

SISTEMA DE PERFORACIÓN MULTI FLUIDOS

Campo técnico

Se describe un sistema y un método para perforar un orificio
5 en el suelo. El orificio puede estar, por ejemplo, pero no
limitado a, orificios de exploración o producción para
hidrocarburos o acceso a fuentes geotérmicas subterráneas, o
orificios para almacenamiento de desechos.

10 Antecedentes de la técnica

Existen muchos tipos de sistemas de perforación de suelos para
perforar orificios para propósitos particulares y en
condiciones específicas del suelo. Una serie de sistemas de
perforación de fondo de pozo utilizan un fluido a presión para
15 ayudar a avanzar el taladro. El fluido puede actuar para
impulsar una herramienta de perforación acoplada a una columna
de perforación asociada, o para enjuagar los cortes de taladro
desde un orificio perforado, o ambos. El fluido puede ser un
gas tal como el aire o nitrógeno, un líquido/suspensión tal
20 como el agua o lodo de perforación, o una combinación de gas y
líquido.

Para la exploración y producción de petróleo y gas, es común
el uso de motores de fondo de pozo que son accionados por un
fluido de alta densidad específica tal como lodo de perforación

para proporcionar rotación a una broca de martillo adjunta. El lodo también puede actuar para despejar los cortes del orificio y proporcionar un control de presión en el fondo del pozo. Además, la tasa de flujo volumétrica del lodo a través de un motor de lodo puede ser suficiente para eliminar un pozo si es necesario. Sin embargo, hay una limitación en términos de perforación en materiales duros, particularmente con orificios direccionales (es decir, no verticales). Esto se debe a la incapacidad de aplicar suficiente empuje descendente o peso sobre la broca ("WOB") para fracturar la roca y avanzar la perforación a una tasa económica.

La limitación de la penetración en materiales duros puede superarse mediante el uso de un martillo de perforación (DTH). Los martillos DTH son accionados por un fluido. Aunque el aire es un fluido de conducción común, no permite el control de la presión del pozo y del suelo. También a menudo no es posible proporcionar aire con la presión y el volumen requeridos para proporcionar un diferencial de presión suficiente con referencia al ambiente prevaleciente del orificio descendente para accionar eficazmente el martillo.

En lugar de aire, se puede utilizar agua y aditivos como el lodo de perforación para impulsar el martillo. Esto permite presiones de perforación más altas proporcionadas para combatir las altas presiones del suelo. Sin embargo, debido a su

naturaleza inherente, el lodo de la perforación rápidamente desgasta las superficies internas del martillo, lo que conduce a la necesidad de un reemplazo frecuente. Esto implica que el proceso requiera de mucho tiempo para activar la columna de perforación. Además, los taladros de martillo convencionales no permiten una tasa de flujo volumétrica suficiente para eliminar un pozo (es decir, inundar el pozo rápidamente para controlar o detener el flujo de gas y otras condiciones de pozo peligrosas) en el caso de una condición peligrosa de sobrepresión.

Resumen de la divulgación

En términos generales, se describe un sistema y un método de perforación que utilizan una pluralidad de fluidos para conducir dispositivos de fondo de pozo separados. Los dispositivos de fondo de pozo separados pueden comprender un martillo y un motor de fondo de pozo. Una broca de martillo está unida al martillo y el martillo está descendente del motor. El sistema de perforación está acoplado en un extremo descendente a una columna de perforación. La columna de perforación está dispuesta para permitir el flujo separado e independiente de un primer fluido y un segundo fluido. El primer fluido se utiliza para accionar el martillo. El segundo fluido se utiliza para accionar el motor. Ambos fluidos pueden

ser líquidos. Los líquidos pueden, y muchas veces tendrán, características diferentes. La diferencia puede ser en términos de uno o más de su gravedad específica, viscosidad, reología, presión y tasa de flujo.

5 El motor del fondo del pozo se puede utilizar para girar el martillo. Sin embargo, también es posible detener el flujo del segundo fluido al motor de fondo de pozo, en cuyo caso el motor no girará el martillo. En ese caso, la rotación del martillo puede proporcionarse girando la columna de perforación, por
10 ejemplo, mediante el uso de una mesa giratoria de superficie o cabezal de rotación.

Se puede proporcionar una unión orientable entre un extremo de fondo de la columna de perforación y el martillo. De este modo, la unión orientable puede estar entre el extremo de la columna
15 y el motor, o entre el motor y el martillo.

El sistema está configurado de manera que el primer fluido pueda ser descargado en el orificio que se está perforando. El primer fluido puede ser descargado a través de la cara de corte de la broca del martillo. El segundo fluido también se descarga
20 en el orificio. La descarga puede estar cerca de la cara de corte de la parte o desde una ubicación ascendente del taladro de martillo.

El uso de múltiples fluidos permite optimizar el sistema y el método mediante una selección adecuada de los fluidos para

satisfacer sus necesidades específicas. Por ejemplo, el primer fluido puede ser optimizado para operar el martillo en términos de potencia, velocidad, eficiencia y longevidad. Por otra parte, el segundo fluido puede optimizarse en términos de funcionamiento del motor y: eliminación del orificio de las estacas de perforación; estabilidad del orificio; y, proporcionar una condición de presión de fondo deseada, ya sea por sí misma o cuando se mezcla con el primer fluido en el caso que el primer fluido se encuentre agotado dentro del orificio después de operar el martillo. Los parámetros o características que pueden seleccionarse para el segundo fluido incluyen, pero no se limitan a: la velocidad del orificio, la viscosidad y la gravedad específica.

El primer fluido puede ser denotado como un "fluido de potencia", ya que este es el fluido que proporciona potencia para impulsar el taladro de martillo de fondo de pozo. Es el fluido de potencia que fluye a través de un dispositivo portador del martillo para alternar un pistón que choca cíclicamente una parte del martillo. En varias realizaciones, el primer fluido puede comprender un líquido o un gas o una combinación de estos, tal como, pero no limitado a: agua, aceite, aire, nitrógeno gaseoso o mezclas de estos.

El segundo fluido, además de probar la potencia al motor, tiene otras funciones que pueden realizarse simultáneamente o por

separado en diversas circunstancias. Por ejemplo, el segundo fluido puede funcionar como un fluido de limpieza para limpiar los cortes del orificio y en particular desde cerca de la cara de la broca del martillo. El segundo fluido también se puede
5 usar para controlar la presión de fondo de pozo. Por esta razón, el segundo fluido también se puede designar como un "fluido de limpieza" o un "fluido de control". El segundo fluido, en la mayoría de los casos, es un líquido tal como, pero no limitado a: agua, lodo de perforación o, por ejemplo,
10 condiciones peligrosas de sobrepresión, cemento/lechada. En el caso que se utilice agua como segundo fluido, no es de gran importancia para la vida operativa del martillo si el agua lleva consigo fracciones significativas de material particulado. Esta agua sucia se puede utilizarse para operar
15 el motor. Aunque es preferible usar agua limpia para el martillo.

En un primer aspecto se describe un sistema de perforación multi-fluido capaz de ser acoplado a un extremo de una columna de perforación configurada para permitir el flujo separado de
20 un primer fluido y un segundo fluido, comprendiendo el sistema:

un martillo dispuesto de modo que, cuando está soportado por la columna de perforación, un primer fluido que fluye a través de la columna de perforación es capaz de accionar el taladro de martillo, el martillo provisto de una broca; y

un motor dispuesto de modo que, cuando es soportado por la columna de perforación, un segundo fluido que fluye a través de la columna de perforación es capaz de fluir a través de y accionar el motor;

- 5 un motor estando acoplado al taladro de martillo y dispuesto para hacer girar la broca del martillo cuando el segundo fluido fluye a través del motor.

En un segundo aspecto se describe un sistema de perforación multi-fluido que comprende:

- 10 Una columna de perforación configurada para permitir el flujo separado de un primer fluido y un segundo fluido;

- un martillo soportado por la columna de perforación y en comunicación fluida con la columna de perforación en la que el primer fluido es capaz de accionar el martillo, el martillo
15 provisto de una broca; y

- un motor soportado por la columna de perforación y en comunicación fluida con la columna de perforación, en el que el segundo fluido es capaz de fluir a través y accionar el motor, el motor dispuesto para hacer girar la broca del
20 martillo.

En un tercer aspecto, se describe un método de perforación de un orificio que comprende:

acoplar un motor a un martillo, siendo el motor capaz de hacer girar el taladro de martillo;

proporcionando un primer fluido al martillo para permitir que una broca del martillo haga impacto cíclico en una punta del orificio que se está perforando; y

proporcionando un segundo fluido al motor en aislamiento
5 del primer fluido para permitir que el motor haga girar el martillo. En una realización, el primer fluido es dirigido a través del sistema de perforación para salir del sistema de perforación adyacente a la broca del martillo.

10 Breve descripción de los gráficos

No obstante, cualquier otra forma que pueda caer dentro del alcance del sistema y método expuestos en el Resumen, se describirá ahora una forma de realización específica a modo de ejemplo, solamente con referencia al gráfico adjunto en el que:

15 La figura 1 es una representación esquemática de una primera realización del sistema de perforación multi-fluido descrito;

La figura 2 es una representación esquemática de una segunda realización del sistema de perforación multi-fluido descrito;

La Figura 3 es una representación esquemática de una tercera
20 realización del sistema de perforación multi-fluido descrito;

La figura 4 es una representación esquemática de una cuarta realización del sistema de perforación multi-fluido descrito;

y,

La figura 5 es una representación esquemática de una quinta realización del sistema de perforación multi-fluido descrito.

Descripción detallada de realizaciones específicas

La figura 1 ilustra una realización del sistema de perforación multi-fluido 10 que perfora un orificio o pozo 11. El sistema 10 está acoplado a una columna de perforación de doble pared 12. La columna de perforación 12 está configurada para permitir el flujo separado de un primer fluido 14 representado por círculos y un segundo fluido 16 representado por flechas. En este caso, el primer fluido 14 fluye en una trayectoria anular exterior o canal 18 de la columna de perforación 12 mientras que el segundo fluido 16 fluye a través de un canal interior o vía de flujo 20. El sistema 10 comprende un martillo 22 y un motor de fondo de pozo 24. El martillo 22 y el motor 24 están soportados por y están acoplados a la columna de perforación 12. El motor 24 está ascendente del martillo 22.

El martillo 22 está dispuesto de manera que cuando está soportado por la columna de perforación 12, el primer fluido 14, cuando fluye a través de la columna de perforación 12, es capaz de fluir hacia y accionar el martillo 22. Como el motor 24 está dispuesto entre el martillo 22 y la columna de perforación 12, el primer fluido 14 también es capaz de fluir a través del motor 24. Con este fin, el motor 24 tiene un canal 25 para permitir que el primer fluido fluya desde la columna

de perforación 12 al martillo 22. El canal 25 actúa como parte de una vía de flujo o conducto para el primer fluido 14.

El martillo 22 es de construcción generalmente convencional e incluye, entre otras características, un martillo 26, un pistón

5 28 y un tubo central 30. El martillo 22 también incluye una

disposición portante (no mostrada) a través de la cual fluye el primer fluido 14. La disposición portante comprende una pluralidad de superficies formadas sobre el pistón 28 y sobre una superficie circunferencial interior de una manga portante

10 (no mostrado). El pistón 28 es obligado a moverse

alternativamente a lo largo del tubo central 30 por acción del fluido 14 que pasa a través de la disposición de transporte.

Esto proporciona fuerza de impacto sobre la broca 26. El fluido 14 se agota entonces generalmente entre el exterior de la broca

15 26 y una carcasa exterior 32 del martillo 22.

El motor 24 es accionado por el flujo del segundo fluido 16.

El segundo fluido 16 cuando pasa a través del motor 24 hace que un rotor (no mostrado) en el motor 24 gire con relación al estator correspondiente (no mostrado). El rotor está acoplado

20 al martillo 22. Así, cuando el fluido 16 pasa a través del motor 24, el martillo 22 que incluye la broca de martillo asociada 26 gira.

En esta realización, el segundo fluido 16 es obligado a fluir a través del tubo central 30 y subsiguientemente a través de

un paso interno en la broca 26. Este paso se abre sobre una cara la broca 34. El fluido 16 puede entonces fluir a través de la cara de la broca 34 y subsiguientemente refuerza el orificio/pozo 11 perforado por el sistema 10. Los fluidos 14 y
5 16 se mezclan a medida que recorren el orificio/pozo 11.

La Figura 2 ilustra una segunda realización del sistema descrito 10a. Los mismos números de referencia utilizados en la figura 1 para describir las características del sistema 10 anterior se usan en la figura 2 para designar las mismas
10 características del sistema 10a. El sistema 10a es sustancialmente el mismo que el sistema 10, sin embargo, el primer fluido 14 en esta realización fluye a través del canal interior 20 mientras que el segundo fluido 16 pasa a través del canal anular 18. Como resultado de esto, el sistema 10a
15 incluye también un sub-cruce 35 entre la columna de perforación 12 y el motor 24. El sub-cruce 35 cruza las trayectorias de flujo del primer y segundo fluido 14 y 16 desde la columna de perforación 12 al motor 24 de modo que: el segundo fluido 16 permanece fluyendo a través del canal 25 en el motor 24 y
20 posteriormente a través del tubo interior 30 del martillo 22; y el primer fluido 14 está dirigido al arreglo portante del martillo 22.

La figura 3 ilustra una realización adicional del sistema descrito designado como 10b. Los mismos números de referencia

usados en la Figura 1 para describir las características del sistema 10 anterior se usan en la Figura 3 para designar las mismas características del sistema 10b. El sistema 10b difiere del sistema 10 sólo a través de la salida o puntos de salida para el segundo fluido 16. En el sistema 10b, el segundo fluido 16 sale del sistema 10 cerca, pero ascendente, del martillo 22. Esto se consigue mediante la provisión de puertos 36 en el motor 24 que permiten que el segundo fluido 16 fluya fuera del motor 24 de pozo de fondo del martillo 22 y dentro del orificio que se perfora. En esta realización, el primer fluido 14 continúa fluyendo a través del motor 24 y al martillo 22 para provocar el movimiento alternativo del pistón 28 y así proporcionar la fuerza de impacto para la broca 26. El fluido 14 sale del sistema 10b desde entre la carcasa externa 32 y la broca 26. Nuevamente, ambos fluidos 14 y 16 se mezclarán en el orificio 11 y fluirán ascendentes para llevar los cortes del taladro a la superficie.

La figura 4 representa una realización adicional designada como sistema 10c. El sistema 10c es una variación del sistema 10b. La variación radica en una reconfiguración menor de los orificios 36 y la adición de una envoltura externa 38. La envoltura 38 se extiende sobre la carcasa exterior 32 del martillo 22. La envoltura 38 y la carcasa exterior 32 están configuradas de modo que formen una vía de flujo anular 40

entre ellos. El puerto 36 está dispuesto para dirigir el fluido 16 para que fluya a través de la trayectoria de flujo 40. El segundo fluido 16 sale entonces del sistema 10c adyacente a la cabeza del martillo 26 pero ascendente de la cara de la broca 34. El primer fluido 14 también sale del sistema 10c entre un extremo inferior de la carcasa exterior 32 y la broca de martillo 26. Así, en este caso, tanto los fluidos 14 como 16 salen sustancialmente de la misma posición en el sistema de perforación 10c y fluyen ascendentes para transportar los cortes de taladro hacia la superficie.

Cada uno de los sistemas 10b y 10c ilustrados en las figuras 3 y 4, respectivamente, puede modificarse adicionalmente, de manera que haga que el fluido 16, en esencia, se desvíe del motor 24 y, de este modo, se bombee directamente al orificio que se perfora en lugar de accionar el motor 24. Para modificar los sistemas 10b y 10c para operar de esta manera, ambos requieren puertos de salida adicionales 42. Los puertos 42 están ascendentes de los puertos 36.

En estas realizaciones modificadas, cada uno de los puertos 36 y 42 está también provisto de válvulas 37 y 43 respectivamente. Las válvulas 37 y 43 pueden abrirse y cerrarse selectiva e independientemente.

Al cerrar las válvulas 43 en los puertos ascendentes 42 y abrir las válvulas 37 en los puertos descendentes 36, los sistemas

10b y 10c funcionan como se ha descrito anteriormente. Sin embargo, si las válvulas 37 en los orificios 36 están cerradas y las válvulas 43 en los orificios 42 se abren, entonces el fluido 16 se desvía sustancialmente del motor 24 y fluye
5 directamente hacia el orificio perforado. En consecuencia, el motor 24 proporcionará muy poco o ningún torque de rotación al martillo 22. En ese caso, la rotación del martillo 22 y la broca correspondiente 26 puede estar proporcionada por un cabezal de giro de tope o plataforma giratoria acoplada a la
10 columna de perforación 12. En ambos casos, el fluido 16 será bombeado dentro del orificio/pozo 11.

La figura 5 muestra una realización adicional de un sistema descrito designado aquí como 10d. Los mismos números de referencia usados en la Figura 1 para describir las
15 características del sistema 10 anterior se usan en la Figura 3 para designar las mismas características del sistema 10d. El sistema 10d difiere de los sistemas anteriores 10-10c por la inclusión de un mecanismo de dirección 50. El mecanismo de dirección 50 se ilustra en esta realización estando dispuesto
20 entre el martillo 22 y el motor 24. Sin embargo, en una realización alternativa, el mecanismo de dirección 50 puede estar situado entre el extremo de la columna de perforación 12 y el motor 24. Sin embargo, es generalmente preferible tener el mecanismo de dirección lo más próximo posible a la cara de

la broca 34. En su forma más simple, el mecanismo de dirección puede incorporarse como una carcasa doblada en el motor 24 o utilizando un estabilizador sub o excéntrico curvado. Así, aunque el mecanismo de dirección 50 se muestra separado del motor 24, puede incorporarse como parte del motor 24.

La provisión del mecanismo de dirección 50 permite que el sistema de perforación 10d se utilice para la perforación direccional. En tal caso, cuando se perfora una sección recta del orificio (por ejemplo, antes y después de un viraje), el martillo 22/ broca de martillo 26 se hace girar haciendo girar la columna de perforación 12. Cuando se requiere cambiar la dirección de perforación, se suministra el segundo fluido 16 A través de la columna 12 hasta el motor 24. Esto activará el mecanismo de dirección para desviar la línea de perforación del martillo 22 y la broca asociada 26 en comparación con la línea de la columna de perforación 12. Una vez perforada la curvatura apropiada, el suministro del segundo fluido 16 puede cesar y la rotación se proporciona de nuevo girando la columna 12 utilizando, por ejemplo, una cabeza de taladro o una plataforma giratoria.

El mecanismo de dirección 50 puede introducirse en cada uno de los sistemas 10a, 10b y 10c descritos anteriormente. En particular, cuando se usa junto con las formas modificadas de los sistemas 10b o 10c que tienen los orificios controlados

por las válvulas 36 y 42, es posible mantener un flujo del segundo fluido 16 dentro del orificio/ pozo 11, independientemente de si se perfora una curva o giro en el orificio/pozo 11.

5 En cada una de las realizaciones descritas anteriormente, el primer fluido 14 puede ser un gas o un líquido (es decir, fluido compresible o incompresible). El primer fluido 16 puede ser un gas como el aire si las profundidades de orificio y los diferenciales de presión son tales que el aire pueda ser
10 suministrado a una presión y tasa de flujo/volumen suficiente para operar el martillo 22. Alternativamente, el primer fluido 14 puede ser un líquido fluido incompresible) tal como, pero no limitado al agua. Esto puede ser beneficioso cuando se perforan orificios profundos con el fin de proporcionar la
15 diferencia de presión para operar el martillo 22. El término "agua" en el contexto del primer fluido 14 al operar o accionar el martillo 22 está referido al agua limpia o relativamente limpia con una pequeña fracción aceptable de material particulado pequeño. Por ejemplo, el agua puede tener una
20 pureza de 5 μ . Esto se debe distinguir de agua sucia o lodos que esencialmente son agua mezclada con fracciones significativas de materia particulada relativamente grande. De hecho, se sabe que se usa lodo para martillos de fondo de pozo. Sin embargo, tales martillos tienen una vida útil corta, ya

que el lodo tiene un efecto abrasivo sobre el funcionamiento interno del martillo y, en particular, sobre las superficies portantes. Esto conduce a una degradación rápida del rendimiento y a la necesidad de cambiar el martillo 22 de una
5 manera regular.

El segundo fluido 16 que fluye de forma aislada al primer fluido 14 puede ser elegido, además de proporcionar potencia para accionar el motor 24, para tener características para controlar las condiciones descendentes, proporcionar
10 lubricación a la broca 34 y recortes del orificio/pozo 11. El fluido 16 puede ser, pero no está limitado a, gases, agua, agua sucia, lodo de perforación, aditivos de perforación, lubricantes y una combinación de dos o más de estos.

Aunque el primer fluido 14 no es crucial en términos de control
15 de las condiciones de presión descendente, su densidad y viscosidad pueden tenerse en cuenta al seleccionar el segundo fluido 16, de modo que la mezcla de los fluidos 14 y 16 proporcione una condición de presión descendente deseada. De este modo, se pueden seleccionar o modificar las
20 características del segundo fluido 16 para proporcionar las condiciones descendentes deseadas, teniendo en cuenta, pero sin requerir ningún cambio, del primer fluido 14.

En el caso que se detecten condiciones peligrosas, es posible proporcionar un segundo fluido 16 a un volumen y tasa de flujo

suficientes para eliminar el pozo. Esto surge debido a la manera en la que se suministra el segundo fluido 16, que proporciona un volumen sustancialmente mayor de líquido que con un martillo de fluido tradicional de fondo de pozo.

- 5 Los anteriores sistemas 10-10d permiten un método de perforación de un orificio o pozo en el suelo utilizando un martillo accionado por fluido 22 con un motor accionado por fluido adyacente que proporciona torque. Se utilizan fluidos separados 14 y 16 para accionar el martillo 22 y el motor 24.
- 10 Los fluidos pueden adaptarse a las condiciones predominantes descendentes y/o para un funcionamiento óptimo del martillo y/o del motor 24. Los fluidos 14 y 16 pueden ser bombeados en un extremo ascendente de la columna de perforación 12 usando un eslabón giratorio de entrada de fluido de circulación doble.
- 15 Las realizaciones descritas anteriormente del sistema y el método de perforación asociado son particularmente, pero no exclusivamente, adecuados para perforar: petróleo y gas; o pozos geotérmicos en formaciones de suelo duro, o taladrando orificios muy profundos, como por ejemplo de una profundidad
- 20 de más de 5000 m. En particular, las realizaciones del sistema y el método descritos permiten el uso de las herramientas de perforación de orificios en forma de martillos de perforación que son muy adecuados para perforar materiales duros, aunque no son favorables al perforar petróleo/ gas debido al

equilibrio entre la longevidad de la herramienta de perforación y la capacidad de controlar la presión del orificio y mantener la estabilidad del orificio. Por ejemplo, para perforar con una subpresión marginal cuando se utiliza un martillo de orificio regular, puede ser necesario operar el martillo con un fluido de una gravedad específica relativamente alta. Esto implicará el uso de un lodo o lechada para impulsar el martillo. Sin embargo, por su propia naturaleza, el barro o lodo contendrá partículas que desgastan y agotan el martillo. Como resultado, se hace necesario activar la columna de perforación con más frecuencia para reemplazar el martillo desgastado. Cuando un orificio tiene varios kilómetros de profundidad, el disparo de la columna de perforación puede tardar hasta o exceder las 24 horas. Sin embargo, si se utiliza un fluido de accionamiento de martillo de menor gravedad específica, entonces se puede perder la capacidad de proporcionar una condición de presión específica.

Las realizaciones del sistema y del método permiten la provisión y el control separados de los parámetros y características de los fluidos de trabajo y de lavado, permitiendo así la máxima eficacia y longevidad de la herramienta de pozo de fondo, proporcionando también control sobre la presión descendente y la estabilidad de orificio.

Las realizaciones del sistema y método descritos en la presente usan dos flujos de fluido separados hasta el fondo de la columna de perforación 12 y en muchas realizaciones el pozo/orificio 11. En consecuencia, los fluidos 14 y 16 se mezclarán en o muy
5 cerca de la cara de la broca 34, es decir, el fondo del pozo 11. Esto permite el control del pozo con el máximo efecto y seguridad y la mezcla de ambos fluidos en o muy cerca de la cara de la broca.

La relación entre el primer fluido 14 y el segundo fluido 16
10 puede estar entre 10/90 y 30/70. Esto es un 10% del primer fluido 16 y 90% del segundo fluido 18. Esto significa, por ejemplo, que durante la perforación de un pozo de 8.5 pulgadas usando una tubería de perforación de 5.5 pulgadas, una realización del martillo revelado 22 usará de 10% a 30% del
15 volumen total del pozo como un primer fluido 16.

Considerados en términos de volúmenes y presiones de fluidos, digamos, por ejemplo, el volumen total de fluido requerido para taladrar y levantar cortes de taladro es de 1000 litros por minuto bombeado a una presión de 5000 psi. El martillo 22
20 utilizará de 100 a 300 litros por minuto de ese volumen total. El segundo fluido será bombeado a alrededor de 4000 psi y la tasa de flujo será de 900 a 700 litros por minuto.

Por tanto, las realizaciones del sistema y método descritos son muy eficaces en comparación con un martillo de agua

accionado normalmente. En un entorno y una profundidad de pozo comparables, un martillo de agua normalmente operado usaría típicamente más de 1000 litros por minuto y hasta 2000 litros por minuto. Esto es sustancialmente más que los 100-300 litros por minuto de las realizaciones del sistema y método descritos.

5 En el sistema y método descritos, la provisión de flujos de fluido separados para el motor y el martillo permite "afinar" el proceso de perforación en el que la velocidad de rotación/torque y la energía de percusión del martillo pueden

10 controlarse por separado. La velocidad de rotación/torque de la broca del martillo 26 se puede controlar controlando el flujo y otras características del segundo fluido 16 que acciona el motor 24. La energía de percusión de la broca del martillo 26 puede ser controlada controlando el flujo y otras

15 características del primer fluido 14. Así, por ejemplo, es posible taladrar con baja velocidad de rotación de broca y alta velocidad de impacto de percusión; o alta velocidad de rotación de broca y baja energía de percusión de broca; o incluso más generalmente cualquier combinación de velocidad de rotación de

20 broca y energía de percusión de broca.

Las realizaciones del sistema y método pueden ser usadas en plataformas terrestres o en alta mar. En las reivindicaciones que siguen y en la descripción anterior de la invención,

excepto cuando el contexto requiere de otra manera debido a un lenguaje expreso o implicación necesaria, la palabra "comprende" o variaciones tales como "comprende" o "comprendiendo" se usa en un sentido inclusivo, es decir, para
5 especificar la presencia de las características indicadas, pero no para excluir la presencia o adición de otras características en varias realizaciones del sistema y método descritos.