

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 524**

51 Int. Cl.:

E02D 3/12

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.02.2008 PCT/US2008/054752**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.01.2017 WO2008144093**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2008 E 08795798 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.02.2017 EP 2126224**

54 Título: **Método y aparato para crear pilotes de agregado compactado utilizando un mandril hueco con limitadores de flujo ascendente**

30 Prioridad:

**22.02.2007 US 902504 P
23.02.2007 US 902861 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.06.2017

73 Titular/es:

**GEOPIER FOUNDATION COMPANY, INC.
(100.0%)
130 Harbour Place Drive, Suite 280
Davidson, North Carolina 28036, US**

72 Inventor/es:

**WISSMANN, KORD J. y
METCALFE, BRIAN**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 616 524 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

Método y aparato para crear pilotes de agregado compactado utilizando un mandril hueco con limitadores de flujo ascendente

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

10 Esta solicitud está relacionada y reivindica prioridad a la Solicitud Provisional de los Estados Unidos número de serie 60/902.504, presentada el 22 de febrero de 2007 y la Solicitud Provisional de los Estados Unidos número de serie 60/902.861 presentada el 23 de febrero de 2007. Las descripciones de las Solicitudes Provisionales se incorporan específicamente como referencia en la presente descripción.

Campo de la invención

15 La presente invención se refiere a la instalación de pilotes de agregado en suelos de cimentación para el soporte de edificios, paredes, instalaciones industriales, y estructuras relacionadas con la transportación utilizando mandriles de desplazamiento tal como se conoce generalmente del documento US 2004/115011 A1. En particular, la presente invención se dirige a métodos y aparato para la instalación de pilotes de agregado a través del uso de un mandril hueco cilíndrico que incluye configuraciones para restringir el flujo ascendente de agregado dentro del mandril durante la compactación.

Antecedentes de la invención

25 Las instalaciones pesadas o sensibles al asentamiento que se localizan en áreas que contienen suelos blandos o débiles se soportan frecuentemente sobre cimentaciones profundas. Estas cimentaciones profundas se hacen típicamente de pilotes conducidos o pilotes de concreto instalados después de la perforación. Las cimentaciones profundas están diseñadas para transferir cargas estructurales a través de los suelos blandos a estratos desuelo más competentes.

30 En los últimos años, los pilotes de agregado se han utilizado de forma creciente para soportar estructuras localizadas en áreas que contienen capas de suelos blandos. Los pilotes son diseñados para reforzar y dar resistencia a las capas blandas y minimizar los asentamientos resultantes. Estos pilotes se construyen utilizando una variedad de métodos que incluyen métodos de perforación y apisonamiento tales como se describen en las patentes norteamericanas Nos. 5,249,892 y 6,354,766 ("Short Agregado Piers"), métodos de mandril conducido tal como se describe en la patente de Estados Unidos No. 6,425,713 ("Lateral Displacement Pier") y métodos de mandril conducido con cabeza de apisonamiento tal como el desarrollado por Nathaniel S. Fox y conocido como el "Pilote de Impacto" y se describe en la Patente de Estados Unidos No. 7,226,246.

40 La técnica de "Pilote de Agregado Corto" mencionada anteriormente, la cual incluye perforar o excavar una cavidad, en una solución de cimentación efectiva, especialmente cuando se instala en suelos cohesivos donde la estabilidad de la pared lateral del agujero es fácilmente mantenida.

45 Los métodos de "Pilote de Desplazamiento Lateral" y "Pilote de Impacto" se desarrollaron para instalaciones de pilote de agregado en suelos granulares donde la estabilidad de la pared lateral de la cavidad no es fácilmente mantenida. El "Pilote de Desplazamiento Lateral" se construye al conducir un tubo dentro de la tierra, al perforar el suelo dentro del tubo, al rellenar el tubo con agregado y al utilizar el tubo para compactar el agregado "en elevaciones delgadas". Se utiliza típicamente un borde biselado en el fondo del tubo para compactación.

50 El "Pilote de Impacto" es una extensión del "Pilote de Desplazamiento Lateral". En este caso, una cabeza apisonadora de diámetro más pequeño de 20,32 a 40,64 centímetros (8 a 16 pulgadas) se conduce dentro de la tierra. La cabeza apisonadora está unida a un tubo, el cual se rellena con piedra triturada una vez que la cabeza apisonadora es conducida a la profundidad de diseño. La cabeza apisonadora se levanta, después permitiendo en consecuencia que la piedra permanezca en la cavidad y después la cabeza apisonadora se conduce de regreso hacia abajo a fin de densificar cada elevación de agregado. Una ventaja del Pilote de Impacto, sobre el Pilote de Desplazamiento Lateral es la velocidad de construcción.

60 La invención es un mejoramiento en estas técnicas del campo anterior, y en particular, el Pilote de Desplazamiento Lateral, el Pilote de Impacto y sus métodos. Se proporciona un mecanismo más eficiente para compactar agregado al restringir al movimiento ascendente del agregado a través del mandril durante la conducción del mandril.

65 Generalmente, la invención emplea un mandril de acero integrado por un tubo superior como una porción primaria utilizado para el suministro de agregado a una porción del tubo inferior o cabeza apisonadora. Durante la extracción del mandril, se minimiza el movimiento ascendente del agregado. Sin embargo, durante la compactación existe una posibilidad de que los materiales se puedan empujar dentro del mandril conforme el mandril se hace bajar. De acuerdo con la invención, la posibilidad de que los materiales se mueven hacia arriba dentro del mandril se elimine o se reduce

sustancialmente.

Resumen de la invención

5 En un aspecto, la invención se refiere a un mandril equipado con un limitador de flujo para evitar que el agregado se mueva hacia arriba dentro del mandril durante la compactación hacia abajo. La invención se refiere a sistemas y métodos tales como se describe en la patente de Estados Unidos No. 6,425,713 ("Lateral Displacement Pier") y el método de mandril conducido con cabeza apisonadora tal como el desarrollado por Fox y conocido como "Pilote de Impacto" y se da a conocer en la patente de Estados Unidos No. 7,226,246. Las descripciones de todos los documentos mencionados anteriormente se incorporan expresamente en este documento a manera de referencia.

10 En una modalidad, la invención puede emplear dos porciones de tubo cilíndrico alineadas con sus extremos adyacentes interconectados para formar un mandril alargado. Una porción de tubo superior del mandril es un mecanismo de suministro de agregado primario. El agregado se alimenta dentro de una tolva en el extremo superior de la porción de tubo superior. Una porción de tubo de fondo del mandril puede tener un diámetro ligeramente más grande que la porción de tubo superior que también opera como una cabeza apisonadora para el mandril. Los miembros estructurales, los cuales pueden ser mecánicos activos o pasivos, están localizados dentro de la porción de tubo de fondo. Los miembros estructurales permiten un movimiento generalmente no restringido de los materiales de agregado hacia abajo a través del mandril y hacia afuera a través de la porción de tubo del fondo conforme el mandril se levanta. Cuando el apisonamiento del agregado se conduce a través del movimiento hacia abajo del mandril, los miembros estructurales restringen o retardan el flujo ascendente del agregado u otros materiales dentro del mandril.

25 En una primera modalidad, la porción de tubo de fondo incluye limitadores de flujo mecánicos, por ejemplo, en la forma de miembros que se extienden verticalmente móviles. Los limitadores están montados cerca de la región superior en el interior de la porción de tubo de fondo, adyacentes a la interfaz de las dos secciones de tubo (aunque se entiende que las porciones superior y de fondo podrían comprender una unidad unitaria individual con espesores de pared variantes, etcétera). Los limitadores de flujo mecánicos operan de una manera activa y dinámica para restringir el movimiento ascendente del agregado o suelo en el mandril durante las operaciones de apisonamiento o compactación.

30 En esta modalidad, los limitadores de flujo mecánicos están formados preferentemente por cadenas de acero, sogas de alambre u otros mecanismos similares. Los limitadores de flujo mecánicos se pueden asegurar típicamente en su extremo superior dentro de la porción de tubo de fondo del mandril o la cabeza apisonadora y se extienden hacia abajo verticalmente dentro de la porción de tubo de fondo del mandril conforme el mandril se levanta. Esto es debido a que el agregado endereza los limitadores conforme el mandril se levanta. Cuando el mandril se mueve hacia abajo durante la compactación del agregado, los limitadores de flujo mecánicos se pueden mover, y se mueven hacia adentro y hacia arriba dentro de la porción de tubo de fondo del mandril como un resultado de la interacción con el agregado. Cuando los limitadores se mueven hacia adentro, tienden a amontonar el agregado restringiendo de esta manera el flujo ascendente del agregado en el mandril.

40 En una modalidad más específica, el extremo inferior del mandril también puede incluir una placa de sacrificio (también referida de otra manera en este documento como una zapata de conducción desechable). La placa de sacrificio se inserta dentro de una abertura en el fondo de la cabeza apisonadora del mandril. La placa evita que la tierra entre al mandril durante la operación de conducción y se deje en el fondo del mandril durante la colocación y compactación del agregado. Alternativamente, la placa de sacrificio se puede eliminar y el agregado se puede colocar dentro del mandril antes de la conducción. El agregado sirve para evitar que la tierra entre al mandril durante la conducción, ya que impide que fluya de regreso dentro del mandril por los limitadores de flujo mecánicos.

50 En la construcción de un pilote de agregado de acuerdo con la presente invención, el mandril es llevado a su profundidad de diseño. Si se emplea una placa de sacrificio, el agregado se puede suministrar a la parte superior del mandril a través de la tolva que está montada al extremo superior del mandril. Si el mandril se conduce sin una placa de sacrificio, el agregado se puede alimentar dentro del mandril antes de la conducción. Al lograr la profundidad deseada durante la operación de conducción, el mandril se extrae después parcialmente una longitud predeterminada, por ejemplo, de manera típica aproximadamente 91,5 centímetros (3 pies) y el agregado se deja fluir a través de la porción superior de suministro del mandril primario y la porción de tubo de fondo más grande. El mandril luego se conduce hacia abajo, de manera típica aproximadamente 61 centímetros (2 pies), utilizando un equipo convencional capaz de suministrar una fuerza descendente estática o dinámica a la porción de tubo de fondo de la cabeza apisonadora. Durante la conducción hacia abajo, los limitadores de flujo mecánicos son empujados hacia adentro y hacia arriba por el agregado que entra en el fondo del mandril. Esta acción causa que los limitadores de flujo se amontonen juntos en la cabeza apisonadora. Después, la cabeza apisonadora se cierra en esta región por los limitadores de flujo y en consecuencia se evita o se retarda el flujo ascendente del agregado en el mandril.

60 En una modalidad alternativa, la invención es como se describe previamente, y también tiene dos porciones de tubo cilíndrico alineadas con sus extremos adyacentes interconectados para formar el mandril alargado. Como antes, la porción de tubo superior del mandril es el mecanismo de suministro de agregado primario, y el agregado se alimenta dentro de una tolva en el extremo superior de la porción de tubo superior. La porción de tubo de fondo del mandril tiene, en una modalidad, un diámetro ligeramente más grande que la porción de tubo superior y permite el movimiento no

restringido del agregado a través del mandril cuando se levanta el mandril. La porción de tubo de fondo sirve nuevamente como una cabeza apisonadora para el mandril.

5 En esta modalidad, los limitadores de flujo pasivos están montados en el interior de la porción de tubo de fondo, y sirven para restringir el movimiento ascendente del agregado durante una operación de apisonamiento o de compactación. Los limitadores de flujo pasivos son estructuras estáticas y se extienden en general horizontalmente hacia adentro. Los limitadores de flujo pasivos se pueden hacer de acero, aleaciones de acero, madera, placas de metal u otros materiales de construcción capaces de proporcionar resistencia pasiva dentro de la porción de fondo del mandril en la aplicación de un movimiento hacia abajo vertical directo del mandril. Los limitadores de flujo pasivos están fijados a lo largo de la periferia interior de la porción de tubo de fondo o cabeza apisonadora. El ángulo de los limitadores de flujo pasivos a lo largo de su cara superior puede variar de aproximadamente 0 grados relativa a la horizontal, a aproximadamente 60 grados hacia abajo del horizontal. Se extienden dentro del centro del mandril una longitud suficiente para restringir el movimiento ascendente del agregado durante el apisonamiento, pero sin impedir sustancialmente el movimiento descendente del agregado relativo al mandril cuando el mandril se levanta.

15 Como con la primera modalidad, el extremo inferior del mandril también se puede equipar con una placa de sacrificio insertada dentro de la abertura en el fondo de la cabeza apisonadora del mandril. En una alternativa, la placa se puede eliminar y el agregado se coloca en el mandril antes de la conducción para prevenir que la tierra entre durante la operación. Durante la conducción hacia abajo, el agregado que entra al fondo del mandril se acopla por los limitadores pasivos. Esta acción causa que el agregado entre a los limitadores pasivos "arquee" los limitadores "obstruyendo" en consecuencia el mandril y evitando el flujo ascendente del agregado.

20 La presente invención en todas las modalidades permite un flujo o movimiento de gravedad no restringido del agregado relativo al mandril mientras que se levanta el mandril y proporciona una compresión mecánica o pasiva que crea un tapón de agregado temporal mientras se conduce el mandril hacia abajo. El tapón de agregado evita el movimiento ascendente adicional del agregado dentro del mandril y evita de esta manera que el tapón de agregado se utilice como una superficie de compactación adicional, junto con el borde de fondo de la cabeza apisonadora durante la compactación hacia abajo. Esta superficie mayor de compactación facilita la construcción de pilotes más resistentes y más rígidos.

25 Se debe entender que la invención como se describe a partir de ahora no se limita a los detalles de construcción y configuraciones de componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustraciones en los Dibujos. La invención es capaz de modalidades alternativas y de ser practicada o llevada a cabo de varias formas. Específicamente, las dimensiones descritas y donde se presentan en los Dibujos son únicamente modalidades ejemplares y se pueden modificar por aquellas personas expertas en el campo como condiciones autorizadas.

Breve descripción de los dibujos

30 La Figura 1 es una vista esquemática transversal parcial frontal de una primera modalidad que ilustra un mandril mecánicamente restringido de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 es una vista esquemática transversal parcial lateral del mandril de la Figura 1.

45 La Figura 3 es una vista superior del mandril de la invención que muestra una tolva para agregado.

La Figura 4 es una vista esquemática transversal parcial agrandada de la porción de tubo de fondo o cabeza apisonadora del mandril de la Figura 1, que muestra una modalidad de los limitadores de flujo mecánicos, por ejemplo cadenas, adaptadas alrededor de la periferia interior de la cabeza apisonadora.

50 La Figura 5 es una vista de fondo en planta agrandada de la porción de tubo de fondo o cabeza apisonadora mostrada en la Figura 1.

La Figura 6 es una vista en perspectiva del interior de la porción de fondo de la modalidad de la Figura 1.

55 La Figura 7 es una vista esquemática transversal parcial frontal del mandril de la Figura 1, como el mandril está siendo conducido con un tapón terminal de protección.

60 La Figura 8 es una vista esquemática transversal parcial frontal del mandril, similar a la Figura 7, cuando el mandril está siendo extraído dejando el tapón terminal de protección en el fondo de la cavidad y dejando un relleno suelto de agregado en la cavidad.

65 La Figura 9 es una vista esquemática transversal parcial frontal del mandril, similar a las Figuras 7 y 8, como el mandril está, siendo conducido hacia abajo para compactar el agregado suelto abajo del fondo del mandril, con los limitadores de flujo que se deforman hacia arriba y hacia adentro para comprimir el área transversal de la cabeza apisonadora y prevenir el movimiento ascendente del agregado a través del mandril al formar un tapón de agregado temporal en la

porción de fondo del mandril.

La Figura 10 es una vista que demuestra el arqueado del agregado dentro de la porción de fondo del mandril para bloquear el flujo ascendente durante el apisonamiento.

La Figura 11 es una vista esquemática transversal parcial frontal de una segunda modalidad que ilustra los limitadores de flujo pasivos de acuerdo con la presente invención.

La Figura 12 es una vista esquemática transversal parcial lateral del mandril mostrado en la Figura 11.

La Figura 13 es una vista frontal esquemática transversal parcial agrandada de la porción de tubo de fondo o cabeza apisonadora del mandril de la Figura 11 con los limitadores de flujo pasivos.

La Figura 14 es una vista de fondo agrandada de la porción de tubo de fondo o cabeza apisonadora mostrada en la Figura 13 que muestra los limitadores que se extienden alrededor de la periferia interior de la porción de tubo de fondo.

La Figura 15 es una vista esquemática transversal parcial frontal del mandril de la Figura 11 como el mandril está siendo conducido con un tapón terminal de protección.

La Figura 16 es una vista esquemática transversal parcial frontal del mandril, similar a la Figura 15, como el mandril está siendo extraído dejando el tapón terminal de protección en el fondo de la cavidad y dejando un relleno suelto de agregado en la cavidad.

La Figura 17 es una vista frontal del mandril, similar a las Figuras 15 y 16, de cómo el mandril está siendo conducido hacia abajo para compactar un relleno suelto de agregado, donde el agregado se acopla con los limitadores de flujo pasivos.

La Figura 18 es una gráfica que ilustra una comparación de prueba de carga de módulo.

Descripción detallada

En un aspecto, se proporciona un método y aparato para la instalación de pilotes de agregado en suelos de cimentación. El método consiste en conducir un mandril de tubo hueco 1 como se muestra en las Figuras dentro de los suelos de cimentación con una máquina base capaz de conducir el mandril. La máquina base está típicamente equipada con un martillo vibratorio para pilotes y la capacidad para aplicar una fuerza estática al mandril para lograr una penetración en el suelo de cimentación. Estas máquinas son convencionales y bien conocidas en el campo y no necesitan ser descritas en mayor detalle en este documento. También se pueden utilizar las máquinas alternativas, tales como las que aplican fuerza dinámica únicamente, fuerza estática únicamente o una combinación de las mismas.

En una modalidad preferida, como se muestra en las Figuras 1, 2, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 16 y 17, el mandril puede tener una porción de tubo superior de diámetro más pequeño 9 montada sobre la parte superior de una porción de tubo de fondo de diámetro más grande 2. Aunque la porción superior 9 y la porción inferior 2 del mandril 1 se muestran de una manera ejemplar como partes separadas con la porción inferior 2 de diámetro exterior más grande que la porción superior 9 también pueden tomar otras formas. Por ejemplo la porción superior 9 y la porción inferior 2 se pueden hacer como una unidad de una pieza integral individual. Además, el diámetro exterior de la porción superior 9 puede ser el mismo como aquel de la porción inferior 2. En esta modalidad los limitadores de flujo se pueden acomodar al hacer la pared de la porción inferior 2 más delgada relativa a la porción superior 9. En una modalidad ejemplar, las porciones de tubo superior y de fondo 9 y 2 se forman preferentemente de tubo de acero cilíndrico o articulado estándar que tiene dimensiones de tamaño deseadas para que el pilote de agregado se construya como será evidente para aquellas personas de experiencia ordinaria. El extremo inferior de la porción de tubo superior 9 se fija al extremo superior de la porción de tubo de fondo 2 utilizando preferentemente una placa conectora en forma de anillo 10 y una soldadura adecuada o similares, como se muestra en las Figuras 4 y 13. La porción de tubo de fondo 2 sirve como una cabeza de apisonamiento. En la modalidad de las Figuras 1-10, la porción de tubo de fondo 2 está equipada con limitadores de flujo que se extienden verticalmente 6 que restringen el movimiento ascendente del agregado a través del mandril durante la compactación.

Antes de la conducción, el mandril se equipa opcionalmente con una placa de sacrificio 3 la cual sirve como una zapata de conducción y se ajusta dentro de un anillo interior 4 de la porción de fondo 2 que integra la cabeza del mandril. La zapata de conducción desechable es ligeramente más grande que el anillo de la cabeza del mandril y de esta manera permanece en posición en el fondo del mandril 1 durante la conducción a una profundidad de conducción requerida. Cuando el mandril 1 se eleva, la zapata de conducción permanece en la profundidad de conducción y se sacrifica como parte de la operación. La placa de sacrificial 3, que constituye la zapata de conducción, se puede fabricar de acero, aleación de acero, madera, placas de metal u otros materiales de construcción. Alternativamente, en lugar de la placa 3, el mandril 1 se puede rellenar con agregado tal que cuando el mandril 1 se conduce, el agregado formará un tapón temporal dentro del espacio anular 4.

Se muestra una tolva 5 por todas las Figuras, en particular la Figura 3, y se puede fijar (o fijar removiblemente) a la parte superior del mandril. La tolva 5 se utiliza para alimentar agregado dentro del mandril en cualquier momento durante la operación (tal como, por ejemplo, a través de un mandril ranurado como se describe en la Solicitud de Patente Internacional No. PCT/US2006/019678, la descripción de la cual se incorpora en este documento a manera de referencia).

Con respecto al agregado utilizado con la invención, es típicamente piedra "limpia" con un tamaño de partícula máximo de típicamente menos que 5,08 centímetros (2 pulgadas). Por el término "piedra limpia" se propone que contenga típicamente menos de 5 % que pase el tamaño de criba del No. 200 (0,19 centímetros (0,074 pulgadas)). También se pueden utilizar las composiciones de agregado alternativas tal como piedra limpia que tiene tamaño de partícula máximos que varían entre 0,64 centímetros y 7,62 centímetros (1/4 pulgada y 3 pulgadas), el agregado con más de 5 % que pase el tamaño de criba del No. 200, concreto reciclado, escoria, asfalto reciclado, arena, vidrio y otros materiales de construcción.

La porción superior 9 del mandril 1 en una construcción alternativa se puede manufacturar utilizando acero laminado para formar un cilindro que tenga una sección transversal circular. La porción del fondo 2 de mandril 1 tiene preferentemente un área transversal que es ligeramente más grande que el área transversal de la porción superior del mandril. También se pueden utilizar otras dimensiones y 25 formas del mandril alternativas tales como mandriles hechos de acero para formar una conformación cuadrada, octagonal o articulada.

El extremo inferior 8 de la porción de fondo 2 del mandril 1 que integra la cabeza de apisonamiento también se puede biselar hacia afuera, en lugar de a través como se muestra en la modalidad ilustrativa.

El diámetro exterior de la porción superior 9 del mandril 1 es de preferencia aproximadamente 25,4 centímetros (10 pulgadas) aunque el diámetro de la porción superior puede variar (tal como, por ejemplo, de aproximadamente 15,24 centímetros a aproximadamente 35,56 centímetros (6 pulgadas a aproximadamente 14 pulgadas)). El espesor de la pared del mandril también puede variar, por ejemplo, de aproximadamente 0,64 centímetros a aproximadamente 2,54 centímetros (1/4 pulgada a aproximadamente una pulgada), dependiendo del diámetro del mandril, longitud, materiales de construcción del mandril y condiciones de conducción. El mandril 1 es de preferencia aproximadamente 3,05 a aproximadamente 12,19 metros (10 a aproximadamente 40 pies) de largo. Sin embargo, se pueden utilizar longitudes alternas, por ejemplo, tan cortas como 1,52 metros (5 pies) y tan largas como 21,34 metros (70 pies). El diámetro exterior de la porción de tubo de fondo o inferior 2 es de preferencia aproximadamente 5,08- 15,24 centímetros (2-6 pulgadas) mayor que el diámetro exterior de la porción del tubo superior 9 dependiendo del diámetro de la porción de tubo superior.

La porción del fondo 2 del mandril 1 en la modalidad de las Figuras 1-10 contiene limitadores de flujo mecánicos móviles que se extienden verticalmente 6 fijos en sus extremos superiores a la superficie inferior de una placa conectora adyacente a la abertura del fondo de la porción de tubo superior 9 como se muestra en las Figuras 4 y 5. Los limitadores de flujo 6 cuelgan libremente a lo largo de la periferia interior de la porción de tubo de fondo 2 que 10 integra una cabeza apisonadora, en un patrón generalmente circular como también se muestra en la Figura 6.

En esta modalidad, los limitadores de flujo 6 son preferentemente dieciséis cadenas eslabonadas de acero que forman un arreglo circular en la cabeza apisonadora 2 del mandril 1. Dependiendo del diámetro del mandril 1 y la cabeza apisonadora, un número alterno de cadenas eslabonadas de acero se pueden utilizar en el arreglo. El número de eslabones en cada cadena de acero también puede variar dependiendo en el tamaño de cada eslabón de cadena individual y la altura de la cabeza apisonadora 2. La longitud total de cada cadena individual es de preferencia aproximadamente 1/3 a aproximadamente 2/3 de la altura interior de la porción de tubo inferior 2. El espesor de cada longitud de cadena varía, por ejemplo, de aproximadamente 0,64 a aproximadamente 2,54 centímetros (1/4" a aproximadamente 1"). Los materiales alternativos, tales como sogas de alambre u otros mecanismos que resisten fuerzas de tensión pero exhiben poca resistencia a las fuerzas compresivas, también se pueden utilizar para los limitadores de flujo ascendente 6.

Durante el funcionamiento, el mandril 1 se lleva a la profundidad de diseño deseada. Si se usa la placa de sacrificio 3, la tolva 5 se rellena con agregado después de conducir a la profundidad de diseño deseada. Alternativamente, el agregado se rellena parcial o completamente dentro de la cabeza del mandril 2 antes de la conducción de modo que la compresión de los limitadores de flujo mecánicos 6 forma un tapón de agregado temporal en la porción de fondo 2 que integra la cabeza apisonadora del mandril 1 de modo que la tierra no entra apreciablemente al interior del mandril 1 y 2 durante la conducción a una profundidad de diseño deseada.

Una vez que el mandril 1 alcanza la profundidad de diseño, luego se levanta ligeramente y la placa de sacrificio o el tapón de agregado temporal cuando no se utiliza una placa, se suelta y permanece en la profundidad de diseño. Conforme el mandril se levanta, el agregado permanece en su sitio al moverse hacia abajo relativo al mandril y fuera del espacio anular 4 en la cabeza apisonadora 2. Como resultado, el mandril se levanta pero el agregado permanece en su sitio, sin flujo descendente adicional apreciable del agregado. En este momento, típicamente, el agregado primero hace

ES 2 616 524 T3

5 contacto con la pared lateral de la cavidad creada. Durante esta operación, el mandril 1 se levanta, de manera típica aproximadamente 91.5 centímetros (3 pies), y luego se conduce de regreso hacia abajo, de manera típica a aproximadamente 61 centímetros (2 pies), para compactar el agregado que permaneció como resultado del levantamiento de la cabeza apisonadora. La conducción del mandril 1 hace que los limitadores de flujo mecánicos 6 se compriman hacia arriba debido al acoplamiento del agregado, reduciendo en consecuencia el área transversal de la cabeza apisonadora 2. De esta manera, se evita que el agregado fluya en cualquier cantidad significativa de regreso hacia arriba dentro del mandril 1. La restricción forma un tapón de agregado temporal en la cabeza apisonadora como se muestra ilustrativamente en la Figura 10.

10 En el contexto de la operación de conducción, se pueden utilizar cantidades de levantamiento y conducción alternativas. Por ejemplo, para lograr un pilote de agregado más ancho, el mandril 1 se puede levantar 121,9 o 152,4cm (4 o 5 pies) y luego conducirse hacia abajo 91,5 o 121,9cm (3 o 4 pies) proporcionando un mayor volumen de agregado compactado y una anchura mayor de agregado a una profundidad proporcionada. Para las aplicaciones donde las anchuras pequeñas son deseadas, el mandril se puede elevar 61 centímetros (2 pies) y conducirse 30.5 cm (1 pie). Se pueden utilizar otras cantidades dependiendo del resultado deseado como será fácilmente evidente para aquellas personas de experiencia ordinaria.

20 El tapón de agregado temporal en el espacio anular de la cabeza de mandril integrada por la porción de fondo 2 facilita hacer que la elevación suelta del agregado colocado descienda y lateralmente dentro de las paredes del agujero e incrementa la presión en los suelos circundantes. Como será fácilmente evidente, el pilote se construye poco a poco en una operación de abajo hacia arriba.

25 En una modalidad alternativa como se muestra en las Figuras 11-17, la porción de fondo 2 del mandril contiene, por ejemplo, limitadores de flujo pasivos horizontalmente alineados 16 fijos alrededor de la periferia de la porción de fondo 2. En las vistas de las Figs. 11, 12, 13, 15, 16 y los limitadores de flujo 16 se muestran únicamente en parte en los bordes laterales de la periferia interior de la porción de fondo 2. En la construcción real, los limitadores de flujo 16 se extienden típicamente al rededor de la periferia interior de la porción de fondo 2 como se muestra más claramente en la Figura 14.

30 Los limitadores de flujo pasivos 16 tienen preferentemente una superficie superior de inclinación hacia abajo para facilitar el flujo descendente del agregado y una superficie inferior de inclinación horizontal o inversa (no mostrada) para restringir o evitar que el agregado fluya hacia arriba cuando el mandril 1 se mueve hacia abajo durante la compactación. Los limitadores de flujo pasivos 16 se extienden interiormente a lo largo de la periferia de la porción de fondo 2.

35 Como un ejemplo, en la presente modalidad, tres limitadores de flujo pasivos horizontales a diferentes alturas se muestran en la porción del fondo 2 y se extienden completamente alrededor de la circunferencia interior. El espaciamiento entre los limitadores de flujo pasivos 16 puede variar, por ejemplo, de 0,076 a 0,30 centímetros (0,25 a 1 pie). El ancho de los limitadores de flujo pasivos 16 puede variar dependiendo del diámetro interior de la porción superior 9 y la porción de fondo 2 del mandril, y en los tamaños de partícula del agregado utilizado. El ancho de los limitadores de flujo pasivos 16 es tal que el agregado se deja permanecer en la cavidad formada (y hace contacto con la pared de la cavidad) por el movimiento de levantamiento del mandril. En contraste, la restricción pasiva del flujo ascendente del agregado se logra durante la conducción del mandril 1 como resultado del acoplamiento entre el agregado y los limitadores 16. El número de limitadores de flujo pasivos variará dependiendo de la longitud de la porción de fondo 2. Además, como se observa previamente, los limitadores de flujo 16 se extenderán en el centro de la porción de fondo 2 una longitud suficiente para restringir el flujo ascendente de agregado durante el apisonamiento, pero sin evitar sustancialmente que el agregado permanezca en el fondo de la cavidad en el levantamiento del mandril 1.

50 En todos los otros aspectos, la modalidad de las Figuras 11-17 de otra manera es típicamente la misma como la modalidad de las Figuras 1-10.

55 En la operación de la modalidad de las Figuras 11- 17, como antes, el mandril 1 se lleva a la profundidad de diseño. Si se utiliza la placa de sacrificio 3, la tolva 5 nuevamente también se rellena con agregado después de la conducción a la profundidad de diseño. Alternativamente, como en el caso de la modalidad de las Figuras 1-10, el agregado se puede rellenar parcial o totalmente dentro del mandril 1 y la cabeza apisonadora de fondo 2 antes de la conducción y el agregado es acoplado por los limitadores de flujo pasivos 16 para formar un tapón de agregado temporal en la porción de fondo 2 del mandril 1 de modo que la tierra no entra al interior del mandril 1 durante la conducción.

60 Una vez que el mandril 1 alcanza la profundidad de diseño y el mandril 1 se levanta ligeramente, la placa de sacrificio 3 o el tapón de agregado temporal se suelta y permanece en la profundidad de diseño. Conforme el mandril 1 se levanta, el agregado permanece en su sitio y se mueve hacia abajo relativo al mandril y fluye fuera del espacio anular 4 en la porción inferior 2 de la cabeza apisonadora. En todos los otros aspectos, el método es típicamente como se describe con referencia a las Figuras 1-10.

65 En la implementación de la invención, se observa que la instalación de escala completa y la prueba de carga de módulo de campo se realizaron utilizando la modalidad de las Figuras 1-10 comparada a un sistema tal como se describe en la

Patente de Estados Unidos No. 7,226,246. En el planteamiento de las pruebas conducidas, se hace referencia a la Figura 18 la cual es una gráfica que ilustra los resultados de una comparación de prueba de carga de módulo entre un dispositivo tal como aquel ilustrado en las Figuras 1-10 comparado a un dispositivo tal como aquel dado a conocer en la Patente de Estados Unidos No. 7,226,246.

5

Ejemplo

La Figura 18 muestra los resultados de prueba para dos pilotes, uno construido utilizando un método similar a aquel descrito en la Patente de Estados Unidos No. 7,226,246 y uno construido utilizando la invención. Ambos pilotes se construyeron utilizando mandriles con cabezas de 35,56 centímetros (14 pulgadas) de diámetro y utilizando el método de 0,91 (3 pies) arriba y 0,61 metros (2 pies) abajo (como se describe anteriormente en este documento). La gráfica de la Figura 18 muestra que el pilote construido con un mandril tal como aquel de las Figuras 1-10 es más rígido que uno construido utilizando un sistema tal como aquel de la Patente de Estados Unidos No. 7,226,246. Más particularmente, la gráfica muestra la tensión de la parte superior del pilote en el eje x con la deflexión de la parte superior del pilote en el eje y. Las mediciones de volumen hechas durante la construcción mostraron que el diámetro del pilote promedio utilizando el sistema de acuerdo con la invención fue 20% mayor que aquel que utiliza el sistema de la Patente de Estados Unidos referenciada.

10

15

En la conducción de las pruebas, el agregado utilizado para ambos sistemas para el pilote de prueba de carga de módulo consistió de grava de piedra caliza triturada que tiene un tamaño de partícula nominal que varía de aproximadamente 1,27 centímetros a aproximadamente 3,18 centímetros (0,50 a aproximadamente 1,25 pulgadas). La gráfica de la Figura 18 muestra una comparación paralela donde los dos pilotes se instalaron a una profundidad de 5,18 a 5,79 metros (17 a 19 pies) abajo de la superficie del terreno. La superficie del terreno consistió de arena de partícula granulada fina a media y con poco o nada de limo.

20

25

Las pruebas de carga de módulo se prepararon al colocar una tapa de concreto sobre la parte superior de los pilotes. Se instaló la tapa de concreto tal que se formó un fondo de la tapa de 61 centímetros (24 pulgadas) abajo de la superficie del terreno y la parte superior de la tapa se niveló apropiadamente con la superficie del terreno. La tapa fue de 61 centímetros (24 pulgadas) en diámetro tal que se confinó el área superficial completa de la parte superior de los pilotes. Las pruebas se realizaron al aplicar cargas incrementales a la parte superior de las tapas de concreto. Se utilizó una estructura de compactación hidráulica y de reacción de carga para aplicar las cargas.

30

La tabla de la Figura 18 muestra la tensión en la parte superior del pilote con la deflexión de la parte superior del pilote. La tensión se determina al dividir la carga de prueba en cada incremento de carga por el área de la tapa de concreto. Se determinó la deflexión de la parte superior del pilote utilizando calibradores comparadores sobre la parte superior de la tapa de concreto. Los calibradores comparadores se calibraron para obtener una exactitud de 0,0025 centímetros (0,001 pulgadas). Los calibradores comparadores se montaron a vigas referenciadas que se soportaron independientemente de la estructura de reacción.

35

Como se puede apreciar a partir de una revisión de la tabla de la Figura 18, los resultados de prueba indicaron que para los pilotes instalados a profundidades similares y condiciones de suelo similares que utilizan composiciones de agregado similares, el sistema de acuerdo con la invención, como se ilustra en las Figuras 1-10 demostró rigidez más alta cuando se comparó con los pilotes instalados utilizando el sistema de la patente mencionada anteriormente. Esta comparación se hizo con la rigidez definida como la tensión en la parte superior del pilote dividida por la deflexión de la parte superior del pilote en la parte superior correspondiente de la tensión del pilote.

40

45

Reivindicaciones

1. Un sistema para construir pilotes de agregado, que comprende:
 un mandril (1) que tiene una la porción superior (9) y una cabeza apisonadora (2), y un pasaje que se extiende a
 través del mismo para alimentar el agregado a través del mandril a la cabeza apisonadora; y
 dicha cabeza apisonadora se abre para proporcionar un pasaje para que el agregado pase a través de la cabeza
 apisonadora fuera del mandril, y tiene una pluralidad de miembros estructurales (6) conectados a esta para
 permitir el flujo sustancialmente libre de agregado a su través cuando el mandril se eleva durante el
 funcionamiento, y para prevenir que el flujo agregado regrese al mandril durante el apisonamiento hacia abajo.
2. El sistema de la reivindicación 1, en donde dichos miembros estructurales (6) comprenden limitadores de flujo
 mecánicos móviles que se mueven para bloquear el pasaje de la cabeza apisonadora (2) en el mandril (1) e
 impide que el agregado fluya en el mandril durante el apisonamiento.
3. El sistema de la reivindicación 2, en donde dichos limitadores de flujo mecánicos (6) comprenden cadenas
 unidas para extenderse hacia abajo alrededor de una pared interna de la cabeza apisonadora (2).
4. El sistema de la reivindicación 1, en donde dichos miembros estructurales comprenden limitadores de flujo
 pasivos(16) que impiden del flujo de agregado de regreso al mandril (1) durante el apisonamiento.
5. El sistema de la reivindicación 4, en donde dichos limitadores de flujo pasivos (16) son miembros que se
 extienden sustancialmente horizontalmente fijados alrededor de una pared interior de la cabeza apisonadora (2)
 alrededor de una periferia interior de esta.
6. El sistema de la reivindicación 5, en donde dichos miembros que se extienden sustancialmente horizontalmente
 tienen una superficie superior inclinada desde aproximadamente 0 grados con respecto a la horizontal hasta
 aproximadamente 60 grados hacia abajo desde la horizontal.
7. El sistema de la reivindicación 1, 2 o 4, que comprende además una placa de accionamiento (3) acoplable con la
 cabeza apisonadora (2) para evitar que el suelo entre en el mandril (1) durante su accionamiento hasta una
 profundidad predeterminada.
8. El sistema de la reivindicación 1, en donde dicha porción superior del mandril (9) y la cabeza apisonadora (2) son
 una sola unidad unitaria de diámetro exterior uniforme.
9. El sistema de la reivindicación 1, en donde dicha porción superior del mandril (9) y la cabeza apisonadora (2) son
 dos unidades separadas conectadas juntas.
10. El sistema de la reivindicación1 o 9, en donde dicha cabeza apisonadora (2) es de diámetro mayor que dicha
 porción superior (9).
11. Un método para construir pilotes de agregado que comprende el uso de un mandril (1) que tiene una porción
 superior (9) y una cabeza apisonadora (2), la porción superior y la cabeza apisonadora para permitir el flujo de
 agregado a través del mismo, el método comprende:
 proporcionar una pluralidad de miembros estructurales (6) conectados dentro de la cabeza apisonadora en una
 configuración para permitir que el agregado permanezca en la cavidad formada al conducir el mandril, y para
 permitir un flujo libre de agregado sustancialmente sin obstáculos a través de la cabeza apisonadora cuando el
 mandril se eleva durante el la operación; y
 evitar que el agregado fluya de regreso al mandril durante las operaciones de apisonamiento mediante el
 acoplamiento entre dichos miembros estructurales y dicho agregado.
12. El método de la reivindicación 11, que comprende además alimentar agregado a dicha cabeza apisonadora (2) y
 conducir el mandril (1) a una profundidad deseada.
13. El método de la reivindicación 11, que comprende además acoplar una placa de sacrificio (3) con la cabeza
 apisonadora (2) para cerrar el flujo en la cabeza apisonadora, y conducir el mandril (1) a una profundidad
 deseada.
14. El método de la reivindicación 13, en donde dicha placa de sacrificio (3) se libera de la cabeza apisonadora (2)
 tras conducirla a dicha profundidad deseada.
15. El método de la reivindicación 12 o 14, que comprende además alimentar agregado en el mandril (1) cuando el
 mandril está a la profundidad deseada, elevar el mandril para permitir que permanezca dicho agregado, apisonar
 el agregado descargado y repetir dichas etapas hasta que se construyan los pilotes de agregado.

ES 2 616 524 T3

16. El método de la reivindicación 15, en donde dicho agregado es uno de piedra, concreto reciclado, asfalto reciclado, escoria, arena, vidrio.
- 5 17. El método de la reivindicación 11, en donde dichos miembros estructurales (6) comprenden limitadores de flujo mecánicos móviles que se mueven para bloquear el pasaje de la cabeza apisonadora en el mandril evitando que el agregado fluya en el mandril durante el apisonamiento.
- 10 18. El método de la reivindicación 17, en donde dichos limitadores de flujo (6) mecánicos comprenden cadenas unidas alrededor de una pared interna de la cabeza apisonadora para extenderse hacia abajo.
19. El método de la reivindicación 11, en donde dichos miembros estructurales comprenden limitadores de flujo pasivos (16) que impiden que el flujo de agregado en el mandril durante el apisonamiento.
- 15 20. El método de la reivindicación 19, en donde dichos limitadores de flujo pasivos (16) son miembros que se extienden sustancialmente horizontalmente alrededor de una periferia interior de la cabeza apisonadora.
- 20 21. El método de la reivindicación 20, en donde dichos miembros que se extienden sustancialmente horizontalmente tienen una superficie superior inclinada de aproximadamente 0 grados con relación a la horizontal a aproximadamente 60 grados hacia abajo desde la horizontal.

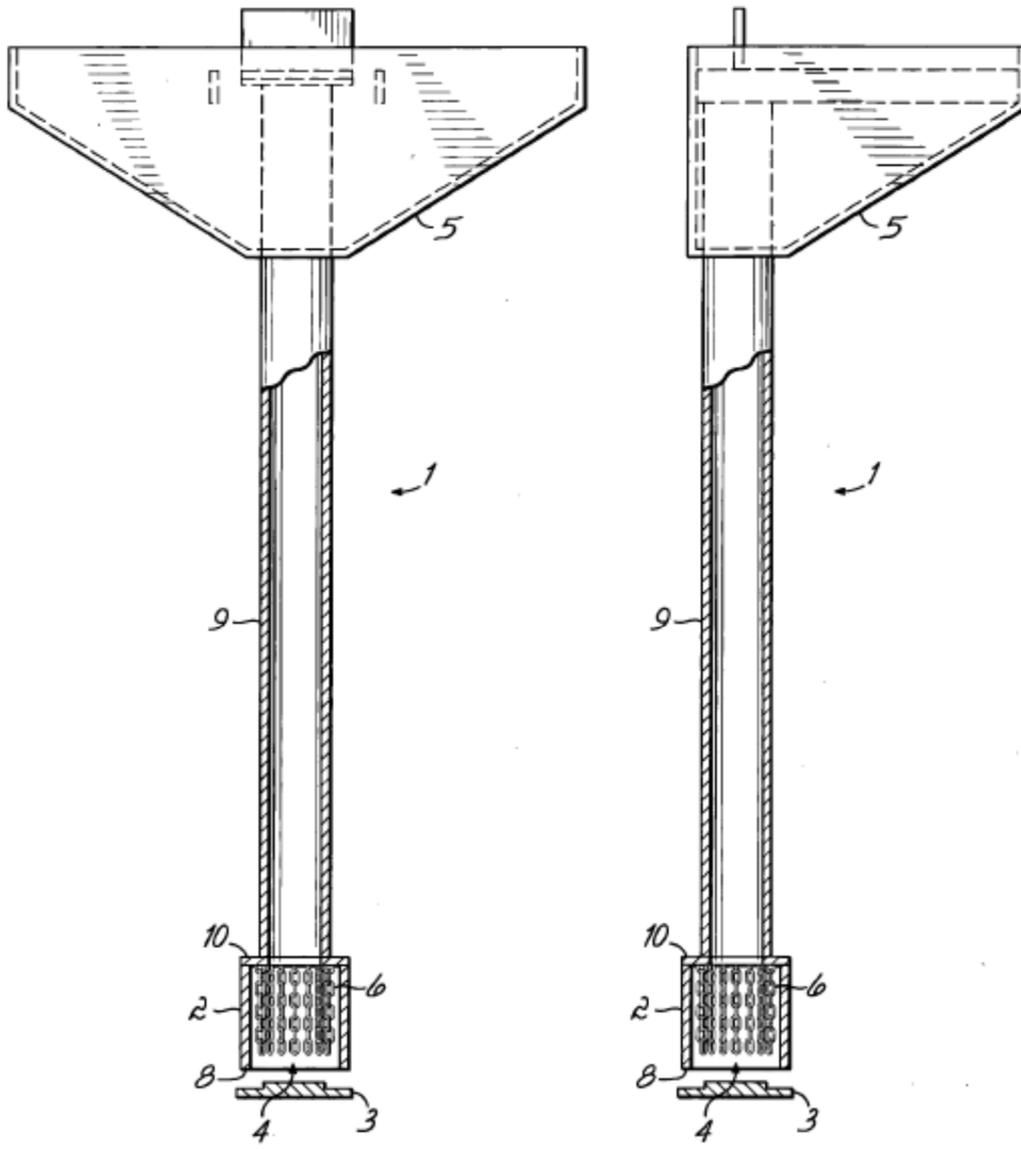


FIG. 1

FIG. 2

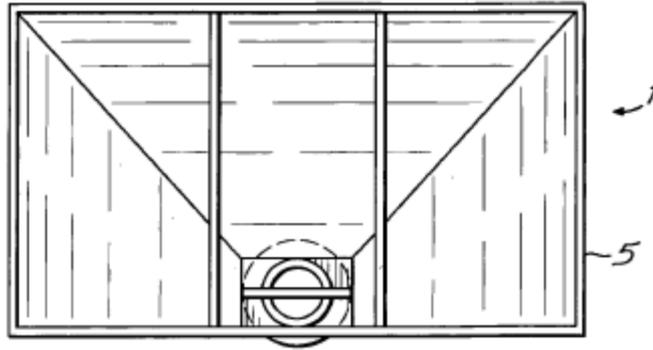


FIG. 3

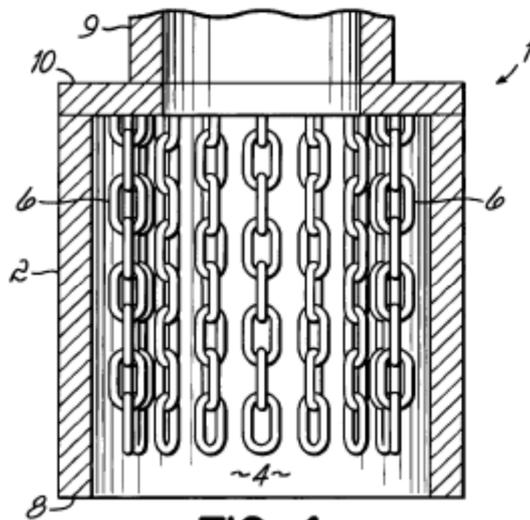


FIG. 4

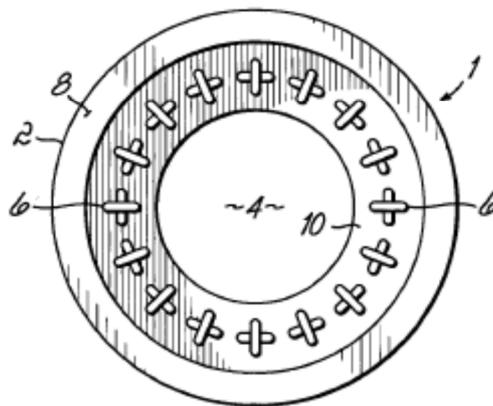


FIG. 5

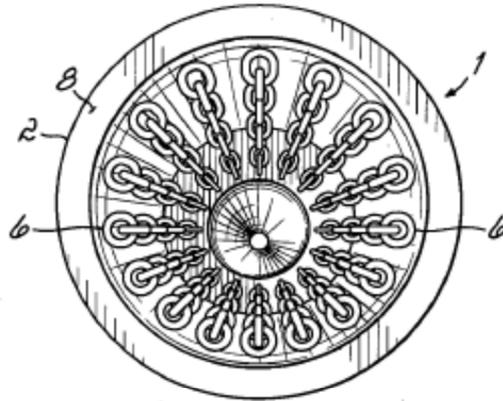


FIG. 6

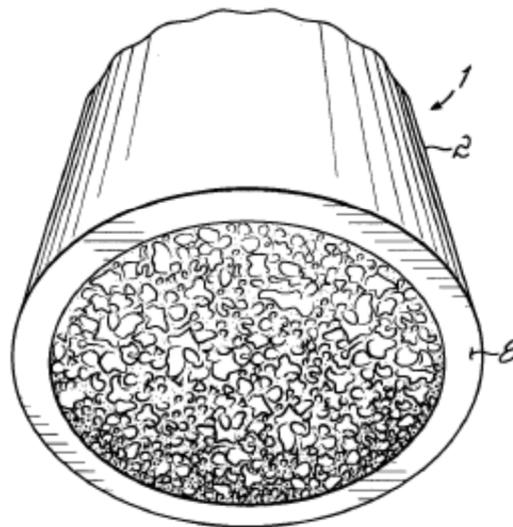
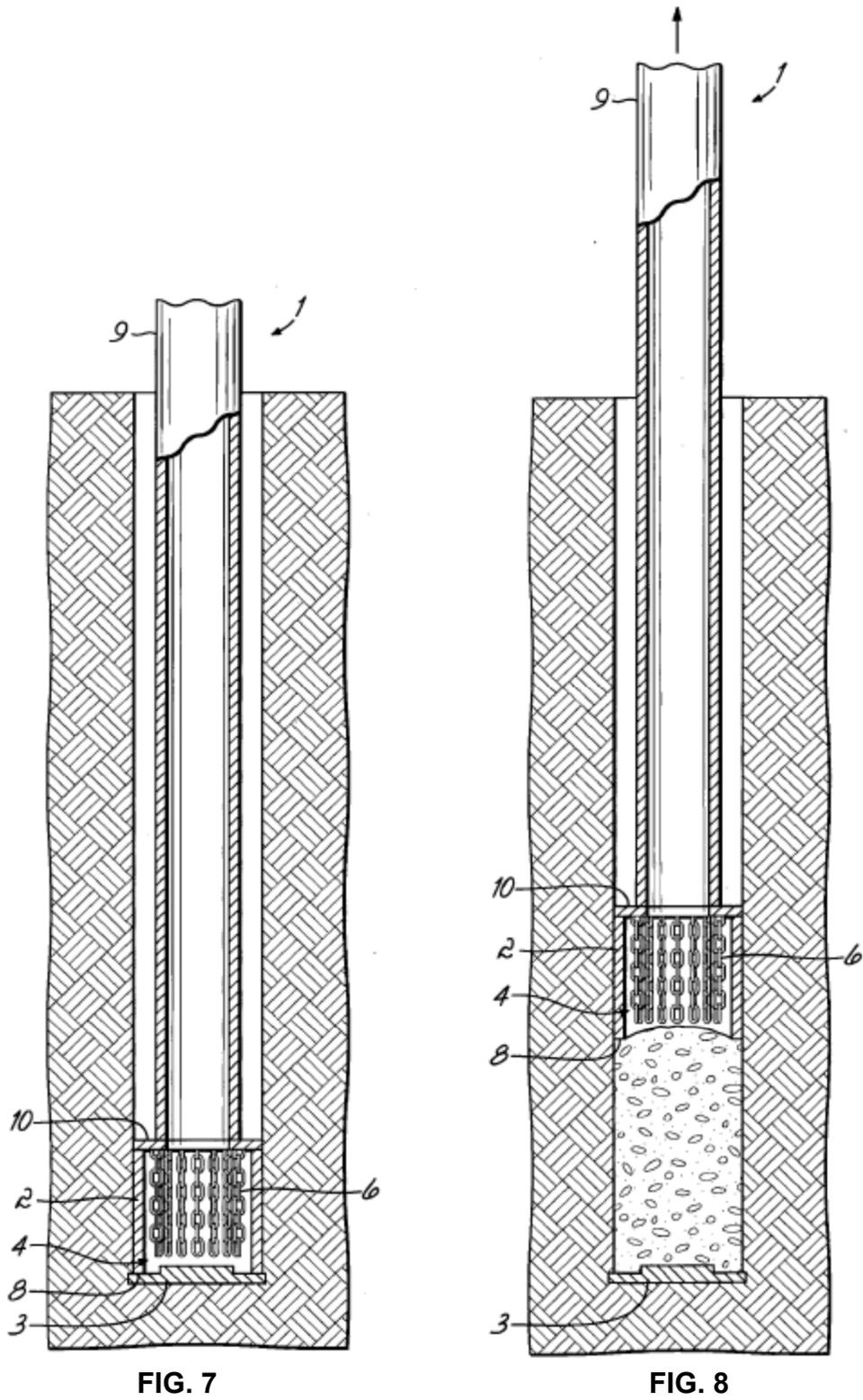


FIG. 10



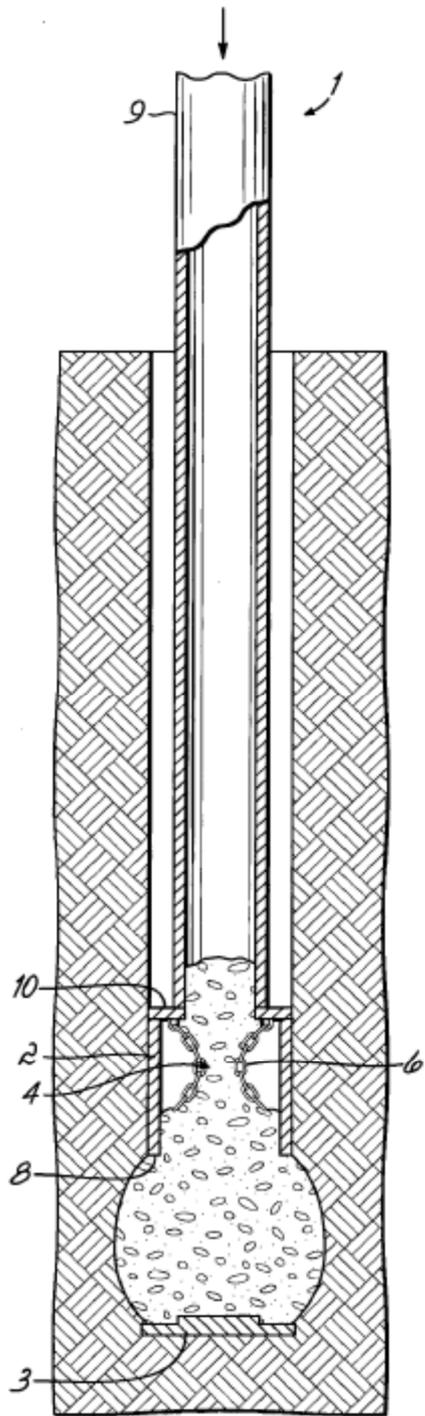


FIG. 9

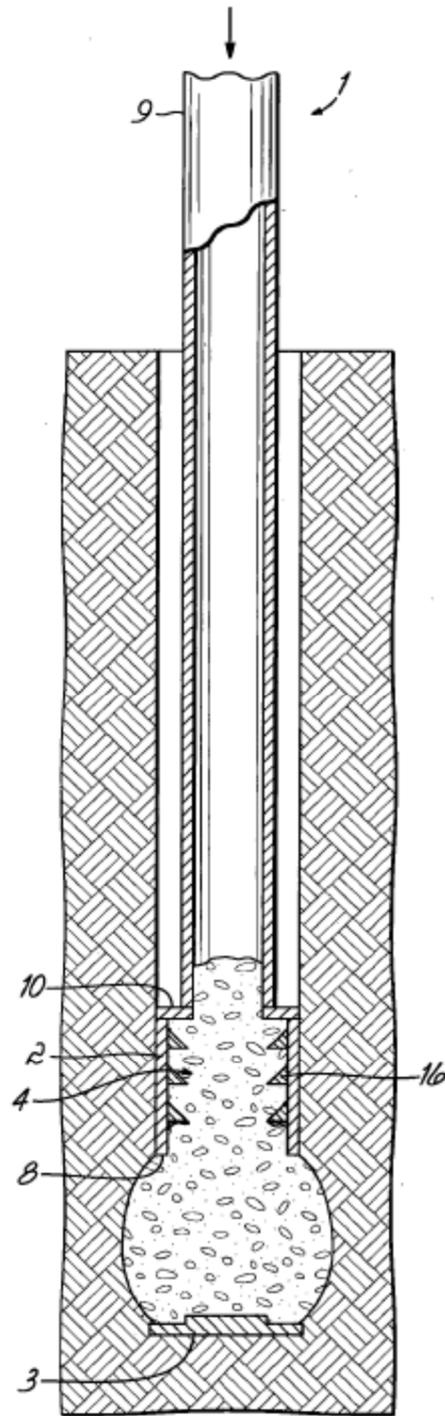


FIG. 17

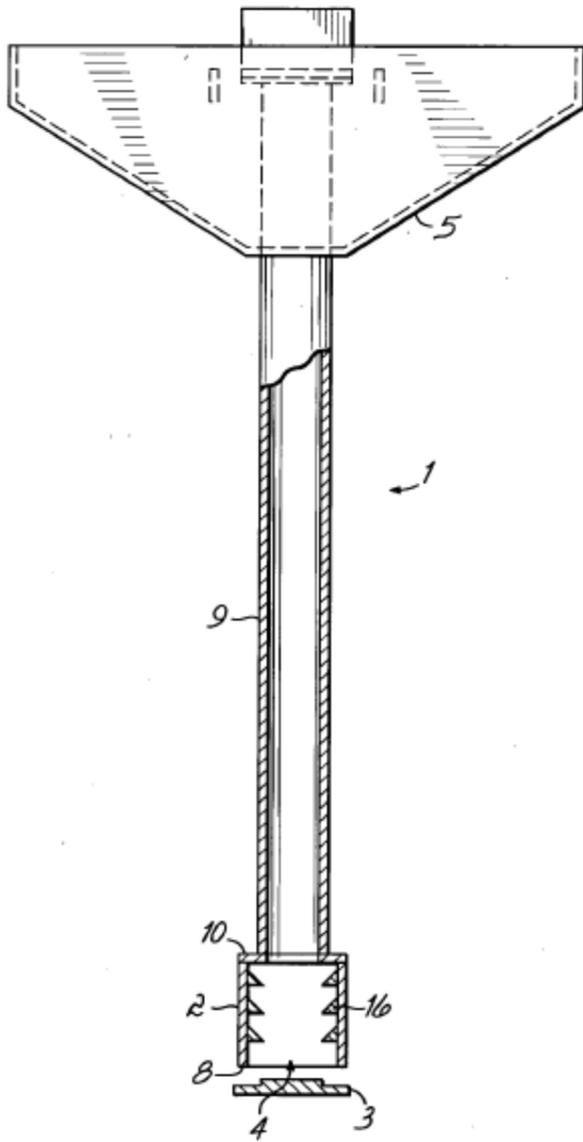


FIG. 11

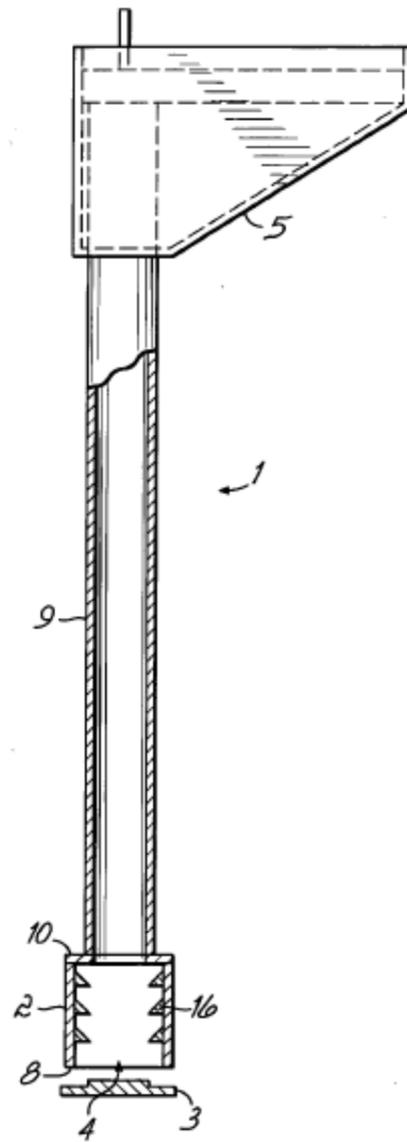


FIG. 12

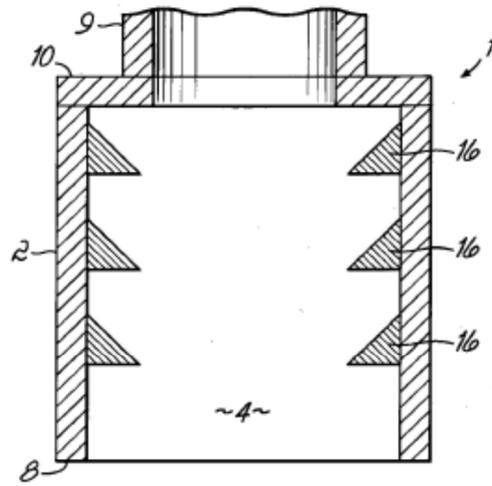


FIG. 13

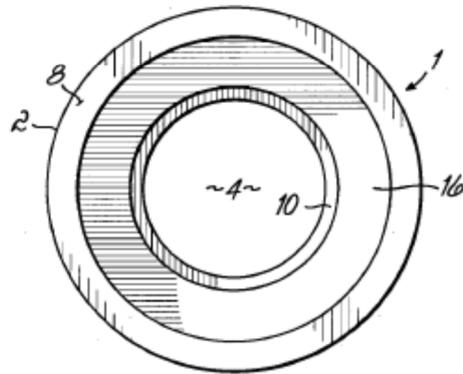


FIG. 14

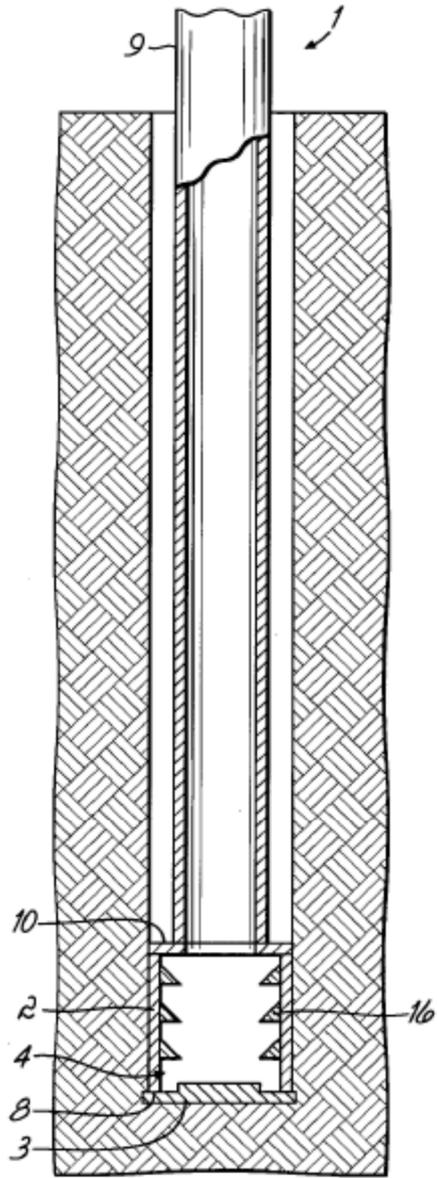


FIG. 15

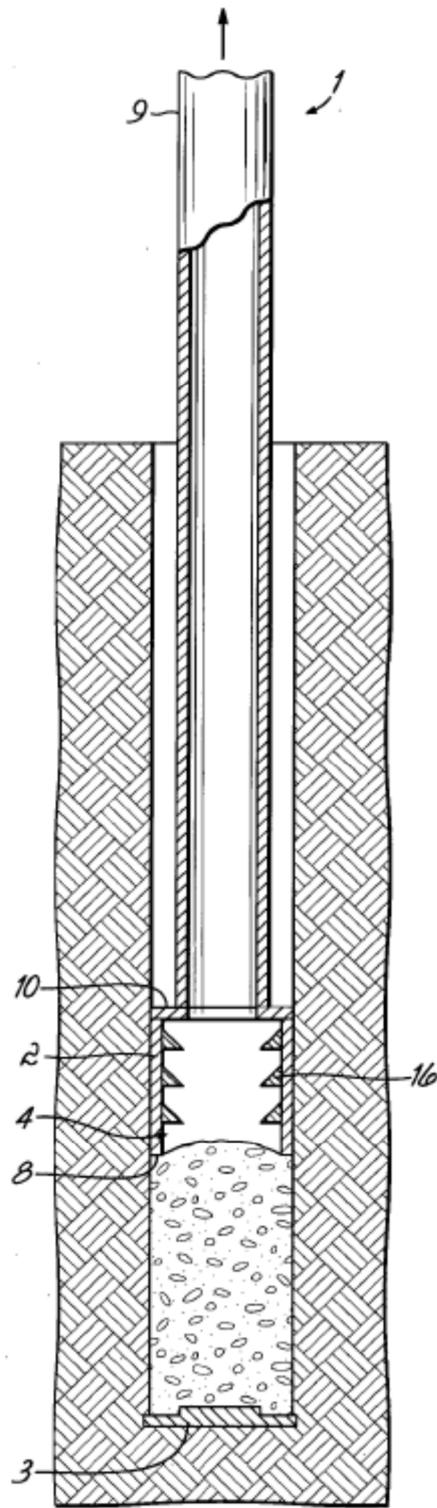


FIG. 16

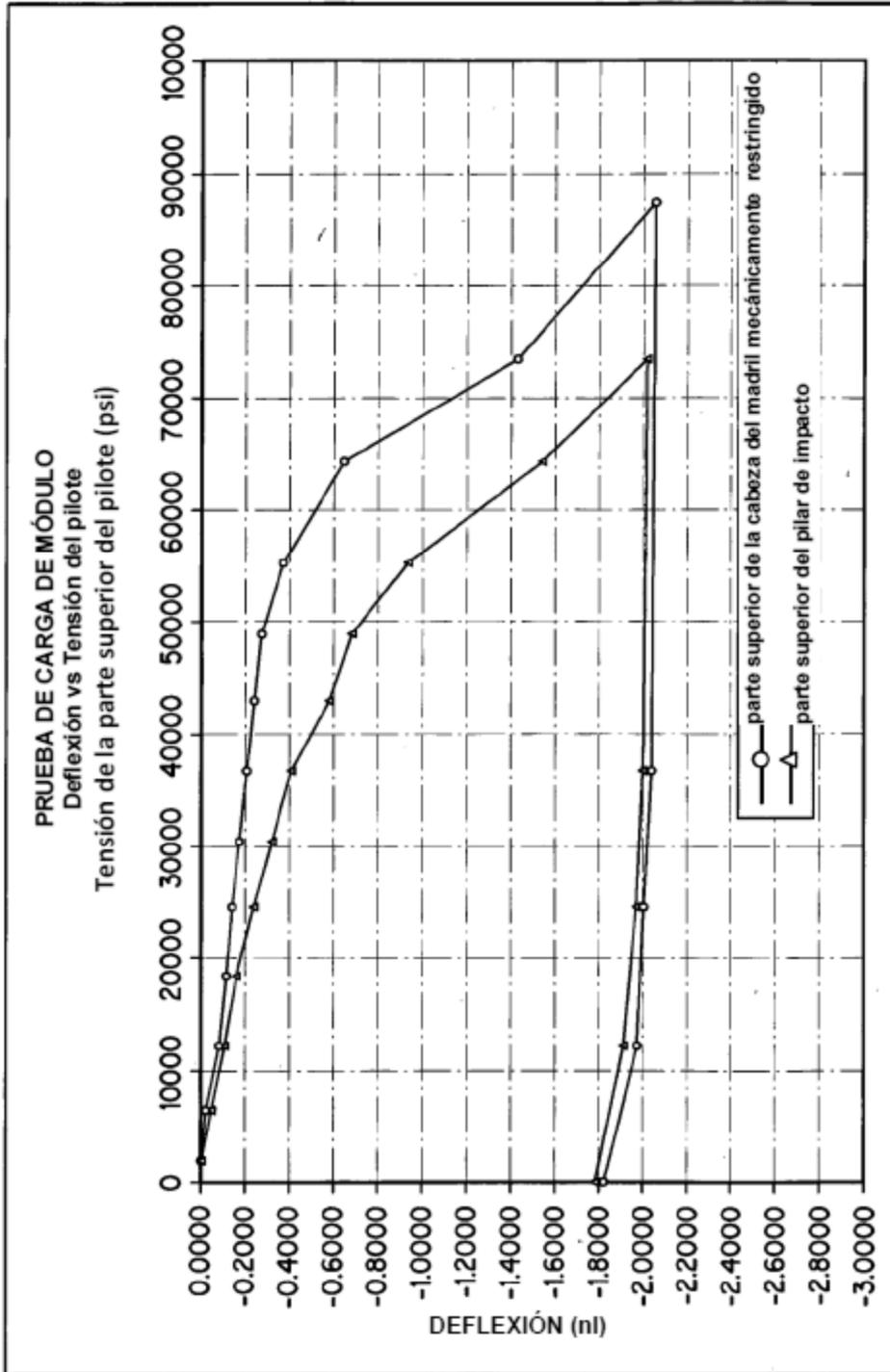


FIG. 18