



**MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS SAS**  
**IP LAWYERS**

**BOGOTA - COLOMBIA**

AK. 24 No. 37 31 Of. 202  
TEL. (571) 2444096 – 3690624 –  
2444938 - Fax (571) 2442496  
E-mail: [mde@mdelaw.com](mailto:mde@mdelaw.com)  
MIEMBROS  
INTA – ASIPI – AIPPI – ACPI  
AAAPI – ABPI – ABAPI

Bogotá D.C., 15 de marzo de 2018

Señores  
**DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES**  
**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO**  
Ciudad

**REFERENCIA:** Expediente No. 16 – 055.806  
**TÍTULO:** “APARATOS PARA CONSTRUIR PILARES DE  
DESPLAZAMIENTO DE ÁRIDOS”  
**SOLICITANTE:** GEOPIER FOUNDATION COMPANY, INC.  
**TRÁMITE:** Respuesta a Concepto Técnico notificado mediante Oficio  
No. 17.549 del 18 de diciembre de 2017.

**JAIME EDUARDO DELGADO VILLEGAS**, en mi condición de apoderado de la sociedad **GEOPIER FOUNDATION COMPANY, INC.**, dentro del término legal, presento respuesta a Concepto Técnico notificado mediante Oficio No. 17.549 del 18 de diciembre de 2017.

## **1. DE LA SOLICITUD DE PATENTE.**

### **REIVINDICACIONES (Art 30 D 486, Art 22 PCT)**

El Examinador objeto el capítulo reivindicatorio porque:

*“Las expresiones: “unos” (reiv. 1), “mayor que” (reiv. 5), “menor que” (reiv. 20, 26) son imprecisas, por lo cual no permiten distinguir la invención del estado de la técnica. Se sugiere sustituirlas por términos precisos o rangos concretos”.*

*“El fragmento: “varía en la presión de 68,9 kPa a 27.589 kPa” (reiv. 10) hace referencia a un resultado a alcanzar y no define al producto, puesto que la reivindicación incluiría no sólo la solución propuesta por el solicitante, sino todas las alternativas presentes o futuras que*



**MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS SAS**  
**IP LAWYERS**

**BOGOTA - COLOMBIA**

AK. 24 No. 37 31 Of. 202  
TEL. (571) 2444096 – 3690624 –  
2444938 - Fax (571) 2442496  
E-mail: [mde@mdelaw.com](mailto:mde@mdelaw.com)  
MIEMBROS  
INTA – ASIPI – AIPPI – ACPI  
AAAPI – ABPI – ABAPI

*llegue a ese resultado. Se sugiere remplazarlo por las características esenciales estructurales que contribuyen a la obtención de ese efecto”.*

*“La expresión: “elemento de restricción diametral” (reiv. 11, 21, 24) es de carácter general que sugiere de forma imprecisa que la protección se extiende a posibles variaciones o modificaciones, por lo cual no permite distinguir la invención del estado de la técnica. Se sugiere redefinir la reivindicación con base en las características técnicas esenciales del objeto reclamado”.*

*“En la reivindicación 10 se presenta el siguiente fragmento “en el que la corriente de la boquilla (118) del disector de agua a propulsión varía en la presión de 68,9 kPa a 27.579 kPa”, en el cual se reclama particularidades del fluido, lo cual no se considera como una característica técnica esencial del sistema para la construcción de pilares de árido. Se sugiere eliminar dicha reivindicación”.*

*“En las reivindicaciones 22 a 25 se reclama unos métodos de construcción de pilares áridos; sin embargo, las etapas se presentan como una forma de uso de los sistemas para la construcción de pilares de árido de las reivindicaciones 1 a 21. Se sugiere eliminar las reivindicaciones 22 a 25 dichas reivindicaciones o modificarlas para que no se presenten como una forma de uso”.*

*“Las reivindicaciones 23 y 34 hacen referencia a características técnicas de un producto, siendo éstas unas reivindicaciones de procedimiento, lo cual genera una combinación de categorías de reivindicación de producto y procedimiento...Con base en lo anterior, dichas reivindicaciones no se tienen en cuenta en el examen de patentabilidad, dado que un procedimiento debe reclamarse por una serie de etapas o pasos mutuamente relacionados para alcanzar un fin definido”.*

*“En el preámbulo de la reivindicación 27 se presenta una falsa dependencia con respecto a la reivindicación 23, dado que la reivindicación 27 corresponde un sistema, mientras que la reivindicación 23 corresponde a un método. Se sugiere hacer la aclaración y corrección respectiva”.*

*“Se sugiere reordenar y reenumerar el capítulo reivindicatorio, con el fin de que la reivindicación 26 se presente inmediatamente después de la reivindicación 3 de la cual depende”.*

**R/:** El solicitante **de acuerdo con las anteriores observaciones del Examinador**, procedió a **modificar las reivindicaciones**, como se indica a continuación:

En la **Reivindicación 1** se ha **eliminado** la expresión “**unos**”.



MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS SAS  
IP LAWYERS

BOGOTA - COLOMBIA

AK. 24 No. 37 31 Of. 202  
TEL. (571) 2444096 – 3690624 –  
2444938 - Fax (571) 2442496  
E-mail: [mde@mdelaw.com](mailto:mde@mdelaw.com)  
MIEMBROS  
INTA – ASIP – AIPPI – ACPI  
AAAPI – ABPI – ABAPI

La **Reivindicación 5 se ha modificado** para reivindicar un número específico, 1,2 cm, lo que no es impreciso.

Las **Reivindicaciones modificadas 20 y 5** (anteriores Reivindicaciones 20 y 26), **se han modificado para reivindicar dimensiones específicas**, como sigue:

- La **Reivindicación 5** reivindica **15,2 cm**, lo que no es impreciso;
- La **Reivindicación 20** reivindica que el **diámetro exterior es 45,7 cm y el diámetro interior es 40,6 cm**, lo que no es impreciso.

La **Reivindicación 10 anterior se ha eliminado**.

**Se han añadido limitaciones estructurales** específicas para el “**elemento de restricción diametral**” de las **Reivindicaciones 11, 21, 24** extraídas del texto de la solicitud, página 11, líneas 1 a 3:

*“Los elementos 424 de restricción diametrales pueden ser fabricados a partir de cadenas, cables o cable de acero individuales, o una celosía de las cadenas, cables, o cable de acero conectados verticalmente y horizontalmente”.*

También se han incluido modificaciones en las **Reivindicaciones independientes 1, 12, 22 y 25** destinadas a superar las objeciones de novedad y nivel inventivo.



MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS SAS  
IP LAWYERS

BOGOTA - COLOMBIA

AK. 24 No. 37 31 Of. 202  
TEL. (571) 2444096 – 3690624 –  
2444938 - Fax (571) 2442496  
E-mail: [mde@mdelaw.com](mailto:mde@mdelaw.com)  
MIEMBROS  
INTA – ASIP – AIPPI – ACPI  
AAAPI – ABPI – ABAPI

Las **Reivindicaciones 1, 12, 22 y 25** han sido **enmendadas para definir dientes de corte que son planos a lo largo de todo su borde de ataque**. El soporte a esta modificación puede encontrarse en las FIGS. 1A, 2 y 3A.

Las **Reivindicaciones 22 a 25 de método se han modificado** para incluir adecuadamente las etapas de los métodos. Por ejemplo, la **Reivindicación 22** incluye las etapas de hincar, elevar y repetir. La **Reivindicación 23** incluye la etapa adicional de generar una corriente de fluido y la **Reivindicación 24** incluye la etapa adicional de la expansión y define las características específicas de estas etapas adicionales.

En la anterior **Reivindicación 27** (ahora **Nueva Reivindicación 26**) se ha **corregido en el preámbulo** la expresión “sistema” por la expresión “**método**”.

Se **reordenó y reenumeró el capítulo reivindicatorio** de acuerdo a la sugerencia del Examinador, donde la **Reivindicación 26 anterior**, corresponde a la **nueva Reivindicación 4**, inmediatamente después de la **Reivindicación 3** de la cual depende.

En el numeral de Respuesta al Examen de Patentabilidad se presenta un resumen de las modificaciones en las reivindicaciones independientes, incluido el soporte para dichas modificaciones.

Por lo expresado anteriormente, el solicitante pone a consideración del Examinador Técnico de Patentes un **NUEVO CAPITULO**



MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS SAS  
IP LAWYERS

BOGOTA - COLOMBIA

AK. 24 No. 37 31 Of. 202  
TEL. (571) 2444096 – 3690624 –  
2444938 - Fax (571) 2442496  
E-mail: [mde@mdelaw.com](mailto:mde@mdelaw.com)  
MIEMBROS  
INTA – ASIPI – AIPPI – ACPI  
AAAPI – ABPI – ABAPI

**REIVINDICATORIO** el cual consta de veintisiete (27) **nuevas reivindicaciones** en cinco folios.

### **Descripción (Art. 28 y 29 D 486)**

El Examinador sugiere incluir entre paréntesis ( ) los números de referencia de cada uno de los elementos que hacen parte de la invención de acuerdo con la numeración empleada en los dibujos, con el fin de hacer más fácil y sencilla la comprensión de la materia reivindicada.

**R/:** El solicitante **de acuerdo con la observación del Examinador**, incluyó entre paréntesis ( ) los números de referencia.

Se adjunta una **NUEVA DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN** en veintiséis folios.

## **2. ANÁLISIS DE PATENTABILIDAD.**

### **Novedad (Art. 16 D486)**

El Examinador objeto la **novedad de las Reivindicaciones 1, 5, 6, 7, 9 con el documento D1 (US2023966); las Reivindicaciones 1, 26 con el documento D2 (US6142712); las Reivindicaciones 1, 2, 4 con el documento D3 (US5137394) y las Reivindicaciones 12, 13, 14 con el documento D4 (US5304016)** porque:

*“De acuerdo a la tabla anterior, las características esenciales del sistema para la construcción de pilares de árido de la reivindicación 1 habían sido divulgadas previamente en los documentos D1 a D3, por lo tanto, la materia reivindicada no es nueva”.*



MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS SAS  
IP LAWYERS

BOGOTA - COLOMBIA

AK. 24 No. 37 31 Of. 202  
TEL. (571) 2444096 – 3690624 –  
2444938 - Fax (571) 2442496  
E-mail: [mde@mdelaw.com](mailto:mde@mdelaw.com)  
MIEMBROS  
INTA – ASIP – AIPPI – ACPI  
AAAPI – ABPI – ABAPI

*“Las reivindicaciones dependientes 2, 4, 5 a 7, 9 y 26 no mencionan componentes esenciales que le proporcionen características novedosas a la reivindicación independiente 1, por lo que se considera que dichas reivindicaciones tampoco son nuevas”.*

*“De acuerdo a la tabla anterior, las características esenciales del sistema para la construcción de pilares de árido de la reivindicación 12 habían sido divulgadas previamente en el documento D4, por lo tanto, la materia reivindicada no es nueva”.*

*“Las reivindicaciones dependientes 13 y 14 no mencionan componentes esenciales que le proporcionen características novedosas a la reivindicación independiente 12, por lo que se considera que dichas reivindicaciones tampoco son nuevas”.*

**R/:** Nuestro poderdante se permite manifestar en cuanto a las objeciones a la **falta de NOVEDAD** de la invención, que de acuerdo a las modificaciones realizadas a las Reivindicaciones, se mencionan las siguientes razones:

El Oficio rechaza las **Reivindicaciones 1, 5, 6, 7 y 9** por carecer de novedad según el Art. 16 D 486 a la vista de de Montee documento **D1 (US2023966)**. El solicitante no está de acuerdo al menos por las siguientes razones.

Las **Reivindicaciones independientes 1, 12, 22 y 25 han sido modificadas** para definir que los dientes cortantes en el borde inferior del cabezal de compactación son planos a lo largo de su borde delantero. Una de las razones para esta forma plana es porque el cabezal de compactación de la invención del solicitante es utilizado para compactar la tierra. Es decir, el cabezal de compactación se mueve verticalmente hacia arriba y hacia abajo para empujar el suelo hacia abajo de manera que el mandril pueda moverse más lejos en el suelo. Debe entenderse que la forma plana se utiliza para aumentar la fuerza aplicada por el cabezal de compactación sobre una superficie más pequeña que un borde inferior no dentado del



MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS SAS  
IP LAWYERS

BOGOTA - COLOMBIA

AK. 24 No. 37 31 Of. 202  
TEL. (571) 2444096 – 3690624 –  
2444938 - Fax (571) 2442496  
E-mail: [mde@mdelaw.com](mailto:mde@mdelaw.com)  
MIEMBROS  
INTA – ASIP – AIPPI – ACPI  
AAAPI – ABPI – ABAPI

cabezal de compactación, al mismo tiempo que permite la compactación en lugar de serrar/alisar el suelo. Ver página 13, líneas 10-14:

*“El mandril 100 divulgado por el presente documento contempla la instalación o el mecanizado de los dientes de hinka o dientes de corte que reducen ventajosamente el área de la sección transversal del cabezal 112 de compactación en el punto de penetración en el terreno.”*

En cambio, el dispositivo del documento **D1** es un taladro. Particularmente, el dispositivo del documento **D1** incluye una cáscara o caparazón 5 que tiene “un collar 10 asegurado al fondo del caparazón 5”. El documento **D1**, Col. 3, líneas 53-54. El collar 10 del documento **D1** “se suministra con una pluralidad de dientes 12” documento **D1**, Col. 3, líneas 53-54. El extremo superior del caparazón 5 del documento **D1** está acoplado a un mecanismo de accionamiento (documento **D1**, Col. 3, líneas 71-75) y a un carro portabrocas 3 que “soporta un motor de accionamiento 27” (documento **D1**, Col. 4, líneas 21-27). Para hacer funcionar el dispositivo de documento **D1**, “se puede aplicar potencia al motor 27 haciendo que la cáscara 5 rote lentamente y haciendo que los dientes 12 corten su camino hacia la tierra”.

El documento **D1**, Col. 6, líneas 57-59; véase también el documento **D1**, Reivindicación 1 (“Un caparazón para la fabricación de columnas de cimentación de hormigón, que comprende una cáscara cilíndrica y medios de hinka adaptado a rotar dicha cáscara alrededor de un centro excéntrico por el cual se imparte un movimiento oscilatorio y rotativo combinado al mismo para hacer que la cáscara corte un pasaje en la tierra”).

En otras palabras, el dispositivo el documento **D1** utiliza su collar (10) como taladro de corte o serrado para desalojar el suelo en lugar de hincar hacia

Visite nuestra página web: [www.mdelaw.com](http://www.mdelaw.com)



MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS SAS  
IP LAWYERS

BOGOTA - COLOMBIA

AK. 24 No. 37 31 Of. 202  
TEL. (571) 2444096 – 3690624 –  
2444938 - Fax (571) 2442496  
E-mail: [mde@mdelaw.com](mailto:mde@mdelaw.com)  
MIEMBROS  
INTA – ASIP – AIPPI – ACPI  
AAAPI – ABPI – ABAPI

arriba y hacia abajo, como el cabezal de compactación del solicitante, para compactar el suelo como un martillo. Por lo tanto, **las Reivindicaciones 1, 6, 7, 8 y 10 son NUEVAS** a la vista del documento **D1**.

El Oficio rechaza las **Reivindicaciones 1 y anterior Reivindicación 26 (modificada Reivindicación 4)** por **carecer de novedad** a la vista del documento **D2** (US6142712 de Blanco). El solicitante no está de acuerdo al menos por las siguientes razones:

Como se describió anteriormente, la **Reivindicación 1 ha sido enmendada** para incluir la limitación adicional de que los dientes de corte son planos a lo largo de todo el borde de ataque, para compactar el suelo.

Por el contrario, el documento **D2** no tiene dientes planos a lo largo de todo el borde de ataque. Al igual que el documento **D1**, los dientes (26) del documento **D2** están destinados a cortar el suelo, es decir, a desalojarlo, para que el pilote (20) pueda avanzar hacia el suelo. Ver resumen (tiene un extremo inferior dentado para cortar a través del suelo); Col. 3, líneas 49-54 del documento **D2**; FIGS. 2, 3, 4a-4b, 5, 7a-7b y 9-12.

El Oficio rechaza las **Reivindicaciones 1, 2 y anterior Reivindicación 4 (modificada Reivindicación 5)** por **carecer de novedad** a la vista del documento **D3** (US5137394 de Tateno y otros). El solicitante no está de acuerdo al menos por las siguientes razones.



MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS SAS  
IP LAWYERS

BOGOTA - COLOMBIA

AK. 24 No. 37 31 Of. 202  
TEL. (571) 2444096 – 3690624 –  
2444938 - Fax (571) 2442496  
E-mail: [mde@mdelaw.com](mailto:mde@mdelaw.com)  
MIEMBROS  
INTA – ASIPI – AIPPI – ACPI  
AAAPI – ABPI – ABAPI

Como se describió anteriormente, la **Reivindicación 1 ha sido enmendada para incluir la limitación adicional de que los dientes de corte son planos a lo largo de todo el borde de ataque, para compactar el suelo.**

Por el contrario, el documento **D3** no tiene dientes planos a lo largo de todo el borde de ataque. De hecho, los dientes del documento **D3** (5) son angulados para mejorar su efecto de corte y se denominan "dientes de sierra". Ver Col. 6, líneas 4-6; FIGS. 2,4 (a)-4 (b). Debe tenerse en cuenta que una "sierra" es para cortar, no para compactar, por lo que los pilotes del documento **D3** avanzan no compactando el suelo por debajo sino cortando a través de él.

El Oficio rechaza las **Reivindicaciones 12,13 y 14 por carecer de NOVEDAD** a la vista del documento **D4 (US5304016** de Kunito). El solicitante no está de acuerdo al menos por las siguientes razones.

La **Reivindicación 12 de la invención del solicitante reivindica un cabezal de compactación**. Como se describe en la solicitud del solicitante, el cabezal de compactación se mueve hacia arriba y hacia abajo para compactar el suelo debajo del mandril del solicitante.

El Examinador parece considerar la broca (8) del documento **D4** como una estructura equivalente al cabezal de compactación del Solicitante. Sin embargo, la broca (8) del documento **D4** funciona con arreglo a un principio completamente diferente al de la pretensión de compactación 12. Específicamente, la broca (8) se fija a un eje giratorio (1) y, a medida que el eje giratorio (1) gira, la broca (8) perfora a través del suelo para excavar un



MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS SAS  
IP LAWYERS

BOGOTÁ - COLOMBIA

AK. 24 No. 37 31 Of. 202  
TEL. (571) 2444096 – 3690624 –  
2444938 - Fax (571) 2442496  
E-mail: [mde@mdelaw.com](mailto:mde@mdelaw.com)  
MIEMBROS  
INTA – ASIPI – AIPPI – ACPI  
AAAPI – ABPI – ABAPI

agujero que será llenado con cemento a medida que el eje saca la suciedad. Esto es significativamente diferente a moverse verticalmente, hacia arriba y hacia abajo, para compactar el suelo con el fin de avanzar en el suelo.

Por lo tanto, la **Reivindicación 12 es NOVEDOSA** a la vista del documento **D4** ya que el documento **D4** no tiene ninguna estructura equivalente al cabezal de compactación reivindicado por el solicitante. Dado que las **reivindicaciones 13 y 14 dependen de la reivindicación 12, también son NOVEDOSAS** a la vista del documento **D4**.

#### **Nivel Inventivo (Art. 18 D486)**

El Examinador objeto el **nivel inventivo de las Reivindicaciones 8, 11 con el documento D1 (US2023966); la Reivindicación 21 con el documento D4 (US5304016); la Reivindicación 8 con el documento D5 (US2011/0070033) y las Reivindicaciones 20, 21 con el documento D6 (US7604437) porque:**

*“El documento D1 se considera el estado de la técnica más cercano a la invención definida en la reivindicación 8 porque divulga un aparato para la formación de columnas de cimentación de hormigón (Pág. 1, Col. 1, líneas 1-4)”.*

*“La diferencia entre la invención definida en la reivindicación 8 y el aparato para la formación de columnas de D1 consiste en que este último no divulga que la boquilla del disector de agua a propulsión está instalada en un ángulo que oscila entre 10 y 80 grados respecto a la horizontal.”.*

*“En consecuencia, la persona del oficio normalmente versada en la materia, incluiría la boquilla en ángulo de 35° con respecto a la horizontal del documento D5 en el aparato para la formación de columnas del documento D1 para llegar así al objeto de la reivindicación 8 de la solicitud. Por lo cual se considera obvia”.*

*“El documento D1 se considera el estado de la técnica más cercano a la invención definida en la reivindicación 11 porque divulga un aparato para la formación de columnas de cimentación de hormigón (Pág. 1, Col. 1, líneas 1-4)”.*



**MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS SAS**  
**IP LAWYERS**

**BOGOTA - COLOMBIA**

AK. 24 No. 37 31 Of. 202  
TEL. (571) 2444096 – 3690624 –  
2444938 - Fax (571) 2442496  
E-mail: [mde@mdelaw.com](mailto:mde@mdelaw.com)  
MIEMBROS  
INTA – ASIPI – AIPPI – ACPI  
AAAPI – ABPI – ABAPI

*“La diferencia entre la invención definida en la reivindicación 11 y el aparato para la formación de columnas de D1 consiste en que este último no divulga que el mandril comprende además un elemento de restricción diametral”.*

*“En consecuencia, la persona del oficio normalmente versada en la materia, incluiría los elementos de restricción diametral del documento D6 en el aparato para la formación de columnas del documento D1 para llegar así al objeto de la reivindicación 11 de la solicitud. Por lo cual se considera obvia”.*

*“El documento D4 se considera el estado de la técnica más cercano a la invención definida en la reivindicación 21 porque divulga un dispositivo para formar paredes de retención de tierra, paredes de corte y pilas de cimentación en una base de tierra o para formar un pilar en una base de tierra con el fin de mejorar la cimentación (Col. 1, líneas 7-10)”.*

*“La diferencia entre la invención definida en la reivindicación 21 y el dispositivo para formar pilas de cimentación de D4 consiste en que este último no divulga que el mandril comprende además un elemento de restricción diametral”.*

*“En consecuencia, la persona del oficio normalmente versada en la materia, incluiría los elementos de restricción diametral del documento D6 en el dispositivo para formar pilas de cimentación del documento D4 para llegar así al objeto de la reivindicación 21 de la solicitud. Por lo cual se considera obvia”.*

**R/:** Nuestro poderdante se permite manifestar en cuanto a las objeciones a la **falta de NIVEL INVENTIVO** de la invención, que de acuerdo a las modificaciones realizadas a las Reivindicaciones, se mencionan las siguientes razones:

El Oficio rechaza la anterior **Reivindicación 8 (Reivindicación modificada 9)** por carecer de actividad inventiva sobre el documento **D1** a la vista del documento **D5 (US2011/0070033** de Melegari). El solicitante no está de acuerdo al menos por las siguientes razones.

Como se ha indicado anteriormente, la **Reivindicación independiente 1 se ha modificado para definir que los dientes cortantes en el borde inferior del cabezal de compactación son planos a lo largo de su borde delantero.**

Visite nuestra página web: [www.mdelaw.com](http://www.mdelaw.com)



MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS SAS  
IP LAWYERS

BOGOTA - COLOMBIA

AK. 24 No. 37 31 Of. 202  
TEL. (571) 2444096 – 3690624 –  
2444938 - Fax (571) 2442496  
E-mail: [mde@mdelaw.com](mailto:mde@mdelaw.com)  
MIEMBROS  
INTA – ASIPI – AIPPI – ACPI  
AAAPI – ABPI – ABAPI

El documento **D1** claramente no enseña esta limitación estructural. La adición del documento **D5** al documento **D1** no rectifica esta deficiencia del documento **D1** ya que el documento **D5** tampoco enseña dientes planos.

Por lo tanto, la **Reivindicación 8, que depende de la Reivindicación 1**, tiene un **NIVEL INVENTIVO** sobre el documento **D1** a la vista del documento **D5**.

El Oficio rechaza la **Reivindicación 11 por falta de nivel inventivo** sobre el documento **D1** a la vista del documento **D6 (US7604437 a Wissmann, et al)**. El solicitante no está de acuerdo al menos por las siguientes razones.

Como se ha indicado anteriormente, la **Reivindicación independiente 1 se ha modificado para definir que los dientes cortantes en el borde inferior del cabezal de compactación son planos a lo largo de su borde delantero**. El documento **D1** claramente no enseña esta limitación estructural. La adición del documento **D6** al documento **D1** no rectifica esta deficiencia del documento **D1** ya que el documento **D6** tampoco enseña dientes planos en el borde inferior del cabezal de compactación.

Por lo tanto, la **Reivindicación 11, que depende de la Reivindicación 1**, tiene **NIVEL INVENTIVO** sobre el documento **D1** a la vista del documento **D6**.

El Oficio rechaza la **Reivindicación 21 por carecer de nivel inventivo** sobre el documento **D4** a la vista del documento **D6**. El solicitante no está de acuerdo al menos por las siguientes razones.



MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS SAS  
IP LAWYERS

BOGOTA - COLOMBIA

AK. 24 No. 37 31 Of. 202  
TEL. (571) 2444096 – 3690624 –  
2444938 - Fax (571) 2442496  
E-mail: [mde@mdelaw.com](mailto:mde@mdelaw.com)  
MIEMBROS  
INTA – ASIP – AIPPI – ACPI  
AAAPI – ABPI – ABAPI

Como se mencionó anteriormente, la reivindicación independiente 12 define dientes que son planos a lo largo de un borde de ataque. El documento **D4** no tiene dientes que enseñen esta limitación. De hecho, la broca (8) tiene dientes claramente inclinados, ver la vista de corte de la Fig. 3 que muestra el perfil lateral de lo que posiblemente podrían ser los dientes en la broca (8). La adición del documento **D6** al documento **D4** no rectifica esta deficiencia del documento **D4** ya que el documento **D6** tampoco enseña dientes planos.

Por lo tanto, la **Reivindicación 21, que depende de la Reivindicación 12, tiene NIVEL INVENTIVO** sobre el documento **D4** a la vista del documento **D6**.

El Oficio rechaza la **Reivindicación 20 por carecer de actividad inventiva** sobre el documento **D6**. El solicitante no está de acuerdo al menos por las siguientes razones.

La **Reivindicación 20 de la presente solicitud describe un cabezal de compactación que es más grande en la parte inferior que en la superior.**

El Examinador argumenta que el documento **D6** muestra un cabezal de compactación de configuración similar. Sin embargo, el solicitante sostiene respetuosamente que el Examinador malinterpreta el documento **D6**. En particular, la parte del sistema del documento **D6** que el Examinador ha rodeado en rojo como siendo la parte superior de la cabeza del cabezal de compactación es en realidad la parte superior (9) del mandril del documento **D6** (1). El cabezal de compactación del sistema del documento **D6** se indica como cabezal de compactación (2), donde este cabezal de compactación (2)



**MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS SAS**  
**IP LAWYERS**

**BOGOTA - COLOMBIA**

AK. 24 No. 37 31 Of. 202  
TEL. (571) 2444096 – 3690624 –  
2444938 - Fax (571) 2442496  
E-mail: [mde@mdelaw.com](mailto:mde@mdelaw.com)  
MIEMBROS  
INTA – ASIPI – AIPPI – ACPI  
AAAPI – ABPI – ABAPI

es claramente una forma de caja, no una forma con una parte superior más pequeña que la inferior. La Fig. 4 del documento **D6** muestra esto claramente, donde la parte superior (9) del mandril (1) se muestra y describe como un componente separado del cabezal de compactación (2).

Por lo tanto, la **Reivindicación 20** tiene **NIVEL INVENTIVO** sobre el documento **D6** ya que no todas las limitaciones de esta reivindicación son enseñadas por el documento **D6**.

Por lo expresado anteriormente, **los aparatos para construir pilares de desplazamiento de áridos, tal como se describe en la presente solicitud de patente de invención** de nuestro poderdante, **no está comprendida en el estado de la técnica o anticipada**, ni se encuentran definidas ni mucho menos divulgada en los documentos **D1, D2, D3, D4, D5 y D6** citados por el Examinador. Por lo tanto, la invención es **NOVEDOSA**, tiene **NIVEL INVENTIVO Y APLICACIÓN INDUSTRIAL**, es decir cumple con los requisitos de exigidos por la Decisión 486 del Acuerdo de la Comisión de la Comunidad Andina; además, estamos dando respuesta al Concepto Técnico notificado mediante Oficio No. 17.549 del 18 de diciembre de 2017.

Finalmente, solicito respetuosamente se proceda a **CONCEDER** la Patente de Invención titulada: **“APARATOS PARA CONSTRUIR PILARES DE DESPLAZAMIENTO DE ÁRIDOS”** a nombre de la sociedad **GEOPIER FOUNDATION COMPANY, INC.**, para las nuevas Reivindicaciones 1 a 27 inclusive.



**MARIO DELGADO ECHEVERRY E HIJOS SAS**  
**IP LAWYERS**

**BOGOTA - COLOMBIA**

AK. 24 No. 37 31 Of. 202  
TEL. (571) 2444096 – 3690624 –  
2444938 - Fax (571) 2442496  
E-mail: [mde@mdelaw.com](mailto:mde@mdelaw.com)  
MIEMBROS  
INTA – ASIPi – AIPPI – ACPI  
AAAPI – ABPI – ABAPi

Atentamente,

**JAIME EDUARDO DELGADO VILLEGAS**

C.C. No. 19.270.955 Bogotá

T.P. No. 43.308 C.S.J.

Anexo:

Nueva Descripción en veintiséis folios.

Nuevas Reivindicaciones (27) en cinco folios.

**APARATOS PARA CONSTRUIR PILARES DE DESPLAZAMIENTO DE**  
**ÁRIDOS**

REFERENCIA CRUZADA PARA LAS SOLICITUDES RELACIONADAS

5 El asunto divulgado por el presente documento está relacionado con y reivindica la prioridad para la solicitud provisional de Estados Unidos Serie N.º 61/874.116 titulada "Improved Methods and Apparatus for Building Displacement Aggregate Piers" presentada el 5 de septiembre de 2013; la descripción completa de la cual se incorpora en el presente documento por  
10 referencia.

CAMPO DE LA TÉCNICA

El asunto divulgado por el presente documento se refiere en general a la construcción de pilares de áridos utilizados para soportar estructuras y más particularmente a los aparatos y métodos para construir de manera eficiente  
15 pilares de áridos de desplazamiento en difíciles condiciones de manejo y/o en suelos que requieren que el pilar se rellene con lechada para conseguir un soporte estructural.

ANTECEDENTES

Las instalaciones pesadas o sensibles al asentamiento que están  
20 situadas en áreas que contienen suelos blandos, sueltos o débiles a menudo se apoyan en cimentaciones profundas. Este tipo de cimentaciones profundas se hacen normalmente de pilotes hincados o pilares de hormigón instalados después de la perforación. Las cimentaciones profundas están diseñadas para transferir cargas estructurales a través de los suelos blandos hasta los estratos  
25 de suelos más idóneos. Las cimentaciones profundas son a menudo

relativamente caras si se comparan con otros métodos de construcción.

Otra forma de soportar este tipo de estructuras es excavando los suelos blandos, sueltos o débiles y después rellenar la excavación con material más idóneo. Toda la zona debajo de los cimientos del edificio normalmente se  
5 excava y se sustituye hasta la profundidad del suelo blando, suelto o débil. Este método es ventajoso porque se realiza con los métodos convencionales de movimiento de tierras, pero tiene las desventajas de ser costoso cuando se realiza en áreas urbanas y puede requerir que se lleve a cabo esa costosa deshidratación o apuntalamiento para estabilizar la excavación.

10 Todavía otra manera de soportar este tipo de estructuras es tratar el suelo con "compactación dinámica profunda" que consiste en dejar caer un pesado peso sobre la superficie del terreno. El peso se deja caer desde una altura suficiente para hacer que en el suelo se origine una gran onda de compresión. La onda de compresión compacta el suelo, siempre y cuando el  
15 suelo sea de una gradación suficiente para ser tratable. Varias formas de peso están disponibles para lograr la compactación por este método, tales como las descritas en la patente de Estados Unidos N.º 6.505.998. Aunque la compactación dinámica profunda puede ser económica para ciertos sitios, tiene la desventaja de que induce grandes ondas como resultado de los golpes del  
20 peso contra el terreno. Puede que estas ondas sean perjudiciales para las estructuras existentes. La técnica es deficiente porque sólo es aplicable a un pequeño grupo de gradaciones de suelo (tamaños de partículas) y no es adecuada para materiales con partículas de tamaño fino apreciables.

En los últimos años, las columnas de áridos se han utilizado cada vez  
25 más para soportar estructuras situadas en áreas que contienen suelos blandos.

Las columnas son diseñadas para reforzar y fortalecer la capa blanda y reducir al mínimo los asentamientos resultantes. Las columnas se construyen utilizando varios métodos que incluyen el método de perforación y de compactación descrito en las patentes de Estados Unidos N.º 5.249.892 y 6.354.766; el método del mandril de hincas con cabezal de compactación descrito en la patente de Estados Unidos N.º 7.226.246; el mandril de hincas con cabezal de compactación con el método de los elementos de restricción descrito en la patente de Estados Unidos N.º 7.604.437; y el método de mandril cónico de hincas descrito en la patente de Estados Unidos N.º 7.326.004; la totalidad de cuyas divulgaciones se incorporan en el presente documento por referencia.

El método de columna corta de áridos (patentes de Estados Unidos N.º 5.249.892 y 6.354.766), que incluye perforar o excavar una cavidad, es una solución de cimentación eficaz cuando se instala en suelos cohesivos en los que se mantiene fácilmente la estabilidad de la pared lateral del orificio. El método consiste generalmente en (a) perforar una cavidad u orificio generalmente cilíndrico en el suelo de la cimentación (normalmente alrededor de 76,2 cm (30 pulgadas)), (b) compactar el suelo en la parte inferior de la cavidad, (c) instalar un elevador de árido relativamente delgado en la cavidad (normalmente alrededor de 30,5-45,7 cm (12-18 pulgadas)), (d) compactar el elevador de árido con un cabezal de compactación biselado especialmente diseñado, y (e) repetir el proceso para formar una columna de árido que se extiende generalmente hasta la superficie del terreno. Es fundamental para el proceso la aplicación de suficiente energía al cabezal de compactación biselado de manera que el proceso acumule tensiones laterales bajo la matriz

del suelo hacia arriba a lo largo de los lados de la cavidad durante la compactación secuencial. Esta acumulación de tensión lateral es importante debido a que disminuye la compresibilidad de los suelos de las matrices y permite que las cargas aplicadas sean transferidas de manera eficiente a los  
5 suelos de las matrices durante la carga de la columna.

El método de mandril de hinca con cabezal de compactación (patente de Estados Unidos N.º 7.226.246) es una forma de desplazamiento del método de columna corta de árido. Este método consiste generalmente en la hinca de una cañería hueca (mandril) en el terreno sin la necesidad de perforar. La cañería  
10 está equipada con un cabezal de compactación en la parte inferior que tiene un diámetro mayor que la cañería y que tiene una parte inferior plana y lados biselados. El mandril es hincado en la parte inferior del diseño de la elevación de la columna, relleno de árido y después elevado, lo que permite que el árido fluya hacia fuera de la cañería y dentro de la cavidad creada por la  
15 retirada del mandril. El cabezal de compactación es entonces hincado de nuevo hacia abajo en el árido para compactar el árido. La forma plana de la parte inferior del cabezal de compactación compacta el árido. Los lados biselados fuerzan el árido dentro de las paredes laterales del orificio, aumentando de este modo las tensiones laterales en el terreno circundante. El mandril de hinca con  
20 cabezal de compactación con el método de los elementos de restricción (patente de EE.UU. N.º 7.604.437) utiliza una pluralidad de elementos de restricción instalados dentro del cabezal 112 de compactación para restringir el reflujo de árido en el interior del cabezal de compactación durante la compactación.

25 El método de mandril cónico de hinca (patente de Estados Unidos N.º

7.326.004) es otro medio de crear una columna de árido con un mandril de desplazamiento. En este caso, la forma del mandril es un cono truncado, más grande en la parte superior que en la parte inferior, con un ángulo de conicidad de aproximadamente 1 a aproximadamente 5 grados respecto de la vertical. El mandril es hincado en el terreno, haciendo que el suelo matriz se desplace hacia abajo y lateralmente durante la hinca. Después de llegar a la parte inferior del diseño de la elevación de la columna, el mandril es retirado, dejando una cavidad en forma de cono en el terreno. La forma cónica del mandril permite estabilizar temporalmente las paredes laterales del orificio de manera que puede introducirse árido en la cavidad desde la superficie del terreno. Después de la colocación de un elevador de árido, el mandril se vuelve a hincar hacia abajo en el árido para compactar el árido y forzarlo lateralmente en las paredes laterales del orificio. A veces, se utiliza un mandril más grande para compactar el árido cerca de la parte superior de la columna.

## SUMARIO

La presente divulgación se refiere en general a aparatos y métodos para construir pilares de áridos de desplazamiento en condiciones difíciles de hinca y/o en suelos que requieren que el pilar sea unido con lechada para conseguir un soporte estructural. En algunas realizaciones, se proporciona un sistema para construir pilares de áridos que comprenden un mandril, en donde el mandril puede incluir una parte superior de tubo de alimentación, un cabezal de compactación, y un conducto que se extiende a través del mismo para la alimentación de árido a través del tubo de alimentación hasta el cabezal de compactación, en el que el cabezal de compactación puede incluir una pluralidad de dientes de corte en un borde inferior del cabezal de compactación

opuesto al tubo de alimentación y rodeando un perímetro del borde del cabezal de compactación. Los dientes de corte pueden abarcar cualquier lugar desde aproximadamente 20 % a aproximadamente 80 % de la sección transversal del área de la sección transversal del borde del cabezal de compactación. Además,

5 el intervalo de los dientes de corte puede variar en anchura de aproximadamente 1,2 cm (0,5 pulgadas) a aproximadamente 15,2 cm (6 pulgadas) y puede variar en profundidad desde aproximadamente 0,6 cm (0,25 pulgadas) a aproximadamente 15,2 cm (6 pulgadas). Más aún, los dientes de corte pueden estar separados entre sí por una distancia igual a

10 aproximadamente la anchura de los dientes de corte, o pueden estar separados entre sí por una distancia mayor que o menor que la anchura de los dientes de corte. Los dientes de corte pueden aumentar las tensiones de hincado en el borde del cabezal de compactación en un factor de aproximadamente 1,25 a aproximadamente 5.

15 En algunas realizaciones, el mandril puede incluir al menos una boquilla de disector de agua a propulsión en el borde inferior del cabezal de compactación. La boquilla de disector de agua a propulsión se puede instalar en al menos uno de los dientes de corte y además se puede instalar en un ángulo que varía de aproximadamente 10 a aproximadamente 80 grados

20 respecto a la horizontal. Además, la boquilla de disector de agua a propulsión puede estar conectada de forma fluida a un colector interior que se conecta a uno o más tubos de chorro que se extienden internamente o externamente hasta el tubo de alimentación. En funcionamiento, la boquilla del disector de agua a propulsión puede generar una corriente que varía en su diámetro de

25 entre aproximadamente 0,0254 mm (1/1000 de pulgada) a aproximadamente

0,6 cm (0,25 pulgadas) y que tiene una presión que varía de aproximadamente 68,9 kPa (10 psi) a 27.579 kPa (4.000 psi). En algunas realizaciones, el mandril también incluye uno o más elementos de restricción diametrales.

En otras ciertas realizaciones, un sistema para construir pilares de áridos con lechada puede incluir un mandril que tiene una parte superior del tubo de alimentación, un cabezal de compactación, y un conducto que se extiende a través del mismo para alimentar áridos a través del tubo de alimentación hasta el cabezal de compactación, y una línea de inyección de lechada que se extiende a lo largo del tubo de alimentación con al menos un puerto de descarga en el mandril. El puerto de descarga puede estar situado, por ejemplo, en el tubo de alimentación en una ubicación por encima del cabezal de compactación. Ciertas realizaciones pueden incluir también una línea de inspección de la lechada que se extiende a lo largo del tubo de alimentación que incluye un puerto de inspección de la lechada situado a una distancia por encima del puerto de descarga de la línea de inyección de la lechada. En tales realizaciones, la línea de inspección de la lechada incluye una cañería endurecida, una manguera flexible, o una combinación de las mismas.

Todavía en otras realizaciones, la línea de inyección de lechada puede dividirse en dos o más líneas de inyección de lechada de un separador. Estas líneas de inyección de lechada pueden estar integradas en el cabezal de compactación y también pueden enrollarse alrededor del cabezal de compactación hasta que estén opuestas entre sí en un borde inferior del cabezal de compactación. En algunas realizaciones, una placa deflectora puede estar dispuesta por debajo del puerto de descarga de cada una de las dos líneas de inyección de lechada.

Otras realizaciones pueden incluir también un sistema en el que el cabezal de compactación incluye un extremo superior y un extremo inferior, y además en el que el extremo superior tiene un diámetro menor que el diámetro del extremo inferior. El mandril puede incluir también uno o más elementos de  
5 restricción diametrales.

En otras ciertas realizaciones, se presenta un método de construcción de pilares de áridos en el que el método incluye las etapas de (a) proporcionar un mandril, incluyendo el mandril una parte superior del tubo de alimentación, un cabezal de compactación y un conducto que se extiende a través del mismo  
10 para la alimentación de árido a través del tubo de alimentación hasta el cabezal de compactación, en el que el cabezal de compactación comprende una pluralidad de dientes de corte en un borde inferior del cabezal de compactación opuesto al tubo de alimentación y rodeando un perímetro del borde del cabezal de compactación; (b) hinca del mandril en los suelos en campo libre a una  
15 profundidad especificada; (c) elevar el mandril una distancia especificada; y (d) repetir la hinca y elevación del mandril.

De acuerdo con todavía otro aspecto de la presente divulgación, se presenta un método de construcción de pilares de áridos en el que el método incluye las etapas de (a) proporcionar un mandril que tiene una parte superior  
20 de tubo de alimentación, un cabezal de compactación, y un conducto que se extiende a través del mismo para la alimentación de árido a través del tubo de alimentación hasta el cabezal de compactación, y una o más líneas de inyección de lechada que se extienden a lo largo del tubo de alimentación con al menos un puerto de descarga en el mandril; (b) la hinca del mandril a través  
25 de suelos en campo libre a una profundidad especificada; (c) elevar el mandril

una distancia especificada; y (d) repetir la hincada y elevación del mandril, en el que la lechada se introduce en el mandril a través de la una o más líneas de lechada a profundidades predeterminadas durante el proceso de hincada y elevación repetidos.

## 5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Habiendo descrito así el asunto divulgado por el presente documento en términos generales, a continuación se hará referencia a los Dibujos adjuntos, que no están necesariamente dibujados a escala, y en los que:

La FIG. 1A y la FIG. 1B ilustran una vista lateral y una vista del extremo desde abajo, respectivamente, de un ejemplo de un mandril que tiene un cabezal de compactación con dientes de corte en el borde de ataque del mismo;

La FIG. 2 ilustra una vista lateral que muestra más detalles de los dientes de corte del cabezal de compactación mostrado en la FIG. 1A y en la FIG. 1B;

La FIG. 3 A y la FIG. 3B ilustran una vista lateral y una vista del extremo desde abajo, respectivamente, que muestran más detalles del cabezal de compactación mostrado en la FIG. 1A y en la FIG. 1B que comprende boquillas de disector de agua a propulsión;

La FIG. 4 A y la FIG. 4B ilustran una vista desde arriba y una vista en sección transversal, respectivamente, de un ejemplo de un mandril que comprende uno o más tubos de lechada para añadir lechada a los pilares de áridos;

La FIG. 5A y la FIG. 5B ilustran una vista lateral y una vista del extremo desde abajo, respectivamente, de otro ejemplo de un mandril que comprende

uno o más tubos de lechada para añadir lechada a los pilares de áridos;

La FIG. 6 A y la FIG. 6B ilustran una vista desde arriba y una vista en sección transversal, respectivamente, de un ejemplo de un mandril que comprende uno o más tubos de lechada para añadir lechada a los pilares de áridos, de acuerdo con otra realización; y

La FIG. 7 muestra un gráfico de los resultados de las pruebas del módulo del pilar con lechada para un pilar de 61 cm (24 pulgadas) de diámetro formado utilizando, por ejemplo, el mandril mostrado en la FIG. 5A y en la FIG. 5B.

## 10 DESCRIPCIÓN DETALLADA

El asunto divulgado por el presente documento se describirá ahora más completamente en lo sucesivo con referencia a los Dibujos adjuntos, en los que se muestran algunas, pero no todas las realizaciones del asunto divulgado por el presente documento. Números similares se refieren a elementos similares en todo. El asunto divulgado por el presente documento se puede realizar de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitado a las realizaciones expuestas en el presente documento; más bien, estas realizaciones se proporcionan para que esta descripción satisfaga los requisitos legales aplicables. En efecto, muchas modificaciones y otras realizaciones del asunto divulgado por el presente documento expuesto en el presente documento vendrán a la mente del experto en la técnica para el que el asunto divulgado por el presente documento concierne a tener el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones anteriores y en los Dibujos asociados. Por lo tanto, ha de entenderse que el asunto divulgado por el presente documento no se ha de limitar a las realizaciones específicas

descritas y que modificaciones y otras realizaciones están destinadas a ser incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

En algunas realizaciones, el asunto divulgado por el presente documento proporciona aparatos para la construcción de forma eficiente de pilares de áridos de desplazamiento en difíciles condiciones de hinca y/o en suelos que requieren que el pilar sea rellenado con lechada para lograr un soporte estructural. En un ejemplo, los pilares de áridos contruidos utilizando los aparatos divulgados por el presente documento se utilizan para soportar estructuras, tales como edificios, cimientos, forjados, paredes, terraplenes, pavimentos y otras mejoras.

Un aspecto de los aparatos divulgados por el presente documento para construir eficientemente pilares de áridos de desplazamiento es que proporcionan mejoras en el método de mandril de hinca con cabezal de compactación para construir de manera eficiente pilares de áridos de desplazamiento.

Otro aspecto de la presente divulgación es que proporciona aparatos y métodos mejorados para construir pilares de árido con lechada.

En algunas realizaciones, se proporciona un mandril que tiene un cabezal de compactación con dientes de corte en el borde de ataque del mismo, en el que los dientes de corte proporcionan un medio más eficaz de penetración del mandril en materiales duros o densos durante la hinca.

En otras realizaciones, las boquillas de disector de agua a propulsión se proporcionan dentro de uno o más de los dientes de corte para la entrega de líquido a presión, que se pueden usar para el aflojamiento de materiales densos, rígidos y/o cementados que se pueden encontrar durante la hinca.

Todavía en otras realizaciones, se proporciona un mandril que tiene tubos de lechada (o líneas de inyección de lechada) y/o líneas de inspección de lechada, en el que los tubos de lechada se utilizan para facilitar la adición de lechada con mayor precisión a los pilares construidos en suelo muy blando y débil.

Todavía en otras realizaciones, el mandril y/o el cabezal de compactación divulgados por el presente documento pueden comprender dientes de corte, boquillas de disector de agua a propulsión, tubos de lechada (o líneas de inyección de lechada), líneas de inspección de lechada, y cualquier combinación de los mismos.

Con referencia ahora a la FIG. 1A y a la FIG. 1B, una vista lateral y una vista del extremo desde abajo, respectivamente, se proporcionan mostrando un ejemplo de un mandril (100) que tiene un cabezal de compactación con los dientes (114) de corte en un borde de ataque del mismo. La FIG. 1A y la FIG. 1B muestran una realización ejemplar de la presente realización para condiciones caracterizadas por una difícil hincada del cabezal de compactación. Por ejemplo, el mandril (100) puede comprender un tubo (110) de alimentación y un cabezal (112) de compactación, en el que el tubo (110) de alimentación tiene un conducto (116) que pasa a través del mismo para alimentar áridos (no mostrado) al cabezal (112) de compactación. Además, el cabezal (112) de compactación puede comprender una pluralidad de dientes (114) de corte en el borde de ataque del mismo; a saber, los dientes (114) de corte pueden estar en el borde del cabezal (112) de compactación opuesto al tubo (110) de alimentación. El tubo (110) de alimentación y el cabezal (112) de compactación pueden estar formados de, por ejemplo, materiales metálicos tales como acero,

hierro fundido y/o aluminio.

Los dientes (114) se instalan o mecanizan normalmente en el borde de la parte inferior o en el borde de ataque del cabezal (112) de compactación. La finalidad de los dientes (114) de corte es proporcionar un medio más eficiente de penetración del mandril (100) en materiales duros o densos durante la hinca. Es bien conocido por los expertos en la técnica que la penetración de un objeto en el terreno depende, entre otras cosas, de las características de los materiales del subsuelo, de la presencia o de la ausencia de agua subterránea, de la energía de hinca aplicada, y del área de la sección transversal del objeto que se introduce en los materiales del subsuelo. El mandril (100) divulgado por el presente documento contempla la instalación o el mecanizado de los dientes de hinca o dientes de corte que reducen ventajosamente el área de la sección transversal del cabezal (112) de compactación en el punto de penetración en el terreno.

La tensión de hinca que se aplica al borde de ataque del cabezal (112) de compactación se puede calcular como la relación de la fuerza de hinca aplicada por el martillo de hinca al área de la sección transversal de la superficie de hinca del cabezal (112) de compactación. Cuanto mayor es la tensión de hinca, más rápida es la penetración del cabezal (112) de compactación en los materiales del subsuelo. En un ejemplo, los dientes (114) de corte abarcan de aproximadamente 20 % a aproximadamente 80 % del área de la sección transversal del área de hinca en sección transversal del cabezal (112) de compactación.

Con referencia ahora a la FIG. 2, una vista lateral del cabezal (112) de compactación mostrado en la FIG. 1A y en la FIG. 1B se proporciona

mostrando más detalles de los dientes (114) de corte. Los dientes (114) de corte tienen una anchura  $w$  y una longitud  $l$ . Además, hay un espacio  $s$  entre los dientes (114) de corte adyacentes. En un ejemplo, la anchura  $w$  de los dientes (114) de corte puede ser de aproximadamente 1,3 cm (0,5 pulgadas) a aproximadamente 15,2 cm (6 pulgadas). En un ejemplo, la longitud  $l$  de los dientes (114) de corte puede ser de aproximadamente 0,6 cm (0,25 pulgadas) a aproximadamente 15,2 cm (6 pulgadas). La anchura  $w$  de dientes (114) de corte y el espacio  $s$  entre los dientes (114) de corte puede ser el mismo o puede ser diferente.

La disposición de los dientes (114) de corte aumenta las tensiones de hincado en el borde de ataque del cabezal (112) de compactación en un factor de aproximadamente 1,25 a aproximadamente 5 dependiendo de la configuración y de la geometría de los dientes (114) de corte. El aumento de las tensiones de hincado mandril-parte inferior permite que el cabezal (112) de compactación corte materiales duros para la hincado con mayor rapidez y con un menor desgaste y desgarramiento provocados por el martillo de hincado en comparación con cabezales de compactación convencionales. Ejemplos de materiales duros para la hincado incluyen la arena densa o cementada, arcilla rígida y dura, y las obstrucciones del subsuelo, tales como piezas de hormigón y ladrillos enterrados.

La FIG. 3A y la FIG. 3B muestran otra realización de mandril (100) para condiciones de hincado difíciles. La FIG. 3A y la FIG. 3B ilustran una vista lateral y una vista del extremo inferior, respectivamente, que muestra el cabezal (112) de compactación equipado tanto con dientes (114) de corte como con una o más boquillas (118) de disector de agua a propulsión que se pueden instalar o mecanizar cerca de la parte inferior del cabezal (112) de compactación. La

finalidad y la configuración de los dientes (114) de corte es como se ha descrito anteriormente con referencia a la FIG. 1A, la FIG. 1B y la FIG. 2. Las boquillas (118) del disector de agua a propulsión pueden estar instaladas dentro de los dientes (114) de corte e inclinadas en ángulos que varían desde aproximadamente 10 grados hasta aproximadamente 80 grados respecto de la horizontal. Las boquillas (118) del disector de agua a propulsión pueden estar instaladas en un diente (114) de corte, en dos dientes (114) de corte, o en muchos dientes (114) de corte en función de la eficacia requerida de las operaciones de chorro. Las boquillas (118) del disector de agua a propulsión pueden generar corrientes de agua a presión u otros líquidos (por ejemplo, líquido (120) con un diámetro que varía de aproximadamente 0,0254 mm (1/1000 de pulgada) a aproximadamente 0,6 cm (0,25 pulgadas), dependiendo del diseño de mandril y de los requisitos de la hincadora. Las boquillas (118) del disector de agua a propulsión pueden estar conectadas hidráulicamente a un colector interior (no mostrado) que puede estar conectado a su vez a una o más líneas de suministro (no mostradas) que se extienden hacia abajo a lo largo del mandril (100) (o dentro de mandril (100) desde la parte superior del mandril (100)). La finalidad de las boquillas (118) del disector de agua a propulsión y del colector interior es distribuir agua a presión u otros líquidos (por ejemplo, líquido (120) desde grados de trabajo hacia abajo a través del mandril (100) y fuera de las boquillas (118) del disector de agua a propulsión.

Las presiones de chorro de agua que pueden variar desde aproximadamente 68,9 kPa (10 psi) a aproximadamente 27.579 kPa (4.000 psi) se pueden aplicar a través de las boquillas (118) de disector de agua a propulsión durante la hincadora descendente. La provisión de las boquillas (118) del

disector de agua a propulsión permite el aflojamiento de materiales densos, rígidos, y/o cementados que se pueden encontrar durante la hinca. La aplicación de agua a alta presión afloja estos materiales y permite una hinca más eficaz. Las boquillas (118) del disector de agua a propulsión se instalan normalmente en ángulos que están inclinados respecto de la vertical con el fin de evitar la obstrucción de las boquillas durante la hinca y extracción del mandril. Las boquillas (118) del disector de agua a propulsión que se instalan en ángulos empinados contemplan una hinca más fácil, pero también son más fácilmente obstruidas durante la penetración del mandril en los materiales del terreno. Al inclinar las boquillas (118) del disector de agua a propulsión de la vertical, las boquillas (118) del disector de agua a propulsión tienen la ventaja de que se inclinan más hacia abajo para aflojar los materiales del subsuelo que ya no son obstruidos tan fácilmente por las partículas del terreno. La provisión de los dientes (114) de corte permite que las boquillas (118) del disector de agua a propulsión estén inclinadas en ángulos mayores que cero grados respecto de la vertical, permitiendo así la configuración inclinada de las boquillas (118) del disector de agua a propulsión.

En aún otra realización de la presente invención, los tubos de lechada (o líneas de inyección de lechada) se pueden utilizar para facilitar más precisión al añadir lechada a los pilares construidos en terreno muy blando y débil. Por ejemplo, la FIG. 4A y la FIG. 4B muestran una vista desde arriba y una vista en sección transversal, respectivamente, de un ejemplo de un mandril (400) que comprende tubos de lechada para añadir lechada a pilares de árido. El mandril (400) puede incluir un tubo (410) de alimentación y un cabezal (412) de compactación, en el que el tubo (410) de alimentación tiene un conducto (414)

a su través para la alimentación de árido (no mostrado) al cabezal (412) de compactación. El tubo (410) de alimentación y el cabezal (412) de compactación pueden estar formados de materiales metálicos, tales como acero, hierro fundido y aluminio. En un ejemplo, la longitud o la altura del cabezal (412) de compactación pueden ser de aproximadamente 15,2 cm (6 pulgadas) a aproximadamente 30,5 cm (12 pulgadas).

En algunas realizaciones, una línea (416) de inyección de lechada se extiende hacia abajo a lo largo del tubo (410) de alimentación para descargar en una ubicación por encima del cabezal (412) de compactación. En un ejemplo, la línea (416) de inyección de lechada tiene un diámetro interior (ID) de aproximadamente 5 cm (2 pulgadas). La lechada se inyecta cerca de la parte inferior del mandril (400) para proporcionar una mayor confianza y precisión en el suministro de la lechada dentro del árido. Es decir, en esta realización, un puerto (418) de inyección está situado encima del cabezal (412) de compactación para reducir la probabilidad de que se obstruya la línea (416) de inyección de lechada durante la compactación facilitada por el cabezal (412) de compactación. En un ejemplo, el puerto (418) de inyección está situado al menos aproximadamente 15,2 cm (6 pulgadas) por encima del borde superior del cabezal (412) de compactación. La línea (416) de inyección de lechada se puede utilizar para inyectar con precisión volúmenes conocidos de lechada en las elevaciones conocidas del cabezal (412) de compactación. Esto permite una mayor confianza en la localización y presencia de la lechada añadida dentro del pilar de árido. Debido a esta mayor confianza, el volumen total de la lechada añadida al pilar puede reducirse, proporcionando de esta manera eficiencia en los costes. Además, dado que la línea (416) de inyección de

lechada permite una mayor precisión, el pilar se puede construir con la lechada que se extiende hasta una menor parte superior de la elevación de la lechada, reduciéndose así las potenciales actividades por deterioro de la lechada después de la construcción de los pilares que se construyen con lechada por encima de las elevaciones de diseño.

Opcionalmente, como se muestra en la FIG. 4A y en la FIG.4B, puede proporcionarse una línea (420) de inspección de lechada que también se extiende hacia abajo a lo largo del tubo (410) de alimentación. En un ejemplo, la línea (420) de inspección de lechada tiene un DI de aproximadamente 5 cm (2 pulgadas). La línea (420) de inspección de lechada puede ser utilizada para proporcionar una verificación independiente de las cantidades de lechada. La línea (420) de inspección de lechada está situada de manera óptima por encima del punto de descarga (es decir, el puerto (418) de inyección) de la línea (416) de inyección de lechada. A saber, la línea (420) de inspección de lechada tiene un puerto (422) de inspección que normalmente está situado a cierta distancia por encima de puerto (418) de inyección de la línea (416) de inyección de lechada. La línea (420) de inspección de lechada puede consistir en una cañería endurecida que está fijada o unida al lado del mandril (400), o puede consistir en una manguera flexible, o en una combinación de las dos. La finalidad de la línea (420) de inspección de lechada es verificar la elevación del cabezal de lechada dentro de mandril (400). Si se observa que la lechada emerge de la línea (420) de inspección de lechada entonces la altura de presión de la lechada en la elevación del puerto (422) de inspección se sabe que es igual o superior a la elevación del puerto (418) de inyección de la línea (416) de inyección de lechada.

Además, opcionalmente, puede instalarse un conjunto (424) de elementos de restricción diametrales en el cabezal (412) de compactación del mandril (400). Los elementos (424) de restricción diametrales pueden ser fabricados a partir de cadenas, cables o cable de acero individuales, o una  
5 celosía de las cadenas, cables, o cable de acero conectados verticalmente y horizontalmente. En un ejemplo específico, los elementos (424) de restricción diametrales son cadenas de aleación de grado (100) de 1,3 cm (media pulgada). En un ejemplo, después de la hinca inicial, el mandril (400) se eleva y los elementos (424) de restricción diametrales cuelgan libremente por gravedad  
10 de la parte inferior del cabezal (412) de compactación. A medida que el cabezal (412) de compactación se levanta el árido/lechada fluye por la cavidad dejada por el cabezal (412) de compactación. Después del levantamiento del cabezal (412) de compactación la distancia prescrita, el cabezal (412) de compactación se vuelve a hincar hacia abajo hasta una profundidad preferiblemente inferior a  
15 la profundidad de hinca inicial en los materiales subyacentes. Esto permite a los elementos (424) de restricción diametrales la oportunidad de expandirse radialmente y "amontonarse" formando una superficie de compactación dentro del cabezal (412) de compactación que reduce o evita sustancialmente que el árido se mueva hacia arriba con relación al cabezal (412) de compactación. Se  
20 entiende, además, que el cabezal de compactación con dientes de las FIG. 1A, 1B, 2, o 3A y 3B puedan también comprender además elementos de restricción diametrales instalados en dicho lugar.

Con referencia ahora a la FIG. 5A y a la FIG.5B, se proporcionan una vista lateral y una vista del extremo desde abajo, respectivamente, de otro  
25 ejemplo de un mandril (500). En este ejemplo, el mandril (500) incluye tubos de

lechada (o líneas de inyección de lechada) para añadir lechada a pilares de áridos, en el que los tubos de lechada se utilizan para facilitar más precisión al añadir lechada a los pilares contruidos en suelo muy blando y débil. Por ejemplo, el mandril (500) incluye un tubo (510) de alimentación y un cabezal (512) de compactación, en el que el tubo (510) de alimentación tiene un conducto (514) que pasa a través del mismo para la alimentación de áridos (no mostrado) al cabezal (512) de compactación. El tubo (510) de alimentación y el cabezal (512) de compactación pueden estar formados de, por ejemplo, materiales metálicos tales como acero, hierro fundido y aluminio. El cabezal (512) de compactación tiene un extremo superior (516) y un extremo inferior (518). En un ejemplo, el tubo (510) de alimentación tiene un diámetro exterior (OD) de aproximadamente 27,9 cm (11 pulgadas) y un ID de aproximadamente 22,9 cm (9 pulgadas). En este ejemplo, el OD y el ID del extremo superior (516) del cabezal (512) de compactación es más pequeño que el OD y el ID del extremo inferior (518) del cabezal (512) de compactación. Por ejemplo, el extremo superior (516) del cabezal (512) de compactación tiene un OD de aproximadamente 40,6 cm (16 pulgadas) y un ID de aproximadamente 35,6 cm (14 pulgadas), mientras que el extremo inferior (518) del cabezal (512) de compactación tiene un OD de aproximadamente 45,7 cm (18 pulgadas) y un ID de aproximadamente 40,6 cm (16 pulgadas).

En algunas realizaciones, una línea (520) de inyección de lechada puede extenderse hacia abajo a lo largo del tubo (510) de alimentación. En un ejemplo, la línea (520) de inyección de lechada es una cañería de color negro de 5 cm (2 pulgadas) de ID. Una manguera de lechada (no mostrada) puede fijarse a la parte superior de la línea (520) de inyección de lechada. El extremo

inferior de la línea (520) de inyección de lechada puede estar acoplado de forma fluida a un separador (522) que suministra dos o más líneas de lechada (524) (por ejemplo, las líneas de lechada (524a, 524b)). En un ejemplo, dos líneas de lechada (524) están integradas en las paredes del cabezal (512) de compactación y se enrollan alrededor de los lados del cabezal (512) de compactación hasta que están una frente a la otra. Las dos o más líneas de lechada (524) pueden ser, por ejemplo, una cañería endurecida, una manguera flexible o una combinación de las mismas. En otras ciertas realizaciones, dos o más líneas de lechada (524) se pueden hacer del mismo material que el cabezal (512) de compactación. Se entiende que pueden proporcionarse más de dos líneas de lechada (con la consiguiente separación múltiple).

Cada una de las dos líneas de lechada (524) pueden incluir una placa deflectora (526). Por ejemplo, una placa deflectora (526a) puede estar situada por debajo del extremo de la línea de lechada (524a) y una placa deflectora (526b) puede estar situada por debajo del extremo de la línea de lechada (524b). Las placas deflectoras (526a), (526b) ayudan a dirigir la lechada al centro del cabezal (512) de compactación a medida que es bombeada y evitar que el suelo/árido obstruya las líneas (524a), (524b) de lechada durante la hinca. En esta realización, la lechada es inyectada cerca de la parte inferior de mandril (500) para proporcionar una mayor confianza y precisión en el suministro de la lechada dentro del árido.

En otras realizaciones, el mandril (500) y/o el cabezal (512) de compactación divulgados por el presente documento pueden incluir además dientes (114) de corte, boquillas (118) del disector de agua a propulsión, líneas de lechada (o líneas de inyección de la lechada) (por ejemplo, (416), (520)),

líneas de inspección de lechada (por ejemplo, (420)) y cualquier combinación de los mismos.

Con referencia ahora a la FIG. 6A y a la FIG. 6B, se muestran una vista desde arriba y una vista en sección transversal, respectivamente, de otro ejemplo de un mandril (400) que comprende uno o más tubos de lechada para añadir lechada a los pilares de árido. A diferencia de la realización mostrada en la FIG. 4A y en la FIG. 4B, aquí una o más líneas de lechada (416) descargan directamente en el cabezal (412) de compactación en lugar de descargar en el tubo (410) de alimentación por encima del cabezal (412) de compactación. Además, la FIG. 6A y la FIG. 6B muestran una realización del mandril (400) que, opcionalmente, no incluye una o más líneas de inspección de la lechada, como la línea (420) de inspección de lechada mostrada en la FIG. 4A y en la FIG. 4B.

Habiendo descrito en general los aparatos divulgados por el presente documento para la construcción de pilares de áridos de desplazamiento, se describen más específicamente mediante ilustración en el siguiente EJEMPLO específico.

#### EJEMPLO

En un ejemplo del presente asunto, en pruebas de campo a gran escala se mostró un método de inyección de lechada en un pilar de áridos dentro de una zona específica de suelos muy blandos y débiles utilizando los tubos de inyección de lechada.

Los pilares se instalaron con una máquina base Liebherr (125) equipada con una bomba de lechada y tolva. Una manguera de la bomba iba desde la bomba a la parte superior del mandril. El mandril estaba equipado con una

cañería (520) de lechada de 5 cm (2 pulgadas) de ID similar a la mostrada en la FIG. 5A y en la FIG. 5B que iba a lo largo de toda la longitud de la cañería (510) del mandril. En la parte inferior del mandril, la cañería se dividió en dos cañerías enrolladas alrededor de los lados del cabezal hasta que las  
5 ubicaciones de descarga estaban una frente a otra. Una placa deflectora estaba situada por debajo del extremo de las ubicaciones de descarga de la lechada para ayudar a trasladar la lechada al centro durante el bombeo.

Se evaluaron varias mezclas de lechada durante el programa de pruebas dando como resultado una mezcla de lechada terminada que tenía la  
10 viscosidad adecuada para permitir el bombeo pero para no penetrar libremente a través de los huecos dentro del pilar de áridos. La mezcla de lechada final consistía en 110 kg (242 libras) de agua, 299 kg (660 libras) de cemento, 449 kg (990 libras) de arena (parque infantil), 500 ml de retardador (es decir, EUCON W.O.), y 1.650 ml de superplastificante (es decir, superplastificante  
15 EUCON 37). La lechada se mezcló con un mezclador de paletas y se ensayó con la prueba del cono de flujo según la norma ASTM C939 para lograr un flujo que variaba de 40 a 60 segundos.

Los pilares se construyeron mediante la hincada del mandril a través del relleno, la turba, y arena limpia hasta una profundidad de aproximadamente 9,1  
20 m (30 pies). La piedra fue humedecida y se añadió a la tolva de mandril. Se construyó un pilar sin lechada utilizando un patrón de golpes de 1,5 m/1,2m (5 pies/4 pies) en los 5,2 m (17 pies) inferiores en la arena limpia. A una profundidad de 0,3 m (1 pie) por debajo de la capa de turba, el mandril se mantuvo estacionario y la lechada fue introducida en el mandril a través de las  
25 cañerías de lechada. Después de que se introdujo un volumen objetivo de

lechada, se construyó un solo elevador con un patrón de golpes de 0,9 m/0,9 m (3 pies/3 pies) hasta una profundidad de 4,0 m (13 pies), y después se construyó la parte superior del pilar a través de la turba y del relleno desde una profundidad de 4,0 m (13 pies) hasta 1,2 m (4 pies) con piedra con lechada  
5 utilizando un patrón de golpes de 0,9 m/0,6 m (3 pies/2 pies). A una profundidad de 1,2 m (4 pies) la inyección de lechada se detuvo y se construyeron los 1,2 m (4 pies) superiores del pilar con piedra sin lechada utilizando un patrón de golpes de 0,9 m/0,6 m (3 pies/2 pies).

En un pilar construido se realizó un ensayo del módulo . Los resultados  
10 mostrados en el gráfico (700) de la Figura 7 indican que los pilares construidos confirmaban el diseño y eran suficientes para soportar la estructura.

Varios cientos de pilares se instalaron en este sitio con la técnica descrita anteriormente. Los métodos de inyección de lechada en pilares de áridos tradicionales con lechada de baja viscosidad no eran factibles en este  
15 sitio porque la lechada penetraría a través del pilar y dentro del suelo matriz de arena limpia a lo largo de los 5,2 m (17 pies) inferiores del pilar. Además, los métodos de inyección de lechada tradicionales no permiten iniciar y detener con precisión el proceso de inyección de lechada a la profundidad objetivo de los suelos de turba. La ventaja de introducir la lechada dentro de una zona  
20 objetivo en lugar de inyección de lechada en toda la longitud del pilar como con los métodos tradicionales de inyección de lechada en pilares de áridos dio como resultado una reducción significativa en el volumen de lechada requerido para cada pilar y en el coste global del proyecto.

Según los convenios de la legislación de patentes tradicional, los  
25 términos "un", "una" y "el" se refieren a "uno o más" cuando se usan en esta

solicitud, incluidas las reivindicaciones. Así, por ejemplo, la referencia a "un asunto" incluye una pluralidad de asuntos, a menos que el contexto lo indique claramente de otro modo (por ejemplo, una pluralidad de asuntos), y así sucesivamente.

5           A lo largo de esta memoria descriptiva y de las reivindicaciones, los términos "comprenden", "comprende" y "que comprende" se usan en un sentido no exclusivo, salvo que el contexto exija otra cosa. Del mismo modo, el término "incluye" y sus variantes gramaticales pretenden ser no limitativos, de tal manera que la recitación de los elementos en una lista no sea para la exclusión  
10 de otros artículos similares que puedan sustituir o añadirse a los elementos de la lista.

A los efectos de esta memoria descriptiva y de las reivindicaciones adjuntas, a menos que se indique lo contrario, todos los números que expresan cantidades, tamaños, dimensiones, proporciones, formas, formulaciones,  
15 parámetros, porcentajes, parámetros, cantidades, características y otros valores numéricos utilizados en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones, han de entenderse como modificados en todos los casos por el término "aproximadamente" a pesar de que el término "aproximadamente" pueda no aparecer expresamente con el valor, cantidad o intervalo. En  
20 consecuencia, a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos expuestos en la siguiente memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas no son y no tienen por qué ser exactos, sino que pueden ser aproximados y/o más grandes o más pequeños según se desee, reflejando tolerancias, factores de conversión, redondeo, error de medición y similares, y  
25 otros factores conocidos por los expertos en la técnica dependiendo de las

propiedades deseadas buscadas para ser obtenidas por el asunto divulgado por la presente. Por ejemplo, el término "aproximadamente", cuando se refiere a un valor puede que signifique abarcar variaciones de, en algunas realizaciones  $\pm 100\%$ , en algunas realizaciones  $\pm 50\%$ , en algunas realizaciones  $\pm 20\%$ , en algunas realizaciones  $\pm 10\%$ , en algunas realizaciones  $\pm 5\%$ , en algunas realizaciones  $\pm 1\%$ , en algunas realizaciones  $\pm 0,5\%$ , y en algunas realizaciones  $\pm 0,1\%$  de la cantidad especificada, ya que tales variaciones son apropiadas para llevar a cabo los métodos divulgados o emplear las composiciones divulgadas.

Además, el término "aproximadamente" cuando se utiliza junto con uno o más números o intervalos numéricos, debe entenderse que se refiere a todos esos números, incluidos todos los números en un intervalo y modifica ese intervalo extendiéndose a los límites por encima y por debajo de los valores numéricos expuestos. La recitación de intervalos numéricos mediante puntos finales incluye todos los números, por ejemplo, todos los números enteros, incluidas las fracciones de los mismos, subsumidas dentro de ese intervalo (por ejemplo, la recitación de 1 a 5 incluye 1, 2, 3, 4, y 5, así como las fracciones de los mismos, por ejemplo, 1,5, 2,25, 3,75, 4,1, y similares) y cualquier intervalo dentro de ese intervalo.

Aunque el asunto anterior se ha descrito en cierto detalle a modo de ilustración y ejemplo con el fin de facilitar su comprensión, se entenderá por los expertos en la técnica que se pueden poner en práctica ciertos cambios y modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas

## **NUEVAS REIVINDICACIONES**

1. Un sistema para la construcción de pilares de árido que comprende un mandril (100, 400, 500), comprendiendo el mandril (100, 400, 500) una parte superior de tubo (110, 410, 510) de alimentación, un cabezal (112, 412, 512) de compactación y un conducto (116) de alimentación hasta el cabezal (112, 412, 512) de compactación que se extiende a través de la parte superior de tubo (110, 410, 510) de alimentación, en donde el cabezal (112, 412, 512) de compactación comprende dientes (114) de corte en un borde inferior del cabezal (112, 412, 512) de compactación opuesto al tubo (110, 410, 510) de alimentación y que rodea un perímetro del borde del cabezal (112, 412, 512) de compactación donde la totalidad de un borde de ataque del diente de corte es plana.
2. El sistema de la reivindicación 1 en el que los dientes (114) de corte abarcan del 20 % a 80 % del área de la sección transversal del borde del cabezal (112, 412, 512) de compactación.
3. El sistema de la reivindicación 1 en el que los dientes (114) de corte varían en anchura de 1,2 cm a 15,2 cm y varían en profundidad de 0,6 cm a 15,2 cm.
4. El sistema según la reivindicación 3 en el que los dientes (114) de corte están posicionados relativamente entre sí con una distancia menor que 15,2cm.
5. El sistema de la reivindicación 3 en el que los dientes (114) de corte están separados unos de otros por una distancia igual a la anchura de los dientes (114) de corte.
6. El sistema de la reivindicación 3 en el que los dientes (114) de corte están posicionados unos respecto a otros por una distancia mayor que 1,2cm.
7. El sistema de la reivindicación 1 que comprende además una boquilla (118) de disector de agua a propulsión en el borde inferior del cabezal (112, 412, 512) de compactación.
8. El sistema de la reivindicación 7 en el que la boquilla (118) del disector de agua a propulsión está instalada en uno de los dientes (114) de corte.

9. El sistema de la reivindicación 7 en el que la boquilla (118) del disector de agua a propulsión está instalada en un ángulo que oscila entre 10 y 80 grados respecto de la horizontal.
- 5 10. El sistema de la reivindicación 7 en el que la boquilla (118) del disector de agua a propulsión está conectada de forma fluida a un colector interior que se conecta a un tubo (110, 410, 510) de chorro que desciende internamente o externamente por el tubo (110, 410, 510) de alimentación.
- 10 11. El sistema de la reivindicación 1 en el que el mandril (100, 400, 500) comprende además un elemento de restricción diametral que comprende cadenas, cables o cable de acero individuales, o una celosía de las cadenas, cables, o cable de acero conectados verticalmente y horizontalmente.
- 15 12. Un sistema para la construcción de pilares de árido rellenos con lechada, que comprende:
- a) un mandril (100, 400, 500) que tiene una parte superior de tubo (110, 410, 510) de alimentación, un cabezal (112, 412, 512) de compactación con dientes de corte donde donde la totalidad de un borde de ataque  
20 del diente de corte es plana y un conducto (116) de alimentación hasta el cabezal (112, 412, 512) de compactación que se extiende a través de la parte superior de tubo (110, 410, 510) de alimentación; y
- b) una línea (416) de inyección de lechada en el mandril (100, 400, 500) que se extiende al lado del tubo (110, 410, 510) de alimentación y que  
25 comprende un puerto de descarga en el mandril (100, 400, 500).
13. El sistema de la reivindicación 12 en el que el puerto de descarga está situado en el cabezal (112, 412, 512) de compactación.
- 30 14. El sistema de la reivindicación 12 en el que el puerto de descarga está situado en el tubo (110, 410, 510) de alimentación en una ubicación por encima del cabezal (112, 412, 512) de compactación.
15. El sistema de la reivindicación 13 que comprende además una línea (420) de  
35 inspección de la lechada que se extiende a lo largo del tubo (110, 410, 510) de alimentación y que comprende un puerto (422) de inspección de la lechada

situado a una distancia por encima del puerto de descarga de la línea (416) de inyección de la lechada.

5 16. El sistema de la reivindicación 15 en el que la línea (420) de inspección de la lechada comprende una cañería endurecida, una manguera flexible o una combinación de las mismas.

10 17. El sistema de la reivindicación 12 en el que la línea (416) de inyección de la lechada se divide en líneas (524, 524a, 524b) de inyección de la lechada en un separador, y además en el que las líneas (524, 524a, 524b) de inyección de la lechada se enrollan alrededor del cabezal (112, 412, 512) de compactación hasta que están una frente a la otra en un borde inferior del cabezal (112, 412, 512) de compactación.

15 18. El sistema de la reivindicación 17 en el que las dos líneas (524, 524a, 524b) de inyección de la lechada están integradas en el cabezal (112, 412, 512) de compactación.

20 19. El sistema de la reivindicación 17 que comprende además una placa deflectora (526) dispuesta por debajo del puerto de descarga de cada una de las dos líneas (524, 524a, 524b) de inyección de la lechada.

25 20. El sistema de la reivindicación 12 en el que el cabezal (112, 412, 512) de compactación comprende un extremo superior (516) y un extremo inferior (518) que tiene un diámetro exterior de 45,7cm y un diámetro interior de 40,6cm, y en el que además el extremo superior (516) tiene un diámetro exterior menor que el diámetro exterior del extremo inferior (518) y un diámetro interior menor que el diámetro interior del extremo inferior (518).

30 21. El sistema de la reivindicación 12 en el que el mandril (100, 400, 500) comprende además un elemento de restricción diametral que comprende cadenas, cables o cable de acero individuales, o una celosía de las cadenas, cables, o cable de acero conectados verticalmente y horizontalmente.

35 22. Un método de construcción de pilares de áridos, comprendiendo el método las etapas de:

- 5 a) la hinca un mandril (100, 400, 500), comprendiendo el mandril (100, 400, 500) una parte superior del tubo (110, 410, 510) de alimentación, un cabezal (112, 412, 512) de compactación y un conducto (116) de alimentación hasta el cabezal (112, 412, 512) de compactación que se  
10 extiende a través de la parte superior de tubo (110, 410, 510) de alimentación, en donde el cabezal (112, 412, 512) de compactación comprende dientes (114) de corte en un borde inferior del cabezal (112, 412, 512) de compactación opuesta al tubo (110, 410, 510) de alimentación y que rodea un perímetro del borde del cabezal (112, 412, 512) de compactación, donde la totalidad de un borde de ataque del diente de corte es plana, en suelos en campo libre;
- b) elevar el mandril (100, 400, 500); y
- c) repetir la hinca y la elevación del mandril (100, 400, 500).
- 15 23. El método de la reivindicación 22 que comprende además generar una corriente de fluido desde una boquilla (118) de disector de agua a propulsión en el borde inferior del cabezal (112, 412, 512) de compactación, en un rango de presión desde 10psi (68,9kPa) a 4.000psi (27.579kPa).
- 20 24. El método de la reivindicación 22 que comprende además expandir dentro del cabezal (112, 412, 512) de compactación un elemento de restricción diametral que comprende cadenas, cables o cable de acero individuales, o una celosía de las cadenas, cables, o cable de acero conectados verticalmente y horizontalmente después de la hinca del mandril (100, 400, 500).
- 25 25. Un método de construcción de pilares de áridos, comprendiendo el método las etapas de:
- 30 a) la hinca un mandril (100, 400, 500), que tiene una parte superior del tubo (110, 410, 510) de alimentación, un cabezal (112, 412, 512) de compactación que incluye dientes de corte (114), donde la totalidad de un borde de ataque del diente de corte es plana, y un conducto (116) de alimentación hasta el cabezal (112, 412, 512) de compactación que se  
35 extiende a través de la parte superior de tubo (110, 410, 510) de alimentación, y una línea (524, 524a, 524b) de inyección de lechada que se extiende a lo largo del tubo (110, 410, 510) de alimentación con un puerto de descarga en el mandril (100, 400, 500), a través de suelos

en campo libre;

b) elevar el mandril (100, 400, 500); y

c) repetir la hincada y elevación del mandril (100, 400, 500);

5 en el que la lechada es introducida en el mandril (100, 400, 500) a través de una línea de lechada (524) durante el proceso de hincada y de elevación repetidos.

26. El método de la reivindicación 23, que comprende además la etapa de:

d) aumentar las tensiones de hincada en el borde del cabezal (112, 412, 512) de compactación en un factor de 1,25 a 5.

10

27. El método según la reivindicación 24, que comprende además la etapa de:

- generar una corriente por la boquilla (118) del disector de agua a propulsión que tiene un diámetro de entre 0,0254 mm y 0,6 cm.