraído de la disposición de tubos 2. En la figura 4G se muestra el estado final con la columna acabada 58.

Las figuras 5A a 5C, que se describirán a continuación en conjunto, muestran una disposición de tubos 2 según la invención en una segunda forma de realización. La presente disposición de tubos 2 corresponde en su mayor parte a la disposición de tubos según las figuras 1A a 1F, de modo que con respecto a los puntos en común se hará

referencia a la descripción anterior. A este respecto, los detalles iguales o correspondientes están dotados de los mismos números de referencia que en las figuras 1A a 1F. A continuación se hará referencia en particular a las diferencias.

5 Una primera diferencia consiste en que la disposición de tubos 2 según las figuras 5A a 5C está configurada para su uso para un procedimiento de vibrocompactación. En el procedimiento de vibrocompactación se produce una compactación de suelos de grano grueso mediante vibradores de profundidad con una frecuencia relativamente menor. El vibrador puede utilizarse suspendido de una grúa o excavadora. Bajo la influencia de las oscilaciones del vibrador de profundidad los granos del suelo pasan a estar más compactos, con lo que se produce una disminución del volumen del suelo. En el procedimiento de vibrocompactación no se produce una adición de material al suelo. En este sentido los cuerpos de tubo primero y segundo 3, 4 tienen también en cada caso sólo un canal 10, 11, a través del que pasa el cable de vibrador 46. No está previsto un tubo de material.

15 Otra particularidad de la disposición de tubos 2 consiste en la configuración de los medios de bloqueo 12, que están configurados de manera controlable. Para ello las unidades de bloqueo 13 presentan en cada caso un émbolo de accionamiento hidráulico 59, que se dispone de manera radialmente móvil en un cilindro 60 asociado al tubo interno 3. La unidad émbolo-cilindro 59, 60 está configurada con una función doble, es decir, mediante la aplicación de presión a una primera cámara de cilindro mediante un primer conducto hidráulico 61 el émbolo 59 correspondiente se solicita radialmente hacia fuera, y mediante la aplicación de presión a una segunda cámara de cilindro mediante un segundo conducto hidráulico 62 el émbolo se mueve radialmente hacia dentro. Al émbolo 59 está fijado en cada caso un elemento de bloqueo 14, concretamente por medio de un tornillo, sin limitarse a esto.

25 En la posición desplazada radialmente hacia fuera de los émbolos 59 los elementos de bloqueo 14 unidos con los mismos encajan en los respectivos alojamientos 15, 15' del tubo externo 4. Los alojamientos 15, 15' están formados en este caso en forma de ranuras anulares circunferenciales formadas en la pared interna del tubo externo 4. En la posición sobresaliendo radialmente de los émbolos 59 el tubo interno 3 y el tubo externo 4 están unidos firmemente entre sí. Mediante el movimiento de los émbolos 59 radialmente hacia dentro los elementos de bloqueo 14 liberan los alojamientos 15, de modo que el tubo interno 3 puede moverse con respecto al tubo externo 4. Comparado con la forma de realización anterior, en este caso está previsto un cambio cinemático en el sentido de que los elementos de bloqueo 14 están asociados al tubo interno 3 y los alojamientos 15 al tubo externo 4. Esto tiene ventajas con respecto a la formación y la activación de los conductos hidráulicos, que están asociados al cuerpo de tubo superior 3. Los elementos de bloqueo 14 están previstos en un segmento de tubo inferior 63, que con respecto al segmento de tubo 64 que se conecta al mismo presenta una pared engrosada, para que las unidades de émbolo-cilindro 59, 60 puedan alojarse en la misma. Los dos segmentos de tubo 63, 64 están soldados entre sí. En el segmento de tubo inferior 63 está atornillado un elemento de recubrimiento anular 65 que produce una obturación y que cierra segmentos parciales frontales de los canales hidráulicos.

40 En la posición completamente retraída, que se muestra en las figuras 5A y 5B, el elemento de recubrimiento 65 hace tope con un tope de extremo 66 asociado al tubo externo 4. El tope 66 está formado por una superficie frontal del segmento de extremo 7 del cuerpo de tubo 4, que se inserta en el segmento de tubo axialmente siguiente 67 y está soldado con el mismo. El segmento de tubo 67 tiene zonas con un grosor de pared mayor, en las que están formados los alojamientos radiales 15. El segmento de extremo 7 tiene cavidades distribuidas por la circunferencia como medios de unión 68 para la unión con el vibrador de profundidad 39. Entre el tubo interno 3 y el tubo externo 4 están previstos unos medios de obturación superior e inferior 26, 28.

45 Puede reconocerse que el tubo externo 4 presenta un primer grupo de alojamientos 15 en el extremo inferior y un segundo grupo de alojamientos 15' en el extremo superior, formando los dos grupos de alojamientos 15, 15' la posición retraída o desplegada de la disposición de tubos 2. Los alojamientos 15 del primer grupo están dispuestos distribuidos por la circunferencia en dos planos. A este respecto, por cada plano de bloqueo están previstos tres alojamientos 15 distribuidos por la circunferencia, estando dispuestos los alojamientos 15 de los dos planos de bloqueo desplazados por la circunferencia. Lo mismo ocurre con los alojamientos 15' del segundo grupo, que representan el estado desplegado de la disposición de tubos 2.

50 Una ventaja de la presente forma de realización con accionamiento hidráulico consiste en que los elementos de bloqueo 14 pueden accionarse al mismo tiempo, concretamente de manera automatizada, con lo que es posible realizar el proceso de vibración de manera rápida y eficaz.

55 A continuación se describirán en conjunto las figuras 6A a 6C y 7A a 7G. Se muestra un dispositivo de vibración de profundidad 32 según la invención en una segunda forma de realización con una disposición de tubos de vibración de profundidad 2 según la invención según las figuras 5A a 5C. El presente dispositivo de vibración de profundidad 32 está configurado para la realización del procedimiento de vibrocompactación.

60 El dispositivo de vibración de profundidad 32 según las figuras 6A a 6C y 7A a 7G corresponde en su mayor parte a la forma de realización anterior según las figuras 2 y 3, haciendo referencia en este sentido a su descripción. Por tanto, los mismos detalles o detalles correspondientes están dotados de los mismos números de referencia que en las figuras 1 a 5.

El dispositivo 32 presenta un aparato móvil 33 en forma de aparato de oruga. A un brazo portante del aparato de oruga está fijado un mástil de columna de martinete 34, que puede pivotar por medio de una unidad de ajuste accionada por fuerza 35 con respecto al aparato 33. En el mástil de columna de martinete 34 están previstos unos carriles de guiado 36, en los que se guía de manera desplazable un carro 37. En el carro está fijada la verdadera herramienta de vibración de profundidad 38. La herramienta de vibración de profundidad 38 comprende la disposición de tubos 2 según las figuras 5A a 5C y el vibrador de profundidad 39, que está unido con la disposición de tubos 2 mediante un acoplamiento elástico 40. A diferencia de la forma de realización anterior en este caso no está previsto ningún depósito porque en el procedimiento de vibrocompactación no se produce una adición de material al suelo.

Un dispositivo tensor de cable 45 mantiene el cable eléctrico 46 para el vibrador de profundidad 39 siempre tenso al realizar el movimiento telescópico del primer cuerpo de tubo 3 con respecto al segundo cuerpo de tubo 4 y lo arrastra. Con respecto a detalles adicionales del dispositivo tensor de cable 45 se remite a la descripción de la primera forma de realización.

Mediante el movimiento telescópico de la disposición de tubos 2 es posible formar columnas en el suelo que tienen una mayor profundidad T2 que la altura H del mástil de columna de martinete 34. El procedimiento según la invención por medio del dispositivo según las figuras 6A a 6C se muestra en las figuras 7A a 7G. Éste corresponde al procedimiento de la primera forma de realización, haciendo referencia en este sentido a su descripción.

La figura 7A muestra el dispositivo 32 en la posición inicial con el vibrador de profundidad 39 situado sobre el borde del suelo 56, que está configurado como vibrocompactador. En la primera etapa el vibrador de profundidad 39 se introduce por vibración hasta la primera profundidad T1 en el suelo 57, compactándose el suelo en este primer segmento (figura 7B). A continuación se sueltan los medios de bloqueo 12 mediante la aplicación de presión hidráulica en el sentido de apertura, y el primer cuerpo de tubo superior 3 se extrae del segundo cuerpo de tubo inferior 4 subiendo el carro 37. Durante la separación el cable de vibrador 46 se mantiene tenso con ayuda del dispositivo tensor de cable 45 y se arrastra. Tras alcanzar la posición final superior (figura 7C) los medios de bloqueo 12 vuelven a cerrarse de manera hidráulica, de modo que los dos cuerpos de tubo 3, 4 están fijados entre sí. Ahora el vibrador de profundidad 39 se introduce adicionalmente por vibración en el suelo 57 hasta alcanzar la profundidad final T2 (figura 7D). A continuación se produce la compactación de abajo arriba en fases de elevación e intervalos de tiempo establecidos previamente hasta alcanzar el final de carrera o una posición desplegada (figura 7E). Tras alcanzar el final de carrera los medios de bloqueo 12 vuelven a soltarse de manera hidráulica, y el carro 37 se inserta con el primer cuerpo de tubo 3 fijado al mismo de nuevo en el segundo cuerpo de tubo 4. Durante la operación de retracción el cable de vibrador 46 se mantiene tenso con ayuda del dispositivo tensor 52 y se arrastra. Tras alcanzar el estado insertado (figura 7F) los medios de bloqueo 12 se cierran de nuevo. Ahora se produce la compactación del segmento de columna superior en fases de elevación e intervalos de tiempo definidos del vibrador de profundidad 39. En la figura 7G se muestra el estado final con la columna 58 compactada acabada.

Las disposiciones de tubos 2 según la invención o los dispositivos 32 equipados con las mismas tienen la ventaja de que de este modo pueden formarse columnas, cuya profundidad es mayor que el espacio disponible por encima del borde del suelo 56 o que la altura H del dispositivo 32. Del mismo modo es posible utilizar dispositivos 32 más pequeños, con la misma profundidad de penetración. Otra ventaja de la disposición de tubos de longitud variable 2 consiste en que puede reducirse la longitud de transporte.

Lista de símbolos de referencia

- 2            disposición de tubos de vibrador de profundidad
- 50 3, 4        (primer, segundo) cuerpo de tubo
- 5            primer extremo
- 6            primeros medios de unión
- 55 7            segundo extremo
- 8, 9        (primer, segundo) tubo envolvente
- 60 10, 11      (primer, segundo) tubo de cable
- 12          medios de bloqueo
- 13          unidad de bloqueo
- 65 14          elemento de bloqueo

	15	alojamiento
	16	segmento de brida
5	17	segmento de extremo
	18	segmento de brida
10	19	segmento cóncavo
	20	segmento anular
	21	abertura
15	22, 23	pernos
	24	abertura pasante
20	25	armadura
	26	disposición de obturación
	27	junta anular
25	28	disposición de obturación
	29	junta anular
30	30	cuerpo de obturación
	32	dispositivo de vibración de profundidad
	33	aparato
35	34	mástil de columna de martinete
	35	unidad de ajuste
40	36	carril de guiado
	37	carro
	38	herramienta de vibración de profundidad
45	39	vibrador de profundidad
	40	acoplamiento
50	41	brazo en voladizo
	42	torno de cable
	43	depósito
55	44	punta
	45	dispositivo tensor de cable
60	46	cable
	47	brazo portante
	48	primera polea de inversión
65	49	cojinete

	50	brazo de regulación
	51	segunda polea de inversión
5	52	dispositivo tensor
	53	peso
10	54	cable de seguridad
	55	aparato para asegurar la carga
	56	borde del suelo
15	57	suelo
	58	columna
20	59	émbolo
	60	cilindro
	61, 62	(primer, segundo) conducto hidráulico
25	63, 64	segmento de tubo
	65	elemento de recubrimiento
30	66	tope
	67	segmento de extremo
	68	medios de unión
35	H	altura
	L	longitud
40	T	profundidad

**REIVINDICACIONES**

1. Disposición de tubos de vibrador de profundidad (2) para la unión de un vibrador de profundidad (39) con un aparato (33), que comprende:
- 5 un primer cuerpo de tubo (3), que puede unirse con el aparato (33);
- un segundo cuerpo de tubo (4), que puede unirse con el vibrador de profundidad (39); caracterizada por que el primer cuerpo de tubo (3) y el segundo cuerpo de tubo (4) pueden realizar un movimiento telescópico uno respecto a otro.
- 10 2. Disposición de tubos de vibrador de profundidad (2) según la reivindicación 1, caracterizada por que están previstos medios de bloqueo (12), con los que el primer cuerpo de tubo (3) y el segundo cuerpo de tubo (4) están unidos entre sí de manera separable al menos en una posición retraída y en una posición desplegada.
- 15 3. Disposición de tubos de vibrador de profundidad (2) según la reivindicación 2, caracterizada por que los medios de bloqueo (12) comprenden varias unidades de bloqueo (13), que están dispuestas distribuidas por la circunferencia.
- 20 4. Disposición de tubos de vibrador de profundidad (2) según la reivindicación 3, caracterizada por que unas primeras unidades de bloqueo (13) están dispuestas en un primer plano y por que unas segundas unidades de bloqueo (13) están dispuestas en un segundo plano, presentando el primer plano y el segundo plano una distancia axial entre sí.
- 25 5. Disposición de tubos de vibrador de profundidad (2) según la reivindicación 3 o 4, caracterizada por que las unidades de bloqueo (13) presentan en cada caso un elemento de bloqueo (14) y un alojamiento (15, 15') con simetría de espejo, estando asociado el elemento de bloqueo (14) a uno de los dos cuerpos de tubo (3, 4) y el alojamiento (15, 15') al otro de los dos cuerpos de tubo (4, 3), y pudiendo acoplarse el elemento de bloqueo (14) mediante desplazamiento radial con el alojamiento (15, 15') correspondiente.
- 30 6. Disposición de tubos de vibrador de profundidad (2) según la reivindicación 5, caracterizada por que los elementos de bloqueo (14) están apoyados en el cuerpo de tubo (3, 4) correspondiente por medio de pernos de tensión (22) y pueden moverse radialmente, encajando los elementos de bloqueo (14) en el estado tensado en el respectivo alojamiento (15, 15') del otro cuerpo de tubo (4, 3), de modo que el primer cuerpo de tubo (3) y el segundo cuerpo de tubo (4) están unidos firmemente entre sí.
- 35 7. Disposición de tubos de vibrador de profundidad (2) según la reivindicación 5, caracterizada por que los elementos de bloqueo (14) están apoyados en el cuerpo de tubo (3, 4) correspondiente por medio de un émbolo (59) y pueden moverse radialmente mediante la aplicación de presión hidráulica al émbolo (59), encajando los elementos de bloqueo (14) en el estado tensado en los respectivos elementos de alojamiento (15, 15') del otro cuerpo de tubo (4, 3), de modo que el primer cuerpo de tubo (3) y el segundo cuerpo de tubo (4) están unidos firmemente entre sí.
- 40 8. Disposición de tubos de vibrador de profundidad (2) según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que entre el primer cuerpo de tubo (3) y el segundo cuerpo de tubo (4) está prevista al menos una disposición de obturación (26, 28), que obtura el intersticio anular entre el primer cuerpo de tubo (3) y el segundo cuerpo de tubo (4).
- 45 9. Disposición de tubos de vibrador de profundidad (2) según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que el primer cuerpo de tubo (3) y el segundo cuerpo de tubo (4) están configurados para su uso para un vibrador de alimentación inferior y comprenden en cada caso un tubo de material (8, 9), a través del que puede fluir el material para la compactación del suelo, así como un tubo de cable (10, 11), que está dispuesto lateralmente adyacente al tubo de material y a través del que puede pasarse un cable eléctrico (46) para el vibrador de alimentación inferior.
- 50 10. Disposición de tubos de vibrador de profundidad (2) según la reivindicación 9, caracterizada por que en una pared interna del tubo de material (8, 9) en la zona de las unidades de bloqueo (13) está prevista una armadura (25), que protege la unidad de bloqueo (13) frente al material que fluye.
- 55 11. Disposición de tubos de vibrador de profundidad (2) según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que el primer cuerpo de tubo (3) y el segundo cuerpo de tubo (4) están configurados para su uso para un vibrocompactador y en cada caso presentan un canal interno, a través del que puede pasarse un cable eléctrico (46) para el vibrocompactador.
- 60 12. Dispositivo (32) para la vibración de profundidad que comprende:
- 65 un aparato (33) con un mástil (34),

una disposición de tubos de vibrador de profundidad (2) según una de las reivindicaciones 1 a 11, que está sujeta al mástil (34) con regulación en altura,

5 un vibrador de profundidad (39), que está fijado a un extremo inferior (7) de la disposición de tubos de vibrador de profundidad (2),

10 un dispositivo tensor de cable (45), que está configurado de tal modo que el cable eléctrico (46) para el vibrador de profundidad (39) al realizar el movimiento telescópico del primer cuerpo de tubo (2) con respecto al segundo cuerpo de tubo (4) se arrastra en estado tensado.

15 13. Dispositivo (32) según la reivindicación 12, caracterizado por que el dispositivo tensor de cable (45) está sujeto al mástil (34) y comprende varias poleas de inversión (48, 51), sobre las que se guía el cable eléctrico (46), así como un peso (53), que actúa sobre al menos una de las poleas de inversión (51) para tensar el cable (46).

14. Dispositivo (32) según la reivindicación 12 o 13, caracterizado por que está previsto un carro (37), que está sujeto al mástil (34) con regulación en altura, estando fijados la disposición de tubos de vibrador de profundidad (2) y el dispositivo tensor de cable (45) al carro (37).

20 15. Procedimiento de vibración de profundidad para la formación de columnas en el suelo con un dispositivo según una de las reivindicaciones 12 a 14, que comprende las etapas de:

25 introducir el vibrador de profundidad (39) en el suelo con la disposición de tubos (2) retraída hasta una primera profundidad (T1);

soltar los medios de bloqueo (12) que actúan entre el primer cuerpo de tubo (3) y el segundo cuerpo de tubo (4);

30 desplegar la disposición de tubos (2) de la posición retraída a la desplegada, arrastrándose el cable eléctrico (46) por medio del dispositivo tensor de cable (45);

cerrar los medios de bloqueo (12), de modo que el primer cuerpo de tubo (3) y el segundo cuerpo de tubo (4) en la posición desplegada estén unidos entre sí axialmente y de manera firme;

35 introducir el vibrador de profundidad (39) en el suelo con la disposición de tubos (2) desplegada hasta una segunda profundidad (T2), que es mayor que la primera profundidad (T1);

formar un primer segmento de columna en el suelo mediante tracción del vibrador de profundidad (39) con la disposición de tubos (2) desplegada;

40 soltar los medios de bloqueo (12) que actúan entre el primer cuerpo de tubo (3) y el segundo cuerpo de tubo (4) en la posición desplegada;

45 retraer la disposición de tubos (2) de la posición desplegada a una retraída, arrastrándose el cable eléctrico (46) por medio del dispositivo tensor de cable (45);

cerrar los medios de bloqueo (12), de modo que el primer cuerpo de tubo (3) y el segundo cuerpo de tubo (4) en la posición retraída estén unidos entre sí axialmente y de manera firme;

50 formar un segundo segmento de columna por encima del primer segmento de columna mediante tracción del vibrador de profundidad (39) con la disposición de tubos (2) retraída.

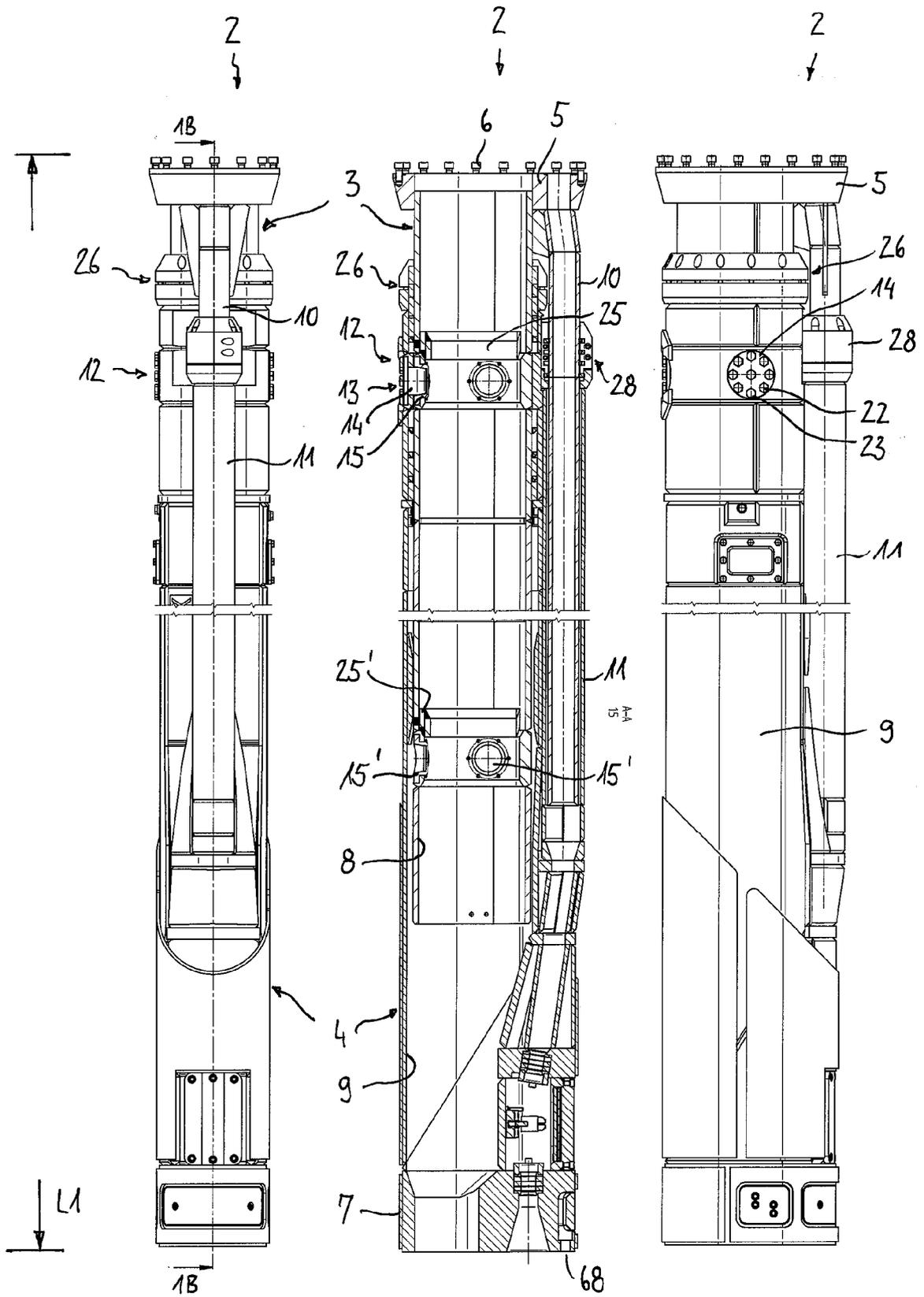


Fig. 1A

Fig. 1B

Fig. 1C

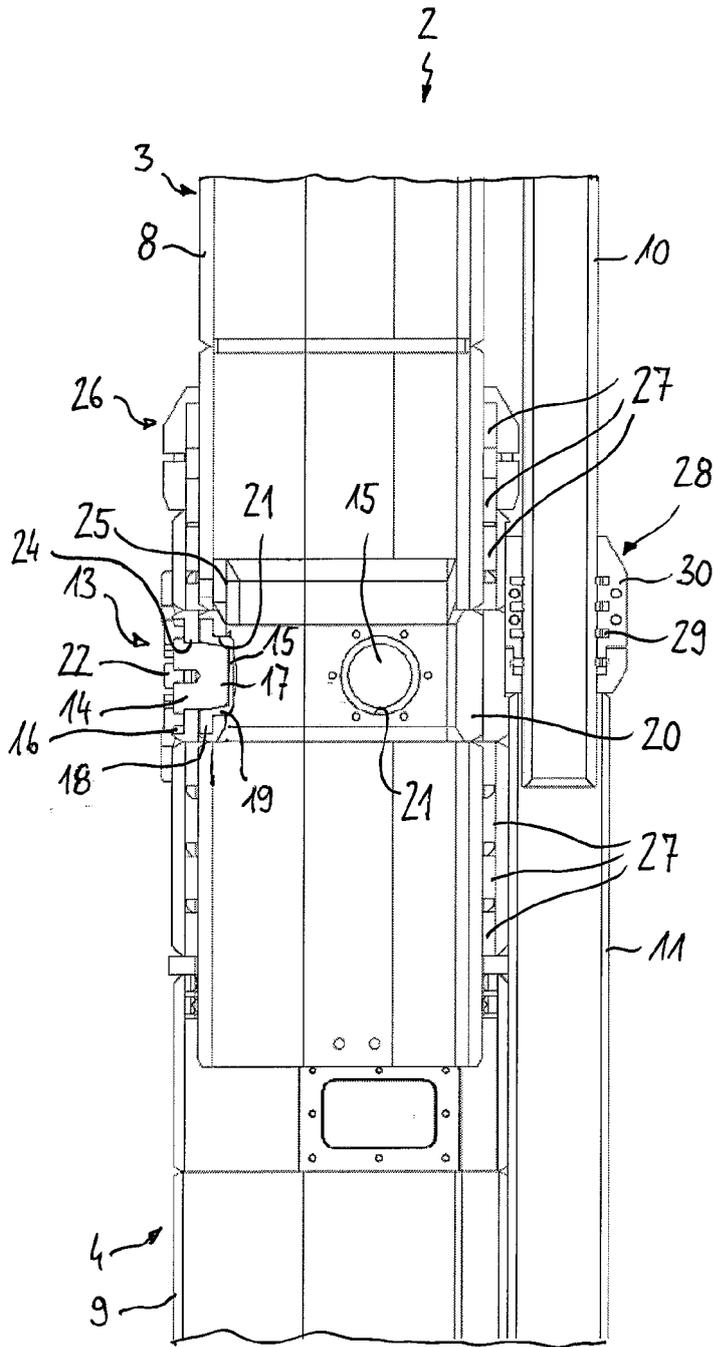


Fig. 1F

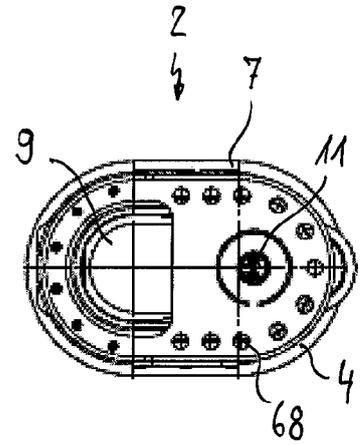


Fig. 1E

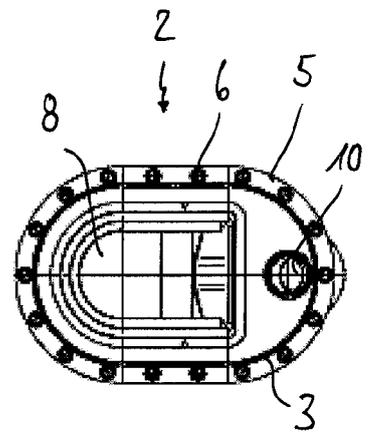


Fig. 1D

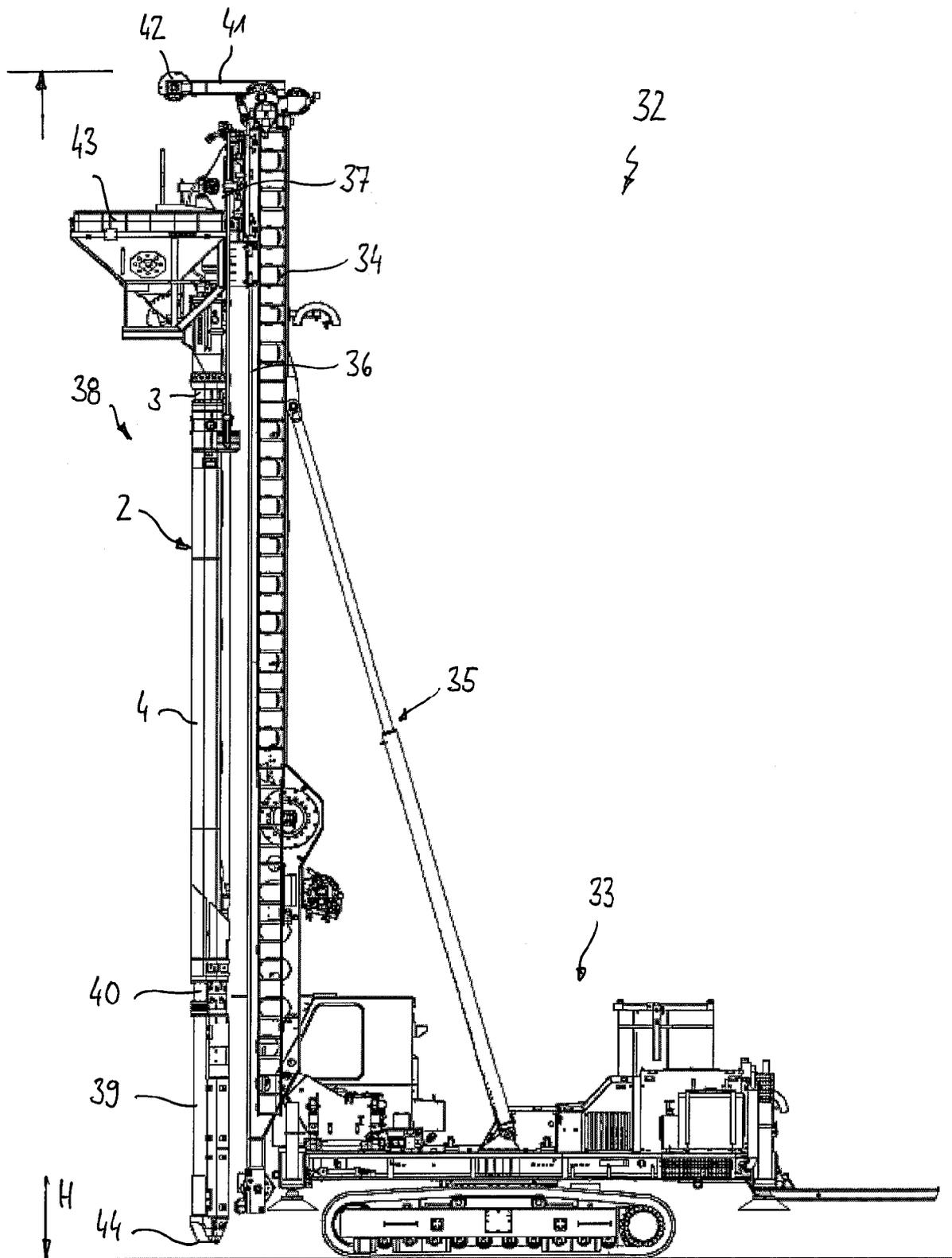


Fig. 2A

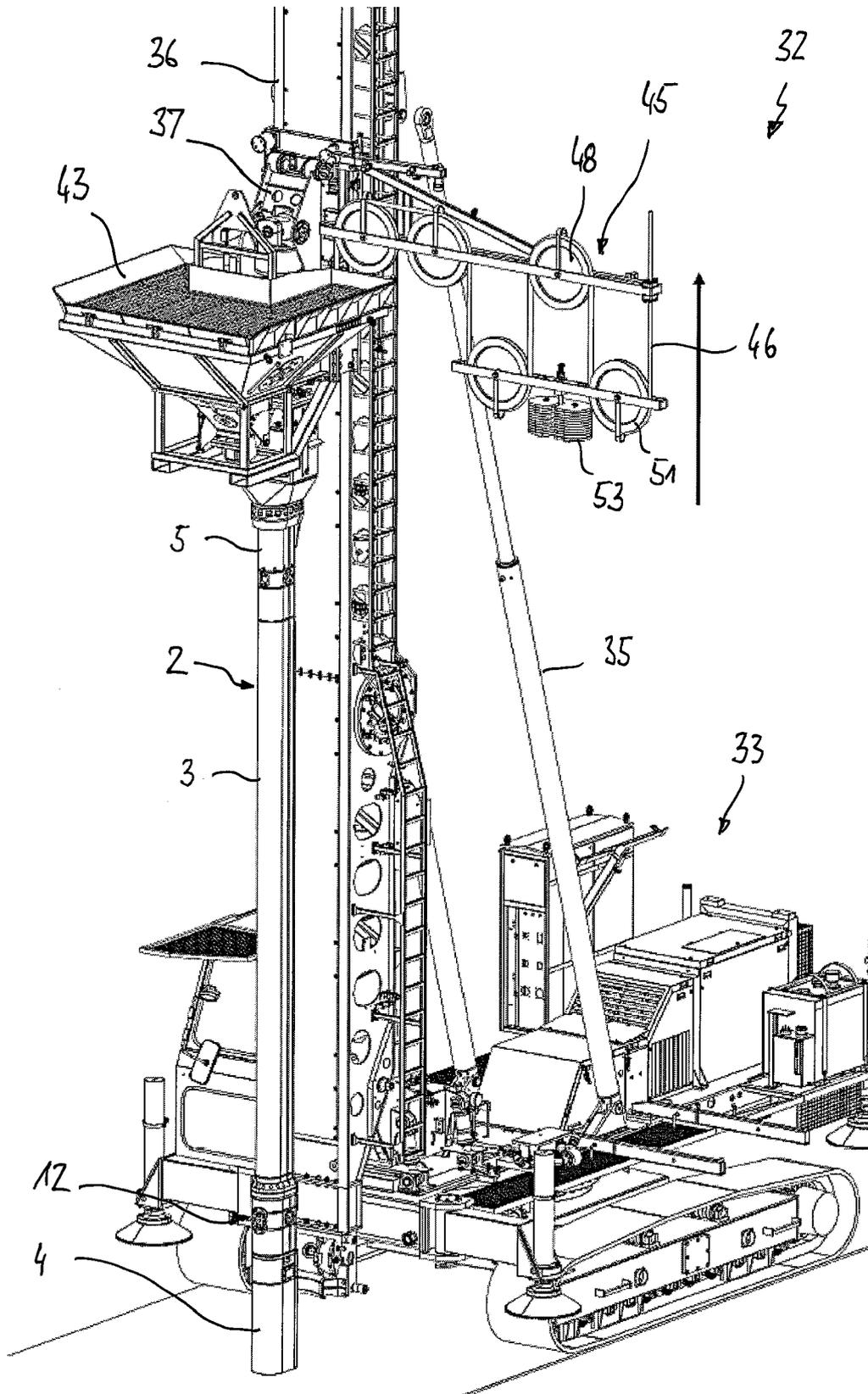


Fig. 2B

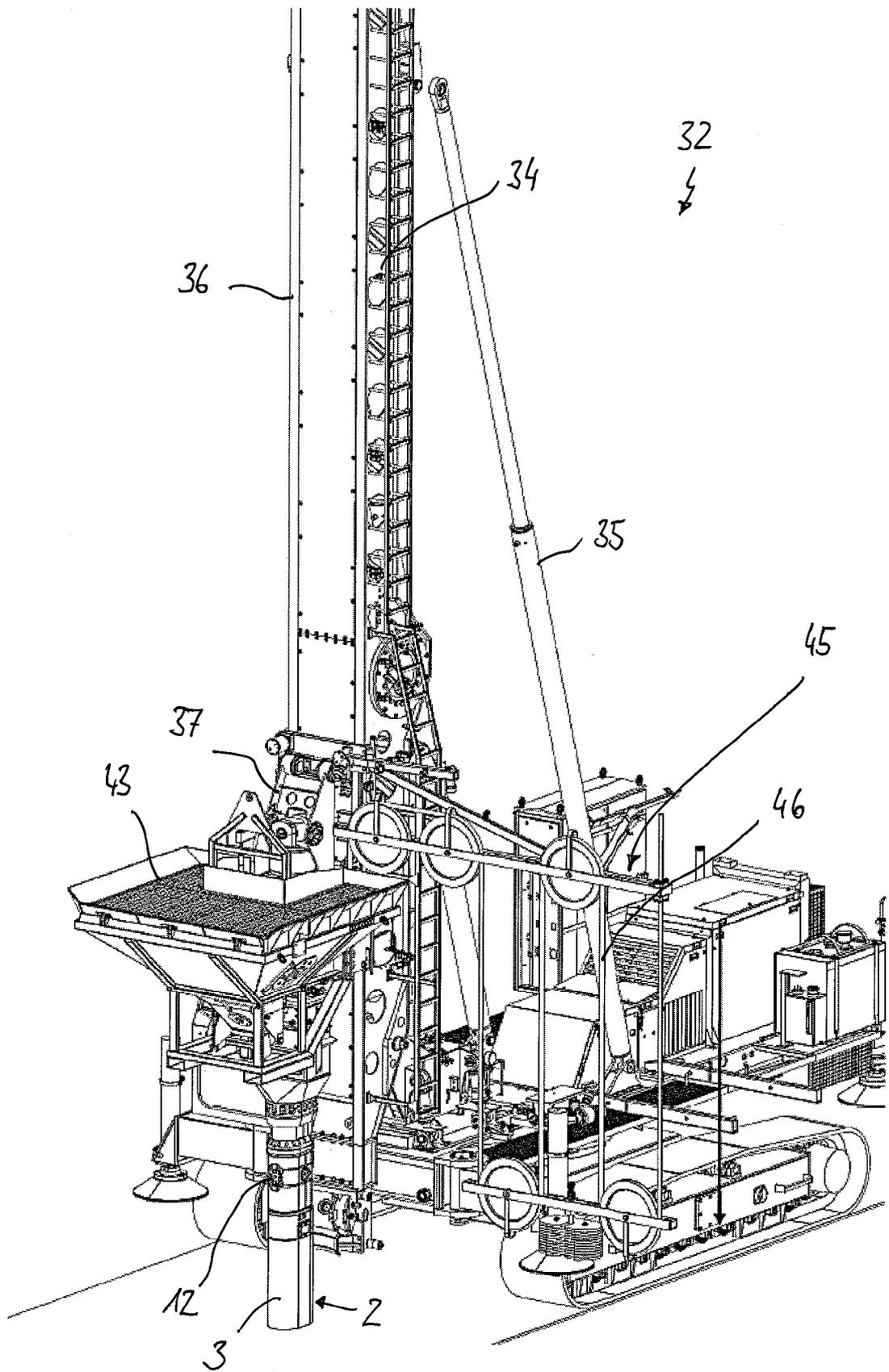


Fig. 2C

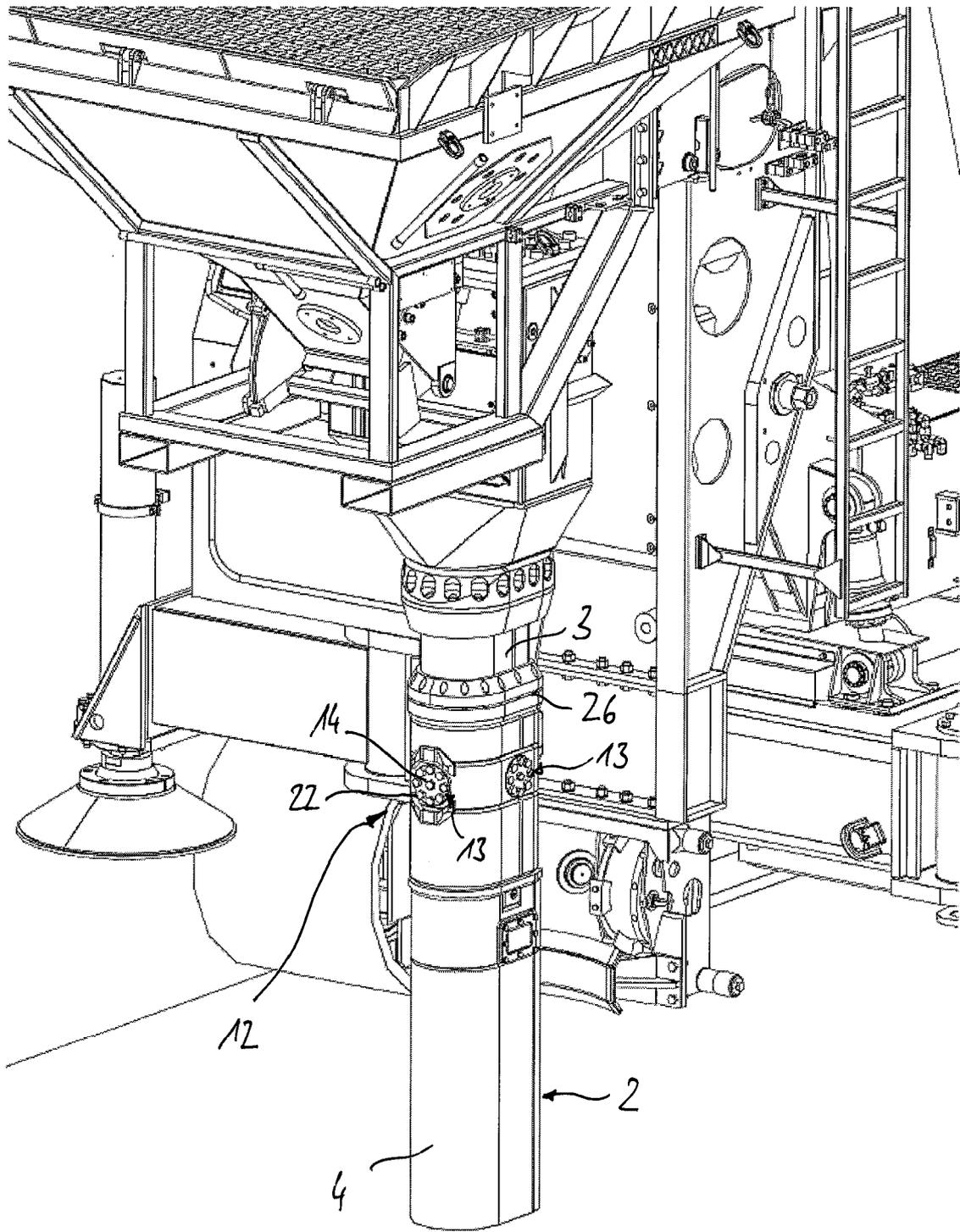


Fig. 2D

Fig. 3B

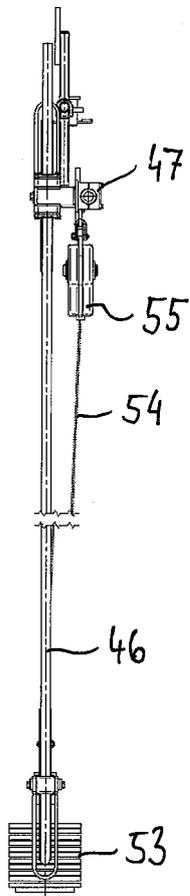
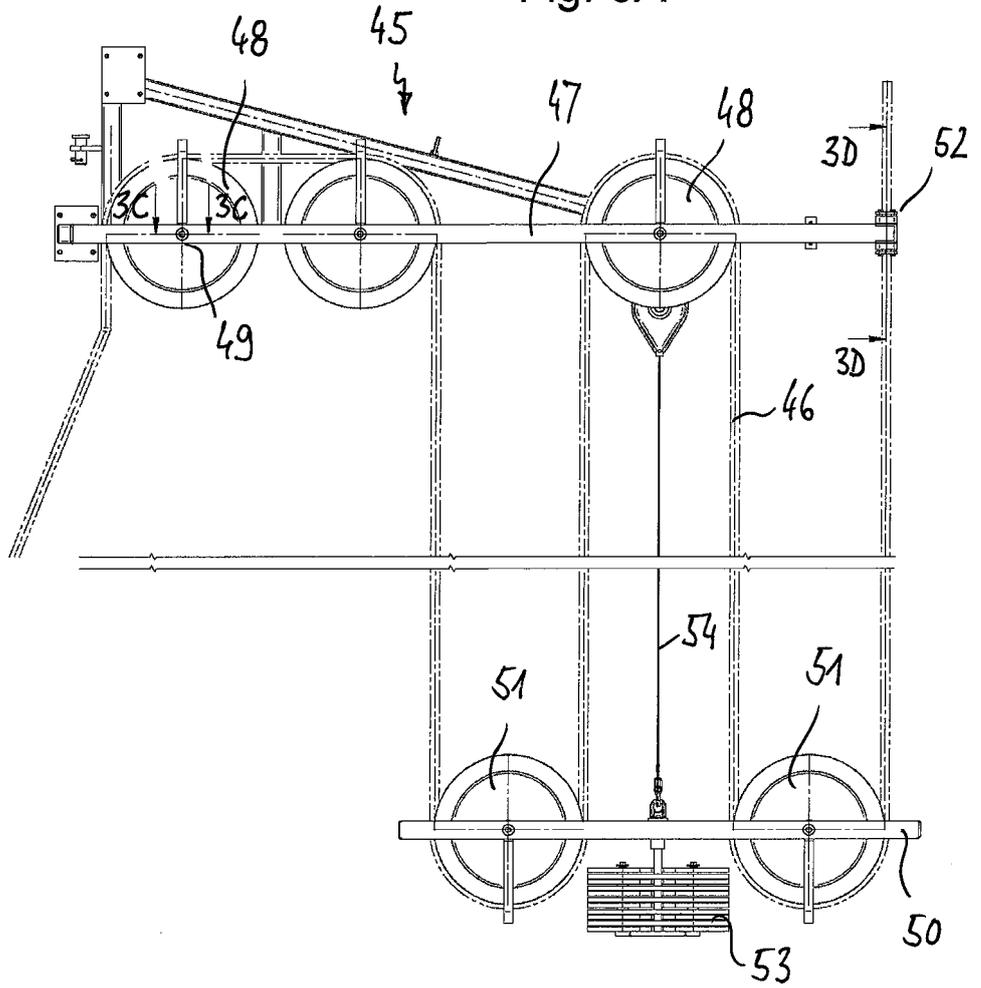


Fig. 3A



49

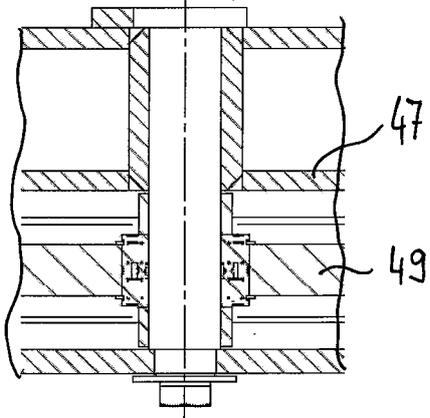


Fig. 3C

52

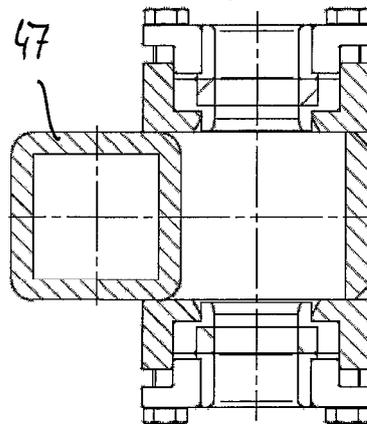
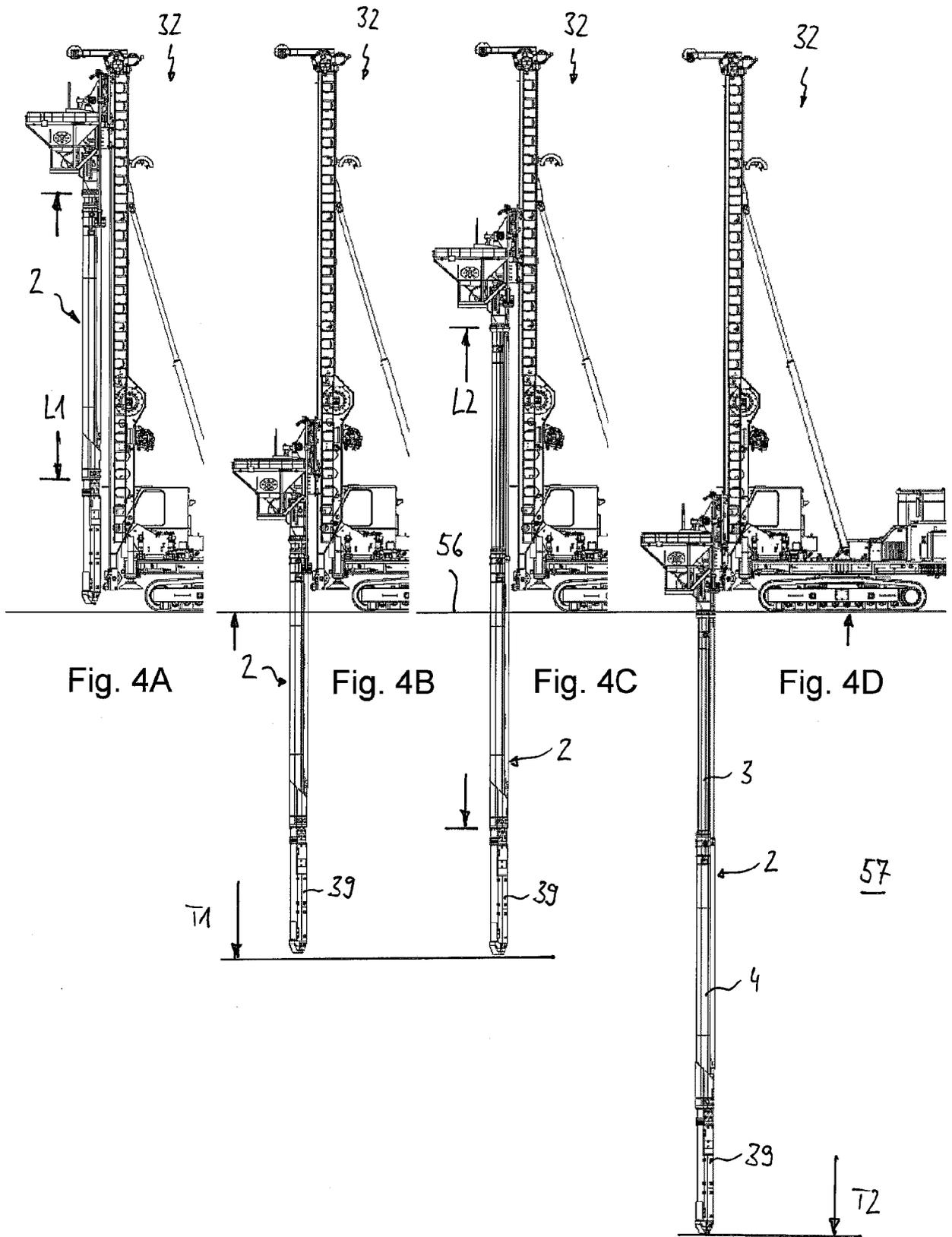


Fig. 3D





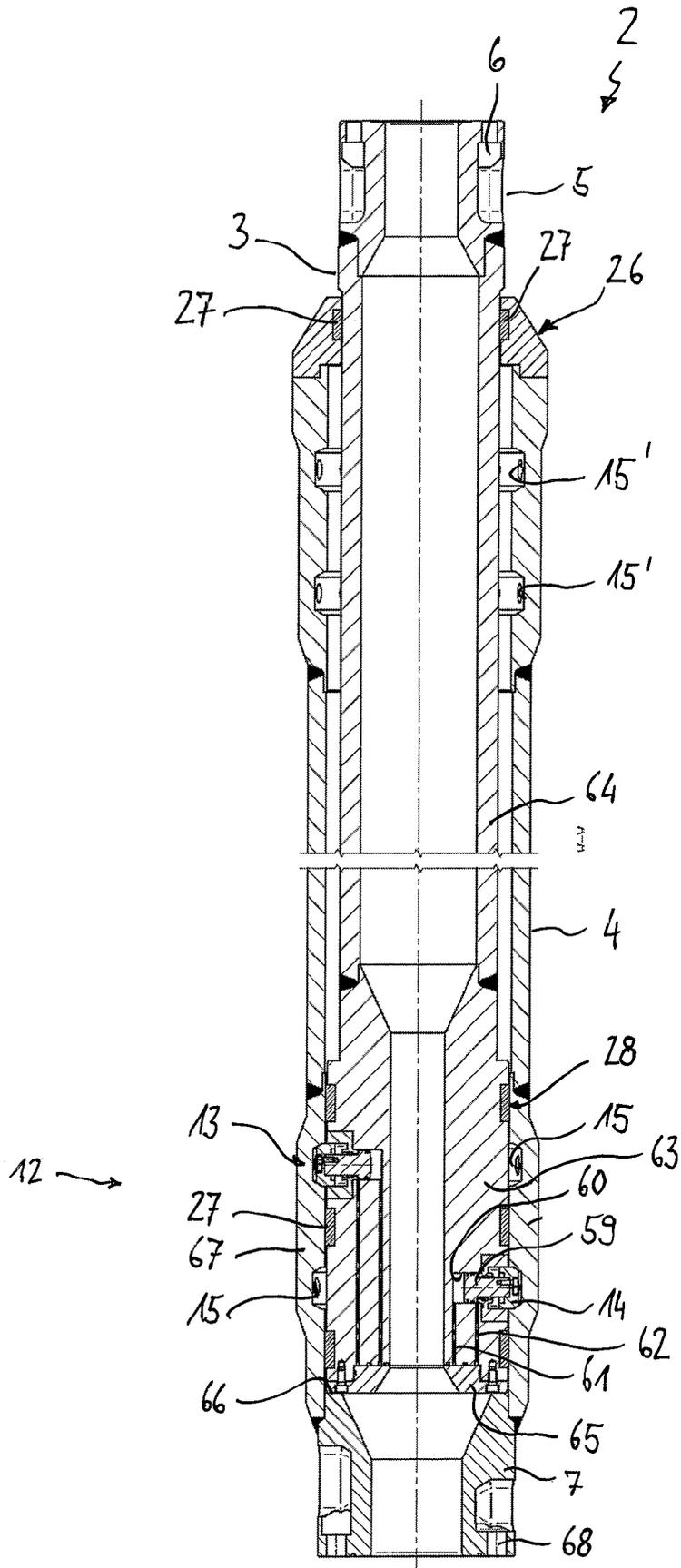


Fig. 5A

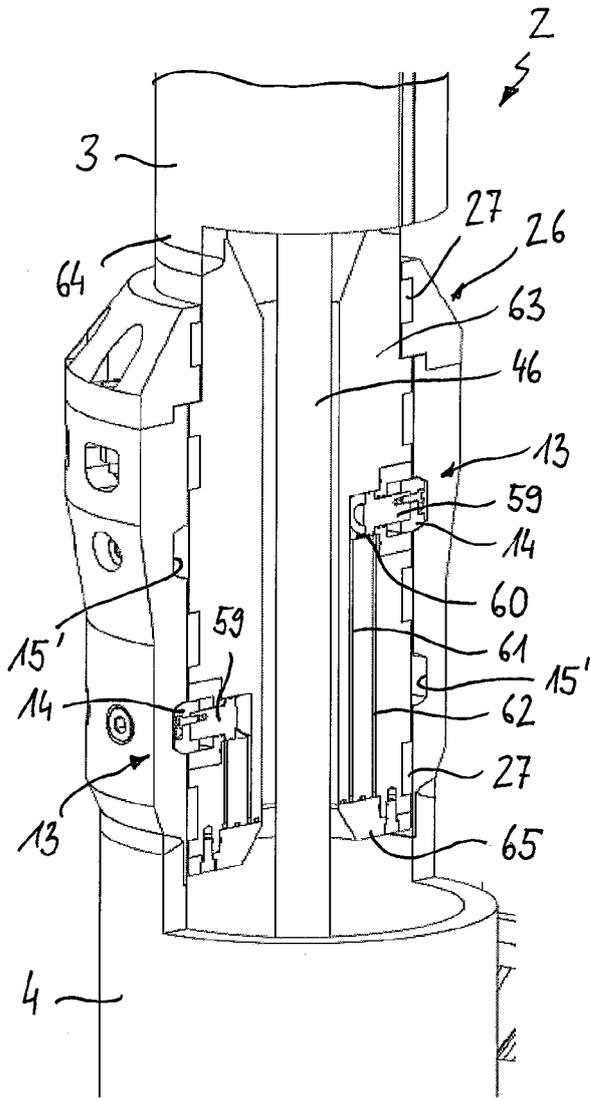
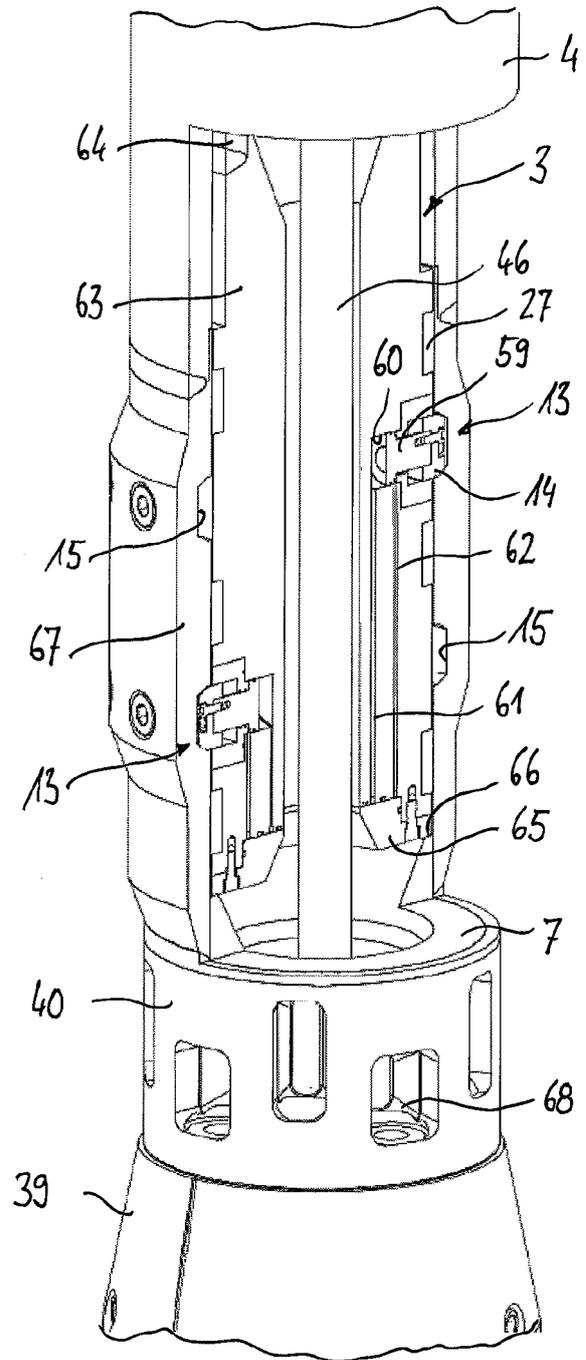


Fig. 5C

Fig. 5B



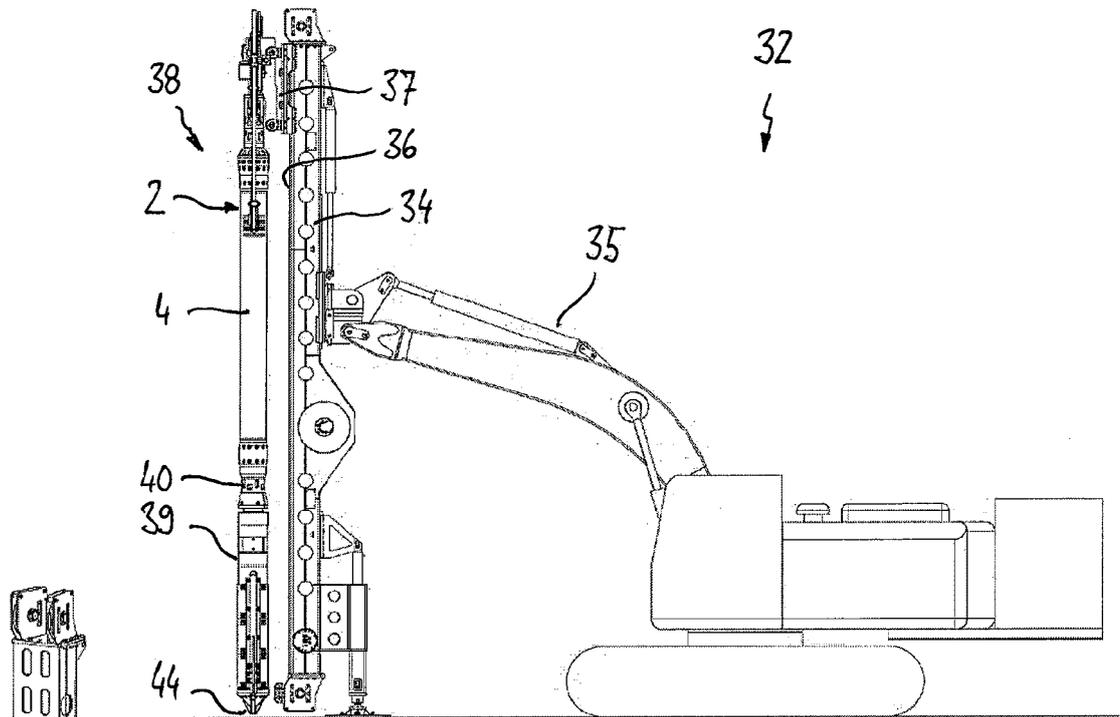


Fig. 6A

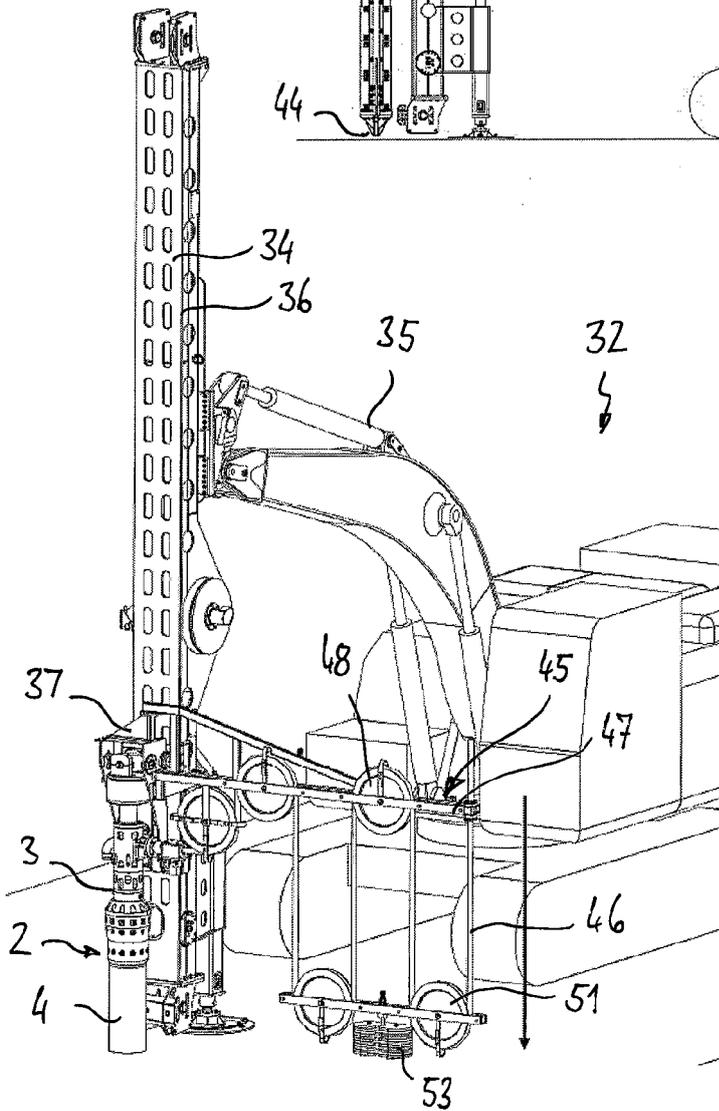


Fig. 6B

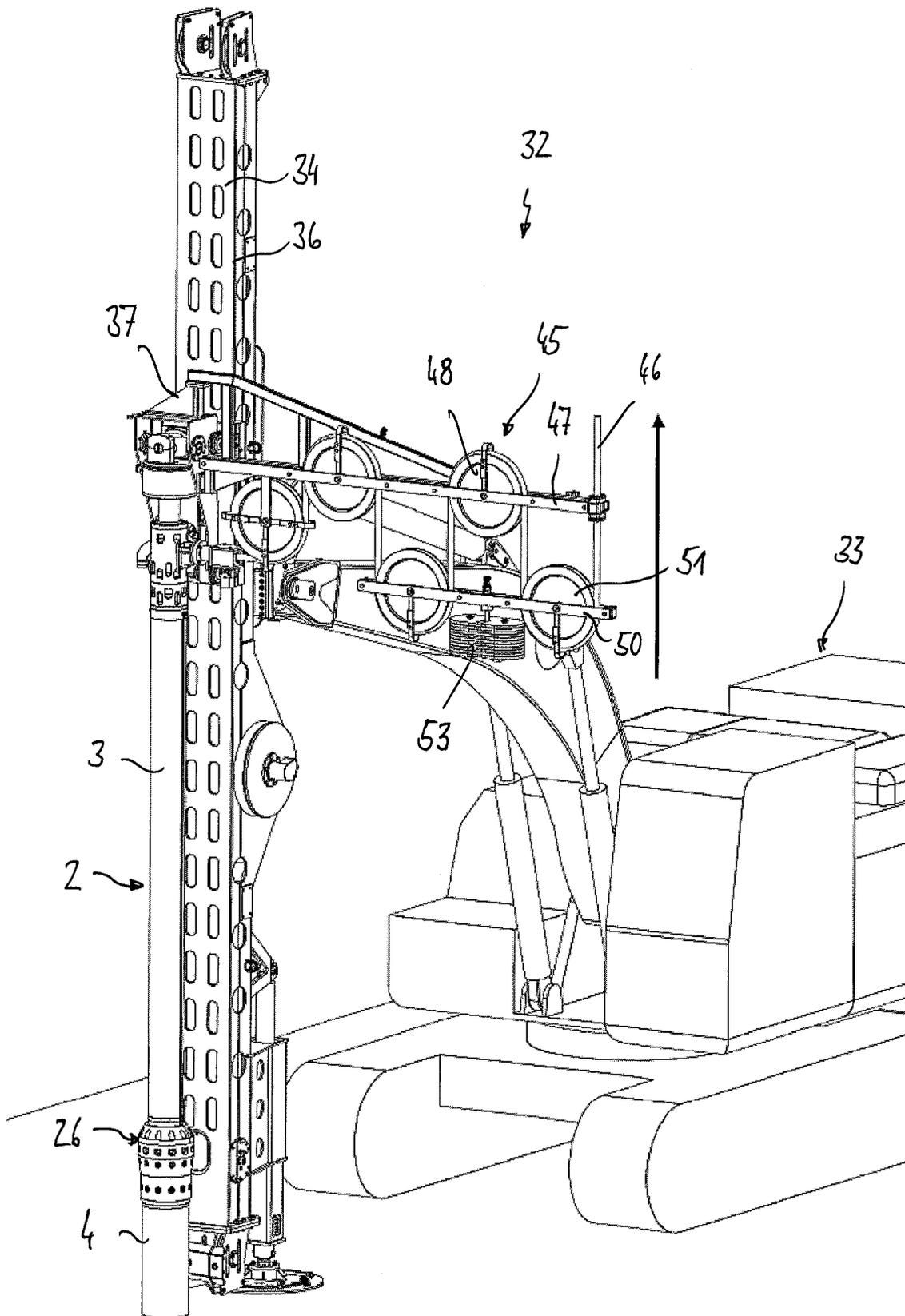


Fig. 6C

