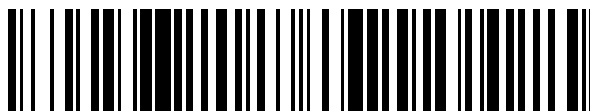


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 841 336**

51 Int. Cl.:

E21B 12/06 (2006.01)

B08B 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.12.2017** **PCT/FR2017/053511**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.06.2018** **WO18109356**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2017** **E 17822403 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2020** **EP 3551829**

54 Título: **Máquina de perforación que comprende un barreno y un dispositivo de limpieza del barreno**

30 Prioridad:

12.12.2016 FR 1662315

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

08.07.2021

73 Titular/es:

SOLETANCHE FREYSSINET (100.0%)

280 Avenue Napoleon Bonaparte

92500 Rueil Malmaison, FR

72 Inventor/es:

PIVERT, LAURENT;

BERNAZINSKI, RÉGIS y

LEBRETON, MARIE

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 841 336 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

Máquina de perforación que comprende un barreno y un dispositivo de limpieza del barreno

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere al campo de la limpieza de un barreno de máquina de perforación, usándose generalmente una máquina de este tipo para realizar pilotes en un suelo.

10 Estado de la técnica

De forma conocida, un barreno es una herramienta de perforación formada por una pala helicoidal que se enrolla generalmente alrededor de una varilla axial tubular.

15 Tradicionalmente, el barreno se atornilla en el suelo hasta la profundidad deseada. A continuación, el hormigón a presión se inyecta por la varilla axial debajo del barreno, lo que tiene por efecto desplazar gradualmente el barreno hacia arriba.

20 Esta operación presenta de este modo la ventaja de realizar simultáneamente el hormigonado del pilote, evitar el colapso de las paredes de la perforación durante la extracción del barreno y reducir la fuerza de tracción necesaria para extraer el barreno.

25 La extracción del barreno se efectúa generalmente sin rotación de este último y esto con el fin de evitar crear defectos en el pilote a realizar. Sin embargo, algunas extracciones van acompañadas de una rotación del barreno, por ejemplo, en el marco de la fabricación de pilotes con salientes.

Durante la extracción sin rotación del barreno, los escombros suben entre las espiras del barreno donde quedan muy a menudo pegados, incluso después de su salida al exterior de la perforación.

30 Por lo tanto, es necesario limpiar el barreno a medida que se extrae. Esta limpieza debe poder ser, por un lado, lo más rápida posible con el fin de evitar ralentizar la extracción del barreno y, por otro lado, ser lo suficientemente eficaz para que ningunos escombros queden pegados entre las espiras y se caigan posteriormente de la parte superior del barreno, lo que podría lesionar a un operador que se encuentre cerca.

35 Se conocen máquinas de perforación dotadas de dispositivos de limpieza que permiten evacuar los escombros alojados entre las espiras del barreno. Entre los diferentes dispositivos de limpieza, algunos incluyen un raspador rotativo que se inserta entre dos espiras adyacentes del barreno, girando el raspador alrededor del barreno durante la subida, sin rotación, de este último.

40 La invención se refiere más precisamente a una máquina de perforación de este tipo que incluye:

un mástil que tiene una dirección longitudinal;

un barreno que tiene un eje longitudinal paralelo a la dirección longitudinal y que comprende una pala helicoidal;

45 un dispositivo de desplazamiento para desplazar el barreno con respecto al mástil en traslación según la dirección longitudinal;

un dispositivo de limpieza del barreno que comprende un carro montado en el mástil de forma deslizante según la dirección longitudinal del mástil, incluyendo el carro un cuerpo que rodea el barreno y un raspador montado en el cuerpo de forma rotativa alrededor de un eje de rotación paralelo a la dirección longitudinal, extendiéndose el raspador entre una espira inferior y una espira superior de la pala helicoidal.

50 Una máquina de perforación de este tipo se describe en particular en los documentos FR 2563861 o EP2749729. En estos documentos, la cuchilla raspadora está montada en un miembro que gira a la velocidad deseada alrededor del barreno, estando dicho miembro soportado por un bastidor susceptible de deslizarse de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba a lo largo del mástil portador del que está suspendido el barreno.

55 Este deslizamiento del bastidor se produce en caso de falta de sincronismo entre la velocidad de rotación de la cuchilla raspadora y la velocidad vertical de extracción del barreno. Esta falta de sincronismo tiene por efecto desplazar en traslación la cuchilla raspadora y, por lo tanto, el bastidor, a lo largo del mástil.

60 También, en caso de aumento de la velocidad de extracción del barreno, el bastidor se desplazará hacia el extremo superior del mástil, mientras que, a la inversa, en caso de disminución de la velocidad de extracción del barreno, el bastidor se desplazará hacia el extremo inferior del mástil.

65 Generalmente, unos topes superior e inferior se prevén para evitar que el bastidor deslizante sea llevado por el barreno a uno o el otro de los extremos superior e inferior del mástil.

En caso de modificación importante de la velocidad de extracción del barreno, existe el riesgo de que el bastidor golpee contra los topes y se dañe. Existe igualmente el riesgo de romper la cuchilla raspadora si la velocidad de extracción del barreno sigue aumentando (o bien disminuyendo) mientras el bastidor está en tope contra el tope superior (o bien inferior).

5 Otro inconveniente de la técnica anterior es que los dispositivos de limpieza con raspador existentes necesitan encajarse manualmente entre dos espiras antes del hormigonado, luego liberarse del barreno antes de la siguiente perforación. Estas intervenciones humanas al pie del barreno son potencialmente peligrosas.

10 Objeto de la invención

Un objetivo de la presente invención es remediar estos inconvenientes.

15 La invención logra su objetivo por el hecho de que la máquina de perforación incluye además un miembro de medición para determinar el desplazamiento del carro a lo largo del mástil con respecto a una posición inicial de dicho carro y el dispositivo de limpieza incluye además un dispositivo de regulación de velocidad para regular la velocidad de rotación del raspador en función de dicho desplazamiento del carro.

20 Se comprende que la regulación de velocidad de rotación del raspador de la máquina según la invención depende del desplazamiento del carro, por lo que la regulación de la velocidad del raspador puede realizarse durante las distintas fases de fabricación del pilote.

En particular, la regulación de velocidad del raspador puede realizarse durante:

- 25 • una fase de perforación del barreno, desplazándose el barreno verticalmente en el suelo girando al mismo tiempo sobre sí mismo según un movimiento de atornillado;
- una fase de subida, generalmente con hormigonado, durante la que se realiza una extracción vertical del barreno, sin o con rotación del barreno;
- 30 • una fase de rotación del barreno sin desplazamiento vertical.

La regulación de la velocidad de rotación del raspador permite corregir la posición vertical del carro. Esta regulación de velocidad se realiza preferentemente en tiempo real para mantener el carro en una posición vertical predeterminada, por ejemplo, la posición inicial del carro, o al menos en una zona definida entre dos posiciones verticales predeterminadas, por ejemplo, una zona centrada en la posición inicial del carro y esto cualquiera que sea la fase de realización del pilote.

En consecuencia, la invención permite evitar dañar el raspador, gracias al control de la posición vertical del carro e, igualmente, evitar una intervención humana al nivel del carro potencialmente peligrosa gracias al hecho de que el raspador puede quedar encajado entre las espiras durante la duración de las operaciones.

40 Según un modo de implementación de la invención, en funcionamiento del dispositivo de limpieza durante una fase de hormigonado, el carro está en posición inicial y el barreno se extrae del suelo a una velocidad de extracción vertical inicial predeterminada y constante. En las condiciones normales de funcionamiento, el raspador presenta una velocidad de rotación determinada, de modo que el raspador efectúe una revolución completa alrededor del barreno cuando este último ha avanzado un paso de la pala helicoidal. En estas condiciones, el carro no se mueve.

Sin embargo, la velocidad de extracción del barreno no es necesariamente constante.

50 En caso de disminución de la velocidad de extracción vertical del barreno, por ejemplo, debida a una resistencia del terreno o bien a una bajada de la presión de inyección del hormigón, se comprende que, después de una rotación de 360° alrededor del barreno entre las espiras inferior y superior, el barreno se ha desplazado longitudinalmente una longitud inferior a un paso de la pala. En consecuencia, el raspador se desplaza longitudinalmente hacia el extremo inferior del mástil, arrastrando el desplazamiento del carro con respecto a su posición inicial hacia el extremo inferior del mástil.

55 Según la invención, el desplazamiento del carro hacia el extremo inferior está determinado por el miembro de medición y la velocidad de rotación del raspador se regula en función de este desplazamiento del carro. En este caso, se disminuye la velocidad de rotación del raspador, por ejemplo, para detener o al menos ralentizar el desplazamiento vertical del carro hacia el extremo inferior del mástil. Gracias a esta regulación de velocidad de rotación del raspador, se evita que el carro alcance el extremo inferior del mástil o un posible tope inferior, lo que podría provocar un daño del raspador.

60 A la inversa, en caso de aumento de la velocidad de extracción vertical del barreno, por ejemplo, debido a un aumento de la presión de inyección del hormigón, se comprende que, después de una rotación de 360° del raspador alrededor del barreno entre las espiras inferior y superior, el barreno ha avanzado más de un paso, de modo que el raspador es arrastrado por el barreno hacia el extremo superior del mástil. Por lo tanto, el carro es igualmente arrastrado por el

barreno hacia el extremo superior del mástil. El carro se desplaza entonces con respecto a su posición inicial dirigiéndose hacia el extremo superior del mástil.

5 Según la invención, el desplazamiento del carro está determinado por el miembro de medición y la velocidad de rotación del raspador se regula en función del desplazamiento del carro. En este caso, se aumenta la velocidad de rotación del raspador, por ejemplo, para detener o ralentizar el desplazamiento vertical del carro hacia el extremo superior del mástil. Gracias a esta regulación de velocidad, se evita que el carro alcance el extremo superior del mástil o un posible tope superior, lo que podría provocar un daño del raspador.

10 Por "determinación del desplazamiento del carro con respecto a su posición inicial", se entiende que el miembro de medición está configurado para medir el desplazamiento del carro con respecto a su posición inicial, o al menos detectar un desplazamiento del carro hacia el extremo superior o el extremo inferior del mástil.

15 Según un modo de realización preferente, el dispositivo de regulación de velocidad está configurado para modificar la velocidad de rotación del raspador en función del desplazamiento del carro con respecto a la posición inicial, para volver a llevar el carro hacia la posición inicial durante un desplazamiento del carro con respecto a la posición inicial.

20 Según una variante, el dispositivo de regulación de velocidad está configurado para modificar la velocidad de rotación del raspador en función del desplazamiento del carro con respecto a la posición inicial, para volver a llevar el carro en una zona situada alrededor de la posición inicial durante un desplazamiento del carro fuera de dicha zona.

25 El dispositivo de regulación de velocidad permite mantener, por lo tanto, el carro sustancialmente en su posición inicial, cualesquiera que sean las variaciones, positivas o negativas, de la velocidad de extracción vertical del barreno. Se asegura de este modo que el carro queda siempre alejado de los posibles topes inferior y superior.

30 Ventajosamente, el dispositivo de regulación de velocidad está configurado para aumentar la velocidad de rotación del raspador cuando el carro se desplaza hacia un extremo superior del mástil. Se comprende que, según su amplitud, el aumento de la velocidad de rotación del raspador tiene por efecto ralentizar o detener el desplazamiento del carro hacia el extremo superior, o incluso arrastrar el carro hacia el extremo inferior del mástil si la velocidad de rotación del raspador es superior a la relación entre la velocidad de extracción y el paso de la pala helicoidal. Este aumento de velocidad de rotación del raspador se inicia preferentemente cuando el desplazamiento del carro, tal como está determinado por el miembro de medición, es superior a un primer umbral predeterminado.

35 Ventajosamente, el dispositivo de regulación de velocidad está configurado para disminuir la velocidad de rotación del raspador cuando el carro se desplaza hacia un extremo inferior del mástil. Se comprende que, según su amplitud, la disminución de la velocidad de rotación del raspador tiene por efecto ralentizar o detener el desplazamiento del carro hacia el extremo inferior del mástil, o incluso desplazar el carro hacia el extremo superior del mástil si la velocidad de rotación del raspador es inferior a la relación entre la velocidad de extracción y el paso de la pala helicoidal.

40 Esta disminución de velocidad de rotación del raspador puede iniciarse cuando el desplazamiento del carro, tal como está determinado por el miembro de medición, es superior a un segundo umbral predeterminado.

45 Ventajosamente, pero no exclusivamente, el dispositivo de regulación de velocidad está configurado de modo que el valor de la velocidad de rotación del raspador sea función del valor del desplazamiento del carro determinado por el miembro de medición.

50 Ventajosamente, la velocidad de rotación del raspador es una función creciente del valor de desplazamiento del carro, considerado a partir de la posición inicial hacia el extremo superior del mástil. Dicho de otra manera, la velocidad de rotación del raspador aumenta cada vez más a medida que el carro se acerca al extremo superior del mástil. A la inversa, la velocidad de rotación del raspador disminuye cada vez más a medida que el carro se acerca al extremo inferior del mástil.

55 Aun preferentemente, el dispositivo de regulación de velocidad está configurado de tal modo que la velocidad de rotación del raspador sea una función creciente lineal del desplazamiento del carro a lo largo del mástil.

Ventajosamente, dicho miembro de medición está dispuesto entre el carro y el mástil.

60 Preferentemente, el miembro de medición incluye al menos un gato dispuesto entre el cuerpo y el mástil, determinándose el desplazamiento del carro a partir de la variación de longitud del gato.

Preferentemente, el miembro de medición incluye un sensor de desplazamiento integrado en el gato.

Preferentemente, el gato es un gato hidráulico.

65 Por otra parte, se comprende que los finales de carrera alto y bajo del gato constituyen topes inferior y superior para el carro.

Siendo el peso del dispositivo de limpieza de barreno creciente con el aumento de los diámetros de los barrenos, el raspador, que se apoya generalmente sobre la espira inferior, sufre esfuerzos importantes susceptibles de dañarlo gravemente.

5 Para resolver este problema, según otro aspecto ventajoso de la invención, el dispositivo de limpieza incluye además un dispositivo de regulación de fuerza para regular la fuerza aplicada por el raspador sobre la espira inferior. Ventajosamente, el dispositivo de regulación de fuerza está configurado para ejercer sobre el carro una fuerza de carga que contrarresta al menos en parte el peso del carro, para reducir la fuerza ejercida por el raspador sobre la
10 espira inferior asegurando al mismo tiempo que el raspador queda apoyado contra la espira inferior. Dicho de otra manera, el módulo de la fuerza de carga es igual a una fracción del peso del carro.

Según un modo de realización ventajoso, el dispositivo de regulación de fuerza está dispuesto entre el carro y el mástil.

15 Preferentemente, el dispositivo de regulación de fuerza incluye al menos un actuador dispuesto entre el cuerpo y el mástil, estando el actuador configurado para ejercer un esfuerzo de empuje sobre el cuerpo, dirigiéndose dicho esfuerzo de empuje según la dirección longitudinal del mástil, hacia un extremo superior del mástil.

Preferentemente, el actuador incluye un gato hidráulico.

20 Aun preferentemente, el gato hidráulico se alimenta a una presión de fluido hidráulico constante.

De manera preferente, el miembro de medición incluye el gato hidráulico del actuador. Dicho de otra manera, el gato hidráulico dispuesto entre el mástil y el carro presenta una doble función ventajosa, a saber, determinar el
25 desplazamiento del carro y reducir el esfuerzo ejercido por el raspador sobre la espira inferior de la pala helicoidal del barreno.

Descripción de las figuras

30 La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que sigue de un modo de realización de la invención dado a título de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista en perspectiva de una máquina de perforación, de acuerdo con la invención, estando el carro del dispositivo de limpieza en posición inicial;
- 35 - la figura 2 ilustra la máquina de perforación de la figura 1, estando el carro en posición alta;
- la figura 3 ilustra la máquina de perforación en la figura 1, estando el carro en posición baja;
- la figura 4 ilustra la máquina de perforación de la figura 1 así como su dispositivo de regulación de velocidad del raspador; y
- 40 - la figura 5 es un gráfico que ilustra la variación de la velocidad de rotación del raspador en función del desplazamiento del carro a lo largo del mástil.

Descripción detallada de la invención

45 En las figuras 1 a 4, se ha ilustrado, parcialmente, una máquina de perforación 10 de acuerdo con la presente invención.

La máquina de perforación 10 está destinada a realizar perforaciones y, en particular, pilotes en el suelo. Conociéndose ya, por otra parte, este tipo de máquina de perforación con barreno, solo se describirán en este documento los
50 elementos necesarios para la comprensión de la invención.

Se podrá hacer igualmente referencia al documento FR 2 563 861 que describe un ejemplo de una máquina de perforación de este tipo.

55 La máquina de perforación 10 incluye un mástil 12 que presenta una dirección longitudinal L; en este ejemplo, la dirección longitudinal L es vertical.

La máquina de perforación 10 incluye, por otra parte, un barreno 14 que tiene un eje longitudinal E paralelo a la dirección longitudinal L.

60 El barreno 14 comprende un tubo hueco 16 que se extiende según el eje longitudinal E, estando este tubo fijado a y rodeado por una pala helicoidal 18.

En aras de la legibilidad, solo una porción de barreno se representa en las figuras 1 a 4. Por supuesto, el barreno puede estar compuesto por varias porciones fijadas punta con punta.

65 La pala helicoidal presenta un diámetro exterior D.

De forma conocida, por otra parte, la máquina de perforación **10** incluye igualmente un dispositivo de desplazamiento (no se ilustra en este documento) para desplazar el barreno **14** con respecto al mástil **12** en traslación según la dirección longitudinal **L**.

5 Este dispositivo de desplazamiento se acciona en particular durante la etapa de perforación y para atornillar el barreno en el suelo y durante la etapa de extracción del barreno fuera del suelo. Como se ha mencionado más arriba, la extracción del barreno fuera del suelo, que interviene después de la operación de perforación, consiste en una traslación vertical sin rotación.

10 En la continuación de la descripción, se anotará la velocidad de desplazamiento vertical del barreno **V**. La máquina de perforación **10** incluye, por otra parte, un dispositivo de limpieza **20** del barreno **14** cuya función es evacuar los escombros alojados entre las espiras de la pala helicoidal durante la extracción del barreno.

15 El dispositivo de limpieza **20** incluye un carro **22** que presenta la forma general de un tambor atravesado axialmente por el barreno **14**. El carro **22** presenta, por lo tanto, un diámetro ligeramente mayor que el diámetro **D** de la pala helicoidal **18**.

20 El carro **22** está montado en el mástil **12** de forma deslizante según la dirección longitudinal **L** del mástil **12**. Para hacerlo, en este ejemplo no limitativo, el carro está montado sobre correderas fijadas a lo largo del mástil.

El carro incluye un cuerpo **24** de forma cilíndrica que rodea el barreno.

25 Como se explicará con más detalle a continuación, el cuerpo **24** está soportado por un par de gatos hidráulicos **30** dispuestos entre el mástil y el carro.

30 El dispositivo de limpieza **20** incluye, por otra parte, un raspador **40** que está dispuesto por debajo del cuerpo **24**. El raspador está montado en un tambor interno **26** del dispositivo de limpieza **20**, estando el tambor interno **26** dispuesto coaxialmente en el interior del cuerpo **24**. Durante la extracción sin rotación, el raspador se extiende entre una espira inferior **18a** y una espira superior **18b** de la pala helicoidal **18** con el fin de evacuar los escombros que se encuentran entre las dos espiras. En este ejemplo ventajoso, el raspador queda encajado entre las dos espiras durante los otros movimientos del barreno, en particular durante las fases de perforación.

35 En este ejemplo, el raspador presenta la forma de una placa que tiene una altura **H** sustancialmente igual a la distancia axial entre la espira inferior **18a** y la espira superior **18b**.

El dispositivo de limpieza **20** incluye, por otra parte, un motor **28** para arrastrar en rotación el tambor interno **26** con el raspador **40** alrededor del eje longitudinal **E**.

40 Se comprende que el accionamiento del motor **28** tiene por efecto hacer girar el raspador **40** con respecto al cuerpo **24** alrededor del tubo hueco.

45 En consecuencia, el raspador gira alrededor del eje de rotación **E** del barreno extendiéndose al mismo tiempo entre la espira inferior **18a** y la espira superior **18b**, lo que permite evacuar los escombros alojados entre la espira inferior y la espira superior.

El raspador **40** está montado preferentemente en el tambor **26** de manera pivotante para poder liberar el raspador al exterior del volumen del barreno cuando el barreno se atornilla en el suelo durante la operación de perforación.

50 En las figuras **1** a **3**, hemos representado un eje **Z** vertical que se extiende paralelamente a la dirección longitudinal **L** del mástil y que está orientado hacia un extremo superior **12a** del mástil. La referencia **Z₀** corresponde a la posición inicial del carro **22** ilustrada en la figura **1**.

55 En estas figuras, que ilustran un modo de implementación no limitativo de la invención, es decir, una fase de hormigonado, el barreno está en fase de extracción sin rotación, de modo que la velocidad de desplazamiento vertical del barreno corresponde a la velocidad de extracción vertical.

En condición normal de extracción sin rotación, la velocidad de extracción vertical del barreno es igual a **V₀**, encontrándose entonces el carro **22** en su posición inicial **Z₀**.

60 En este ejemplo, la velocidad de rotación ω_0 inicial del raspador **40** alrededor del eje de rotación **E** se ajusta para ser igual a V_0/p donde **p** es el paso de la pala helicoidal **18**, de modo que el carro no se mueve verticalmente cuando la velocidad de extracción sin rotación del barreno es igual a **V₀**. Como se ha explicado anteriormente, si la velocidad **V** de extracción vertical sin rotación del barreno varía con respecto a su velocidad inicial **V₀**, el carro **22** será arrastrado por el barreno según la dirección longitudinal **L**, o bien hacia el extremo superior **12a** del mástil **12** si la velocidad de extracción del barreno **V₁** es superior a la velocidad inicial **V₀**, como se ilustra en la figura **2**, o bien hacia el extremo

inferior **12b** del mástil **12** si la velocidad de extracción vertical **V₂** del barreno es inferior a la velocidad **V₀**, tal como se ilustra en la figura **3**.

De conformidad con la invención, la máquina de perforación **10** incluye además un miembro de medición **50** para determinar un desplazamiento ΔZ del carro **22** a lo largo del mástil con respecto a la posición inicial **Z₀** del carro. Por lo tanto, se tiene $\Delta Z = Z - Z_0$

En este modo de realización no limitativo, el miembro de medición **50** está dispuesto entre el carro **22** y el mástil **12**. Incluye el gato hidráulico **30**, de modo que el desplazamiento del carro **22** está determinado a partir de la variación de la longitud del gato **30**.

El gato **30** incluye un sensor de desplazamiento **52** que permite medir el valor del desplazamiento del carro **22**. En el ejemplo de la figura **2**, la velocidad de extracción sin rotación es superior a **V₀** y **V₁**, el carro **22** se ha desplazado hacia el extremo superior **12a** del mástil con un valor ΔZ_1 hasta alcanzar la posición en el eje **Z**. Por lo tanto, se comprende que $\Delta Z_1 = Z_1 - Z_0$.

En el caso de la figura **3**, la velocidad de extracción sin rotación **V₂** es inferior a **V₀** y el carro **22** se ha desplazado hacia el extremo inferior **12a** del mástil **12** con una distancia ΔZ_2 para alcanzar la posición **Z₂** situada por debajo de la posición **Z₀**. Por lo tanto, se comprende que $\Delta Z_2 = Z_2 - Z_0$, con $\Delta Z_2 < 0$.

De conformidad con la invención, el dispositivo de limpieza **20** incluye además un dispositivo de regulación de velocidad **54**, esquematizado en la figura **4** para regular la velocidad de rotación ω del raspador **40** en función del desplazamiento ΔZ del carro determinado por el miembro de medición.

En este ejemplo, el dispositivo de regulación de velocidad **54** está conectado al sensor de desplazamiento **52** y controla el motor **28** proporcionándole una consigna de velocidad de rotación ω del raspador.

En este modo de realización, el dispositivo de regulación de velocidad **54** está configurado para modificar la velocidad de rotación ω del raspador **40** en función del desplazamiento ΔZ del carro, para volver a llevar el carro **22** hacia la posición inicial **Z₀** durante un desplazamiento del carro con respecto a la posición inicial **Z₀**.

Para hacerlo, el dispositivo de regulación de velocidad **54** está configurado para aumentar la velocidad de rotación ω del raspador **40** cuando el carro **22** se desplace hacia el extremo superior **12a** del mástil **12**.

En el ejemplo de la figura **2**, el miembro de medición **50** ha determinado que el carro **22** se ha desplazado de la distancia ΔZ_1 hacia el extremo superior **12a** del mástil **12**. En consecuencia, el dispositivo de regulación de velocidad **54** envía la consigna de velocidad ω_1 al motor **28** con el fin de aumentar la velocidad de rotación del raspador **40**.

La velocidad de rotación ω_1 es estrictamente superior a la velocidad de rotación ω_0 inicial. Se explicará a continuación cómo se determina la velocidad ω_1 .

A la inversa, el dispositivo de regulación de velocidad **54** según la invención está configurado para disminuir la velocidad de rotación ω del raspador **40** cuando el carro se desplace hacia el extremo inferior **12b** del mástil **12**.

En el ejemplo de la figura **3**, el miembro de medición **50** ha determinado que el carro **22** se ha desplazado de una distancia ΔZ_2 desde la posición inicial **Z₀** hacia el extremo inferior **12b** del mástil **12**. En consecuencia, el dispositivo de regulación de velocidad **54** disminuye la velocidad de rotación ω del raspador **40** para llevarlo a la velocidad de rotación ω_2 inferior a la velocidad de rotación ω_0 inicial.

En el ejemplo ilustrado en este documento, el dispositivo de regulación de velocidad **54** está configurado de tal modo que la velocidad de rotación ω sea una función creciente lineal del desplazamiento ΔZ del carro a lo largo del mástil. En el gráfico de la figura **5**, se ha ilustrado la variación de velocidad de rotación $\Delta \omega$ del raspador **40** en función de la posición **Z** del carro **22** con respecto a su posición inicial **Z₀**. En este ejemplo, se tiene:

$$\omega = \omega_0 + \Delta \omega$$

En el ejemplo de las figuras **2** y **3**, $\omega_1 = \omega_0 + \Delta \omega_1$ y $\omega_2 = \omega_0 + \Delta \omega_2$, con $\Delta \omega_1 > 0$ y $\Delta \omega_2 < 0$

La curva ilustrada en la figura **5** es una función lineal creciente que representa la variación de velocidad en función del desplazamiento vertical del carro con respecto a **Z₀**. Por lo tanto, se tiene $\Delta \omega = k \cdot (Z - Z_0)$, donde **k** es el coeficiente de proporcionalidad.

A título de ejemplo, el paso **p** de la pala está generalmente comprendido entre 0,3 y 2 metros y la velocidad de subida del barreno puede variar entre 50 y 200 metros por hora.

Los inventores han realizado varias simulaciones numéricas:

- Para un paso igual a 1,5 m, se podrá elegir un coeficiente **k** del orden de 40 revoluciones/minuto/metro;
- Para un paso igual a 1,2 m, se podrá elegir un coeficiente **k** del orden de 50 revoluciones/minuto/metro;
- Para un paso igual a 0,3 m, se podrá elegir un coeficiente **k** del orden de 200 revoluciones/minuto/metro.

5 Estos ejemplos de valores de **k** permiten asegurarse de que la velocidad de rotación del raspador esté adaptada para detener el alejamiento del carro **22** de su posición inicial **Z₀**. Otros valores de **k** podrán elegirse en función del paso de la pala.

10 El dispositivo puede, igualmente, parametrizarse, de modo que la velocidad ω_1 sea suficiente para volver a llevar el carro **22** hacia la posición inicial **Z₀**, estando este desplazamiento ilustrado por la flecha **F1** de la figura 2. Para hacerlo, la variación de velocidad de rotación $\Delta\omega_1$ se determinará eligiendo un coeficiente **k** más elevado que los propuestos anteriormente. Se comprende en particular que el carro volverá hacia su posición inicial si la velocidad de extracción sin rotación fluctúa alrededor del valor **V₀**.

15 Asimismo, la variación de velocidad de rotación $\Delta\omega_2$ puede calibrarse de manera que el carro **22** vuelva hacia su posición inicial **Z₀** en caso de desplazamiento del carro **22** hacia el extremo inferior **12b** del mástil **12**, estando este desplazamiento del carro ilustrado por la flecha **F2** en la figura 3.

20 Como se ilustra en la figura 1, el raspador **40** se apoya sobre la espira inferior **18a** de la pala helicoidal **18**. El esfuerzo ejercido por el raspador **40** sobre la espira inferior **18a** está constituido por el peso propio del carro.

25 El dispositivo de limpieza incluye además un dispositivo de regulación de fuerza **60**, esquematizado en la figura 1 para regular la fuerza aplicada por el raspador **40** sobre la espira inferior **18a**. Este dispositivo de regulación de fuerza **60** incluye el gato hidráulico **30** dispuesto entre el carro **22** y el mástil **12**.

El gato **30** constituye, por lo tanto, un actuador **31** que está dispuesto entre el cuerpo y el mástil estando configurado para ejercer un esfuerzo de empuje **T** sobre el cuerpo **24**. Siendo este esfuerzo de empuje, en este ejemplo, igual a una fracción del peso del carro, en este caso el 50 % del peso del carro **22**.

30 El esfuerzo de empuje **T** se dirige según la dirección longitudinal **L** del mástil hacia el extremo superior del mástil **12**.

Se comprende que este esfuerzo de empuje **T** permite disminuir el esfuerzo de presión vertical ejercido por el raspador **40** sobre la espira inferior **18a**. Para hacerlo, el gato hidráulico **30** se alimenta a una presión de fluido hidráulico constante.

35 Se comprende, por lo tanto, que, en este ejemplo ventajoso, el miembro de medición **50** incluye el gato hidráulico **30** del actuador **31**.

40 Como se ha mencionado más arriba, se comprende que el dispositivo de regulación de velocidad **54** según la invención es igualmente apto para regular la velocidad de rotación del raspador **40** durante una fase de extracción vertical del barreno **14** con rotación, cualquiera que sea su sentido de rotación.

45 El dispositivo de regulación de velocidad del raspador **40** es igualmente apto para regular la velocidad del raspador durante la fase de perforación, es decir, durante un desplazamiento vertical descendente del barreno con rotación, correspondiente a un movimiento de atornillado del barreno en el suelo.

50 El dispositivo de regulación es igualmente apto para regular la velocidad de rotación del raspador **40** durante una rotación del barreno, sin desplazamiento vertical de este último, con el fin de corregir un desplazamiento del carro **22** que podría resultar de una variación de la velocidad de rotación del barreno **14**.

REIVINDICACIONES

1. Máquina de perforación (10) que incluye:

- 5 un mástil (12) que tiene una dirección longitudinal (L);
 un barreno (14) que tiene un eje longitudinal (E) paralelo a la dirección longitudinal (L) y que comprende una pala helicoidal;
 un dispositivo de desplazamiento para desplazar el barreno (14) con respecto al mástil (12) en traslación según la dirección longitudinal (L);
 10 un dispositivo de limpieza (20) del barreno (14) que comprende un carro (22) montado en el mástil (12) de forma deslizante según la dirección longitudinal (L) del mástil (12), incluyendo el carro un cuerpo (24) que rodea el barreno y un raspador (40) montado en el cuerpo de forma rotativa alrededor de un eje de rotación (R) paralelo a la dirección longitudinal (L), extendiéndose el raspador entre una espira inferior (18a) y una espira superior (18b) de la pala helicoidal;
 15 **caracterizada por que** la máquina de perforación (10) incluye además un miembro de medición (50) para determinar el desplazamiento (ΔZ , ΔZ_1 , ΔZ_2) del carro (22) a lo largo del mástil (12) con respecto a una posición inicial (Z_0) de dicho carro y **por que** el dispositivo de limpieza (20) incluye además un dispositivo de regulación de velocidad para regular la velocidad (ω) de rotación del raspador (40) en función de dicho desplazamiento (ΔZ , ΔZ_1 , ΔZ_2) del carro.

20 2. Máquina de perforación según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el dispositivo de regulación de velocidad (54) está configurado para modificar la velocidad de rotación (ω) del raspador (40) en función del desplazamiento (ΔZ , ΔZ_1 , ΔZ_2) del carro (22) con respecto a la posición inicial para volver a llevar el carro hacia la posición inicial (Z_0) durante un desplazamiento (ΔZ , ΔZ_1 , ΔZ_2) del carro (22) con respecto a la posición inicial (Z_0).

25 3. Máquina de perforación según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** el dispositivo de regulación de velocidad (54) está configurado para aumentar la velocidad de rotación (ω , ω_1 , ω_2) del raspador cuando el carro se desplaza hacia un extremo superior del mástil (12).

30 4. Máquina de perforación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el dispositivo de regulación de velocidad (54) está configurado para disminuir la velocidad de rotación del raspador (40) cuando el carro se desplaza hacia un extremo inferior (12b) del mástil (12).

35 5. Máquina de perforación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el dispositivo de regulación de velocidad (54) está configurado de tal modo que la velocidad de rotación (ω) sea una función creciente lineal (f) del desplazamiento (ΔZ) del carro a lo largo del mástil con respecto a la posición inicial (Z_0).

40 6. Máquina de perforación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** dicho miembro de medición está dispuesto entre el carro (22) y el mástil (12).

7. Máquina de perforación según la reivindicación 6, **caracterizada por que** el miembro de medición (50) incluye al menos un gato (30) dispuesto entre el cuerpo y el mástil, determinándose el desplazamiento del carro (22) a partir de la variación de longitud del gato (30).

45 8. Máquina de perforación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el raspador (40) se apoya sobre la espira inferior (18a) y **por que** el dispositivo de limpieza incluye además un dispositivo de regulación de fuerza (60) para regular la fuerza aplicada por el raspador (40) sobre la espira inferior (18a).

50 9. Máquina de perforación según la reivindicación 8, **caracterizada por que** el dispositivo de regulación de fuerza (60) está dispuesto entre el carro y el mástil.

10. Máquina de perforación según la reivindicación 9, **caracterizada por que** el dispositivo de regulación de fuerza incluye al menos un actuador (31) dispuesto entre el cuerpo y el mástil, estando el actuador configurado para ejercer un esfuerzo de empuje (T) sobre el cuerpo (24), dirigiéndose dicho esfuerzo de empuje (T) según la dirección longitudinal (L) del mástil, hacia un extremo superior del mástil (12).

11. Máquina de perforación según la reivindicación 10, **caracterizada por que** el actuador (31) incluye un gato hidráulico.

60 12. Máquina de perforación según la reivindicación 11, **caracterizada por que** el gato hidráulico (30) se alimenta a una presión de fluido hidráulico constante.

13. Máquina de perforación según una o la otra de las reivindicaciones 11 y 12, **caracterizada por que** el miembro de medición (50) incluye el gato hidráulico (30) del actuador (31).

65

