

Doctor
José Luis Salazar López
Director de Nuevas Creaciones
Superintendencia de Industria y Comercio
E. S. D.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-062720- -00005-0000

Fecha: 2014-07-28 17:17:49 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 523 RESPUESTA Folios: 37

Asunto: **Radicación No.:** **13-62720**
Trámite: **11**
Evento: **378**
Actuación: **519**
Oficio No.: **5172**
Referencia: **Respuesta Oficio de Fondo**

MAURICIO JARAMILLO CAMPUZANO, abogado, identificado con la cédula de ciudadanía No. 80.421.942 de Bogotá y con la tarjeta profesional No. 74.555 del Consejo Superior de la Judicatura, en calidad de apoderado de la solicitante **GEOPIER FOUNDATION COMPANY, INC.**, doy respuesta al **Oficio No. 5172**, de conformidad con el artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, y de acuerdo con los siguientes argumentos:

1. Reivindicaciones

Las Reivindicaciones 1 y 6 a 8 que habían sido objetadas por el Examinador han sido eliminadas, por lo tanto se entiende que dichas objeciones se ven ahora salvadas.

La Reivindicación 10 ha sido modificada, eliminando la expresión objetada "al menos parcialmente" y, además, ha sido restringida a características adicionales que salvan los antecedentes citados.

2. Descripción

Se han subsanado en el capítulo descriptivo las objeciones referidas a las Unidades de medición las que ahora se han puesto en correspondencia con el Sistema Internacional.

3. Figuras

También en las Figuras se ha adoptado el Sistema Internacional de medidas.

4. Novedad & Nivel Inventivo

Las Reivindicaciones 1, 4, 5, 7, 8, 10 a 13, 17, 19 y 20 han sido rechazadas por falta de novedad y/o nivel inventivo frente a los Documento US 2008/0205993 (D1) y US 2004/0115011 (D2).

En primer lugar, se debe destacar que las reivindicaciones 1 a 9 han sido eliminadas por lo cual el análisis de los documentos citados se hará con referencia al método que ha quedado en las reivindicaciones que ahora se presentan.

Con respecto a la Reivindicación 1 del nuevo juego de reivindicaciones, la misma corresponde a la anterior reivindicación 10 que ha sido modificada de manera de clarificar aún más las características distintivas de esta invención frente a D1 y D2. Ninguno de estos documentos citados divulga todas y cada una de las características que se definen en la Reivindicación 1 que ahora se presenta.

La Reivindicación 1 define ahora la etapa de (b) de "proveer una placa superior de sellado en un extremo del tubo de alimentación opuesto a la cabeza de pistón (2) y un tubo de suministro de material fluible separado que se acopla al tubo de alimentación a través de una conexión sellada;". Con esto se deja en claro que se cierra el paso de fluido en el tubo de alimentación por medio de la placa superior de sellado dispuesta en el extremo del tubo de alimentación opuesto a la cabeza de pistón (2), sellándose así el paso de fluido cuando se hace el hincado, y el tubo de suministro de material fluible separado se acopla al tubo de alimentación a través de una conexión sellada, permitiendo de esta manera que el material fluible y cualquier contenido de aire en el interior del tubo de alimentación sea presurizado.

Ninguno de los documentos citados divulga la mencionada operación en donde una conducción a través de un tubo de suministro de material fluible separado se comuníque con una conducción de un tubo de alimentación por medio de una conexión sellada.

La conducción en un "tubo de suministro de material fluible", según se define en la reivindicación 1, es una característica requerida del "sistema cerrado" que se ilustra en las Figuras 7 y 8. La tubería de suministro de material fluible es utilizada para bombear concreto, lechada u otro material fluible dentro del tubo de alimentación primaria. La capacidad de bombear materiales fluidos dentro del tubo de alimentación primaria es importante porque cuando se combina con el sellado de la placa superior, que permite que el sistema sea cerrado, se puede incrementar ventajosamente la presión logrando así una más eficiente y más deseable evacuación del material fluible desde el mandril.

La Reivindicación 1 que ahora se presenta también incluye la característica (e) de "retirar el conjunto de mandril mientras se alimenta de manera continua material cementoso a través del tubo de alimentación, formando, luego de curado, una inserción cementosa rígida que tiene un ancho substancialmente igual al ancho de la cavidad, y está formada en la parte superior de la base ensanchada."

El Documento D1 no expresa ni sugiere las características de la reivindicación 1. Más particularmente, D1 no divulga un método de construcción de un pilote de base expandida o ensanchada mediante la formación de una base ensanchada unitaria que tenga un ancho mayor que la cabeza del pistón, de manera de formar una inclusión o inserción cementicia rígida que tiene el ancho de la cavidad, en la parte superior de la base ensanchada.

En el campo de los mejoramientos de suelos, frecuentemente es deseable instalar una inserción (cementicia) rígida dentro del suelo para transferir las cargas a través de una capa de suelo débil o blando. Aun cuando estas capas de suelo pueden también ser tratadas mediante columnas de agregados no cementicios, estas columnas no cementicias son típicamente muy dependientes

de las tensiones confinadas (es decir, las mismas dependen de la resistencia de las paredes laterales del suelo para evitar la formación de salientes o protuberancias. Ocasionalmente, las inclusiones cementicias son empleadas para formar un by-pass o desvío en los suelos débiles y transferir las cargas a suelos más profundos y más fuertes. La presente invención provee un método novedoso que en forma, de manera eficiente, una base ensanchada rígida y fuerte (ya sea cementicia o no cementicia) en el fondo de la columna y provee un método eficiente para la formación de un pilote cementicio rígido sobre la base ensanchada. De manera diferente, D1 se refiere a un mandril para hacer columnas de soporte de materiales conglomerados, conocidos como agregados, en donde se emplean restrictotes de flujo (tal como cadenas) para prevenir el movimiento ascendente del agregado a través del mandril durante el hincado del mandril.

Con respecto a D2, US 2004/0115011, este documento no divulga ni sugiere las características de la nueva Reivindicación 1. De hecho, dicho documento ha sido citado, no contra la reivindicación 10, sino contra las originales reivindicaciones 2 y 13. La reivindicación 2 ha sido eliminada y la reivindicación 13, actual reivindicación 3, es dependiente de la nueva reivindicación 1.

Tal como se ha indicado arriba, D1 y D2 no anticipan todas las características definidas en la presente Reivindicación 1, ni tampoco las sugieren de modo que una persona con conocimientos en la materia pueda deducirlas de manera obvia. Por otra parte, el resto de las reivindicaciones que ahora se presentan son dependientes de la Reivindicación 1, por lo cual las mismas caben también dentro de esta misma conclusión.

Notificaciones

Recibiré notificaciones en la secretaría de su Despacho; en mis oficinas de abogado ubicadas en la Calle 67 No. 7 - 35, oficina 1204, teléfono 3192900, fax 3210295, Bogotá D.C., Colombia, o; al correo electrónico apenaranda@gpzlegal.com.

Atentamente,



MAURICIO JARAMILLO C.
C.C. 80.421.942 de Bogotá
T.P. 74.555 del C.S.Jra.

apu

Adjunto: Lo anunciado

- Nuevo capítulo descriptivo y reivindicatorio.
- Figuras adaptadas el Sistema Internacional de medidas.

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para construir un pilote de base
ensanchada

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 La presente solicitud está relacionada con la
solicitud de patente de utilidad estadounidense con número
de serie 12/875,986 cuya prioridad se reivindica,
presentada el 3 de septiembre de 2010; cuya descripción se
incorpora aquí como referencia en su totalidad.

10 Campo de la invención

La presente invención se refiere a la construcción de
una columna de soporte estructural. Más en concreto, la
presente invención se refiere a un método y a un aparato
para la construcción de un pilote de base ensanchada para
15 rodear suelos débiles y transferir cargas estructurales a
suelos duros subyacentes.

Antecedentes de la invención

Aquellas construcciones pesadas o susceptibles de
hundimiento que se encuentran en zonas que contienen suelos
20 blandos o débiles a menudo reposan sobre cimentaciones
profundas que consisten en pilotes hincados o columnas de
hormigón perforadas. Las cimentaciones profundas están
diseñadas para transferir las cargas de la estructura a
través de los suelos blandos a estratos de suelos más
25 aptos.

En los últimos años, ha aumentado el uso de columnas
de agregado para soportar estructuras situadas en zonas que

contienen suelos blandos. Las columnas están diseñadas para reforzar y fortalecer la capa blanda y minimizar los hundimientos resultantes. Las columnas se construyen utilizando una variedad de métodos que incluyen el método de perforación y apisonamiento descrito en las patentes estadounidenses 5.249.892 y 6.354.766; el método de mandril hincado descrito en la patente estadounidense 6.425.713; el método de mandril hincado de cabeza de pisón descrito en patente estadounidense 7.226.246; y el método de mandril cónico hincado descrito en la patente estadounidense 7.326.004; cuyas descripciones se incorporan como referencia en su totalidad.

El método de columna corta de agregado (patentes estadounidenses 5.249.892 y 6.354.766), que incluye la perforación o excavación de una cavidad, es una solución de cimentación efectiva cuando se instala en suelos cohesivos en los que se mantiene fácilmente la estabilidad de las paredes laterales del agujero. El método en general consiste en: a) perforar una cavidad o agujero generalmente cilíndrico en el suelo de la cimentación (típicamente de aproximadamente 76,2 cm); b) compactar el suelo del fondo de la cavidad; c) inyectar una capa relativamente delgada de agregado en la cavidad (típicamente de aproximadamente entre 30,48-45,72 cm); d) apisonar la inyección de agregado con una cabeza de pisón biselada especialmente diseñada para ello; y e) repetir el proceso para formar una columna de agregado que se extienda generalmente hasta la

superficie del suelo. Es fundamental para el proceso la aplicación de energía suficiente en la cabeza de pisón biselada para que el proceso aumente tensiones laterales dentro de la matriz del suelo a lo largo de los lados de la cavidad durante el apisonamiento secuencial. Esta creación de tensión lateral es importante debido a que hace disminuir la compresibilidad de la matriz de los suelos y permite que las cargas aplicadas sean transferidas de manera eficiente a la matriz de los suelos durante la carga de la columna.

El método de mandril hincado de cabeza de pisón (patente estadounidense 7.226.246) es una variante del método de columna corta de agregado. Este método consiste generalmente en hincar una tubería hueca (mandril) en el suelo sin tener que perforar. La tubería está provista de una cabeza de pisón en la parte inferior que tiene un diámetro mayor que la tubería y que tiene un fondo plano y lados biselados. El mandril es hincado en el fondo elegido para la elevación de la columna, es llenado de agregado y después elevado, permitiendo que el agregado salga de la tubería y entre en la cavidad creada debido a la retirada del mandril. La cabeza de pisón es hincada después de nuevo en el agregado para compactar el agregado. La forma de fondo plano de la cabeza de pisón compacta el agregado; los lados biselados fuerzan el agregado hasta las paredes laterales del agujero aumentando así las tensiones laterales en el suelo circundante.

El método de mandril cónico hincado (patente estadounidense 7.326.004) es otro medio para crear una columna de agregado con un desplazamiento de mandril. En este caso, la forma del mandril es un cono truncado, más grande en la parte superior que en la inferior, con un ángulo de inclinación de entre aproximadamente 1 y aproximadamente 5 grados desde la vertical. El mandril se hincó en el suelo, haciendo que la matriz del suelo se desplace hacia abajo y lateralmente durante el hincado.

Después de alcanzar el fondo elegido para la elevación de la columna, el mandril se retira, dejando una cavidad en forma de cono en el suelo. La forma cónica del mandril permite la estabilización temporal de las paredes laterales del agujero de tal manera que puede ser introducido el agregado en la cavidad desde la superficie del suelo. Después de la inyección de agregado, el mandril se vuelve a hincar en el agregado para compactar el agregado y forzarlo hacia los lados dentro de las paredes laterales del agujero. A veces, se utiliza un mandril más grande para compactar el agregado cerca de la parte superior de la columna.

La patente estadounidense 7.604.437 se refiere a un mandril para la construcción de columnas de soporte de agregado en el que se proporcionan limitadores de flujo para evitar el movimiento ascendente de agregado a través del mandril durante el hincado del mandril. El mandril incluido en esta técnica se refiere a la formación de una

columna de soporte de agregado tal como se describe en las patentes estadounidenses 6.425.713 y 7.226.246 descritas anteriormente.

Las patentes estadounidenses 4.992.002 y 6.773.208 se refieren a métodos para conformar un pilote de hormigón parcialmente armado en el suelo. Un método implica el uso de un mandril alargado con un pie acopado que tiene un área en sección transversal mayor que el mandril, en el que la lechada fluida que se coloca en el mandril fluye a través de aberturas situadas cerca del fondo del mandril al espacio que hay entre el mandril y el pie. El otro método implica la instalación de una carcasa tubular hueca alargada que se rellena después con hormigón fluido que se deja endurecer mientras que la carcasa permanece en el suelo. Cada una de estas referencias hace alusión simplemente a inserciones de hormigón endurecido y no permite la estabilidad y la resistencia adicionales proporcionadas por un pilote que tiene una base ensanchada.

En el ámbito de la mejora del suelo, a menudo es deseable instalar una inserción rígida en el suelo para transferir cargas a través de una capa de suelo blando o débil. Aunque estas capas de suelo también pueden ser tratadas mediante columnas de agregado no cementosas, las columnas no cementosas son normalmente de tensión limitante dependiente* (es decir, se basan en la resistencia de la tierra de las paredes laterales para evitar abombamientos). En ocasiones, es deseable utilizar inserciones cementosas

para rodear suelos débiles y transferir cargas a suelos duros subyacentes. El objeto de la presente invención es formar de manera eficaz una base ensanchada dura y rígida (ya sea cementosa o no cementosa) en la parte inferior de la columna y proporcionar un medio eficaz para introducir lechada, hormigón, agregado una vez fraguado, u otro material cementoso a través de las partes superiores de la columna para formar una inserción cementosa.

Breve descripción de la invención

La presente invención se refiere a un sistema para construir una columna de soporte. Un mandril tiene una parte superior y una cabeza de pisón. Una tubería de alimentación se extiende a través del mandril para alimentar agregado, hormigón, lechada, u otros materiales fluidos a la cabeza de pisón. La cabeza de pisón incluye una cámara inferior agrandada con una superficie de reducción en una parte superior de la misma para compactar agregado y hormigón y limitar el flujo ascendente de agregado o de hormigón durante la compactación. La cabeza de pisón es de un tamaño que proporciona una zona cerrada para permitir que los materiales cementosos se coloquen en la misma.

La invención puede comprender un mecanismo de válvula que se puede mover entre una posición abierta y una posición cerrada para cerrar la comunicación del tubo de alimentación con el cabezal de pisón durante las operaciones de apisonamiento y puede comprender elementos

de refuerzo asegurados entre la superficie de reducción y el mandril para proporcionar soporte de carga durante las operaciones de apisonamiento. La invención también puede comprender cadenas unidas o muescas en el interior de la cabeza de pisón para limitar el flujo ascendente de material hacia el tubo de alimentación durante el movimiento descendente del mandril. Un segundo tubo puede extenderse a través del mandril en el lado del tubo de alimentación para permitir que fluya hacia arriba material cementoso a través del segundo tubo para la inspección del material cementoso durante el bombeo. Una tolva puede estar situada en la parte superior del mandril para alimentar agregado al tubo de alimentación del mandril. Un tapón de cierre puede estar en un extremo del tubo de alimentación opuesto a la cabeza de pisón y un tubo de suministro de hormigón puede estar conectado al tubo de alimentación, y una fuente de presión de aire puede estar conectada al tubo de alimentación para evacuar hormigón del tubo de alimentación mediante la presión de aire suministrada al mismo.

También se describe un método de construcción de tales columnas de soporte con el sistema y puede incluir proporcionar la cabeza de pisón con una forma que tenga una cámara inferior agrandada provista de una superficie de reducción en una parte superior de la misma para compactar y limitar el flujo ascendente de material al tubo de alimentación durante el apisonamiento, estando además

dimensionada la cabeza de pisón para proporcionar una zona cerrada a fin de permitir la colocación de material cementoso en la misma; hincar el conjunto de mandril en una superficie del suelo a una profundidad dada formando de esa
5 manera una cavidad; elevar el conjunto de mandril para liberar una carga inicial de agregado u hormigón de la cabeza de pisón hacia el fondo de la cavidad; volver a hincar el conjunto de mandril para compactar el agregado o el hormigón en el fondo de la cavidad y para formar una
10 base ensanchada, teniendo la base ensanchada una anchura mayor que la cabeza de pisón, y retirar el conjunto de mandril mientras se alimenta de manera continua material cementoso o agregado para ser posteriormente tratado de manera completa o parcial con lechada a través del tubo de
15 alimentación, formándose así una inserción cementosa al menos parcialmente dentro de la cavidad, teniendo la inserción cementosa la anchura de la cavidad y estando formada en la parte superior de la base ensanchada.

El método puede comprender además introducir una
20 tubería a través del tubo de alimentación y la cabeza de pisón después de la formación de la base ensanchada, colocar agregado durante el paso de retirada para rodear parcialmente la tubería, e introducir material cementoso en la tubería después de la colocación de agregado para tratar
25 el agregado.

Breve descripción de los dibujos

La invención se comprenderá mejor a partir de la siguiente descripción detallada hecha con referencia a los dibujos, en los que:

La figura 1 es una vista lateral en sección transversal de una primera realización de un mandril;

La figura 2 es una vista lateral en sección transversal de una segunda realización del mandril con una válvula;

La figura 3 es una vista lateral en sección transversal de una tercera realización del mandril con limitadores de flujo ascendente internos;

La figura 4 es una vista lateral en sección transversal de una cuarta realización del mandril con una tubería de retorno de lechada;

Las figuras 5A a 5E ilustran un método de construcción de un pilote con el mandril de la figura 1;

Las figuras 6A a 6F ilustran un método alternativo de construcción de un pilote con una realización del mandril de la invención;

La figura 7 es una vista lateral en sección transversal de una realización alternativa del mandril utilizando un sistema superior cerrado para permitir que se cree presión de aire;

La figura 8 es una vista más detallada del funcionamiento de un sistema superior cerrado que incluye el uso de una fuente de aire externa;

La figura 9 es un gráfico que muestra los resultados de pruebas de carga realizadas en columnas hechas de acuerdo con el Ejemplo I en comparación con pilotes de referencia.

5 Las figuras 10 y 11 son gráficos que muestran los resultados de pruebas de carga realizadas en columnas hechas de acuerdo con el Ejemplo III.

Descripción detallada de la invención

10 Con referencia a las figuras adjuntas, se proporcionan varias realizaciones de un mandril nuevo y novedoso para formar un pilote de base ensanchada, como parte de una inserción endurecida.

La figura 1 ilustra una realización de un conjunto de mandril de base (1) incluido en este documento. En esta
15 realización, una cabeza de pisón (2) está formada como una estructura unitaria conectada a un extremo de un tubo o tubería de alimentación (4) para formar el conjunto de mandril (1). La tubería de alimentación (4) puede tener normalmente un diámetro de entre 10,16 y 30,48 cm y tiene
20 un extremo superior (no mostrado) opuesto a la cabeza de pisón (2) al que se puede alimentar agregado, hormigón, lechada, y otro material fluido. La cabeza de pisón (2) comprende normalmente una cámara inferior agrandada (3), que normalmente tiene un diámetro de entre 25,4 y 60,96 cm.
25 La superficie de reducción (5) desde las paredes de la cámara inferior a las paredes de la tubería de alimentación tiene la función de placa de compactación para compactar

agregado y hormigón como se describe a continuación, así como la función de servir de limitador de flujo ascendente, mientras que el agregado inicial está siendo hincado, de manera que el agregado u hormigón forme un "tapón" dentro de la cámara (3) y no fluya de nuevo hasta la tubería de alimentación (4). La superficie de reducción (5) puede ser inclinada como se muestra en la figura 2. La cámara inferior (3) en el fondo de la cabeza permite la formación de una base ensanchada de fondo densificado y proporciona un área cerrada para la colocación de lechada o de hormigón. Unos refuerzos (6) también pueden ser colocados entre la tubería de alimentación (4) y la cámara inferior (3) para ayudar en la transferencia de carga durante el hincado.

La figura 2 ilustra una realización de un mandril de base similar al de la figura 1, aunque incluye un mecanismo de válvula especial (7) que puede ser usado además para bloquear el flujo de agregado o de hormigón desde la cámara inferior (3) a la tubería de alimentación (4). El mecanismo de válvula (7) se asienta contra la superficie de reducción (5) de la tubería de alimentación (4) y físicamente limita el flujo de agregado, o de hormigón, de vuelta a la tubería de alimentación durante el hincado (en comparación con el "tapón" formado como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 1). Cuando la tubería de alimentación (4) es elevada, el mecanismo de válvula (7) se abre para permitir el flujo

descendente de lechada, hormigón, u otro material fluido a través de la tubería de alimentación (4) y a la cámara inferior (3). El mecanismo de válvula (7) puede ser manipulado mediante una tubería que se extienda hasta la parte superior del mandril o mediante un mecanismo que apunte el mecanismo de válvula (7) a las paredes laterales de la tubería de alimentación (4).

El propósito del mecanismo de válvula (7) previsto con referencia a la figura 2 es permitir la posterior compactación de la base inferior ensanchada de agregado u hormigón colocada y formada al principio. Por ejemplo, el mandril se hincaría primeramente en el suelo con la cámara inferior (3) cargada de agregado o de hormigón. La tubería de alimentación (4) se elevaría a continuación, y el mecanismo de válvula (7) se abriría. Después se añadiría lechada u hormigón a través de la tubería de alimentación (4). El conjunto de mandril (1) se hincaría de nuevo a continuación, permitiendo por tanto una mayor compactación del agregado u hormigón en el fondo para formar una base ensanchada.

La figura 3 ilustra otra variación de la realización de la figura 1. Más específicamente, se conectan eslabones de cadena (8) dentro de la cabeza de pisón (2) de manera que al apisonar, los eslabones de cadena (8) se mueven hacia dentro para apretar el agregado o el hormigón en la cámara inferior (3) e impedir que el agregado o el hormigón ascienda hasta la tubería de alimentación (4). También se

prevé la provisión de muescas internas en lugar de cadenas con el fin de proporcionar una restricción de flujo ascendente no mecánico (o pasivo).

La figura 4 ilustra otra realización de un mandril similar al mostrado en la figura 1, que sin embargo incluye una característica especial para garantizar la colocación de lechada. En lugar de tener una tubería o tubo de alimentación (4) de un solo canal como se muestra en la figura 1, la realización incluida con referencia a la figura 4 tiene una tubería de alimentación que incluye una tubería de alimentación principal (4) y una tubería de retorno de lechada (9) que se utiliza para asegurar que esté instalada una columna continua de lechada. El flujo positivo de lechada procedente de la parte superior de la tubería de retorno de lechada (9) demuestra que el mandril está lleno de lechada antes de o durante las operaciones la extracción (elevación) del mandril.

Un método de uso se muestra con referencia a las figuras 5A a 5E, que muestran una secuencia de instalación con el mandril de base representado en la figura 1. El paso A (figura 5A) muestra la colocación de un montón (10) de agregado sobre la superficie del suelo. El paso B (figura 5B) muestra el hincado del conjunto de mandril (1) en el montón (10) de agregado (para formar una carga inicial de agregado) y la preparación para la elevación de hincado final. Durante el proceso de hincado, el agregado que está en la cámara inferior (3) forma un tapón (11) en el cuello

de la tubería de alimentación (4) en el fondo de la cabeza de pisón (2). El mecanismo de válvula (7) mostrado en la figura 2 o los eslabones de cadena (8) mostrados en la figura (3) pueden utilizarse dentro de la cabeza de pisón (2) para facilitar la obturación. El paso C (figura 5C) muestra la elevación del conjunto de mandril (1) en la que el tapón de agregado (11) o carga inicial se mantiene en su lugar en el fondo del agujero (se entiende que la carga inicial también se puede añadir después de hincar una cabeza de pisón cerrada, tal como con una tapa protectora que cubre la abertura inferior de la cabeza de pisón). El paso D (figura 5D) muestra el rehincado del conjunto de mandril (1) una o más veces para compactar el agregado en el fondo del agujero y para formar una base ensanchada (12). La lechada o el hormigón (13) puede ser bombeado después a través de la tubería de alimentación como se muestra. El paso E (figura 5E) muestra la colocación de lechada o de hormigón (13) procedente del elemento elevado desde el fondo mientras se retira el mandril. Cuando la tubería de retorno de lechada (9), como se muestra en la figura 4, se utiliza conjuntamente con la fase E del proceso de construcción, se determina la continuidad de la lechada dentro del eje de mandril si la lechada continúa saliendo de la tubería de retorno de lechada (9) durante la extracción. La columna de soporte terminada comprende una base ensanchada con una inserción cementosa localizada en la misma.

Un método alternativo de uso también puede utilizarse con referencia a las figuras 5A a 5E. El paso A consiste en llenar la cámara inferior (3) de la cabeza de pisón (2) con hormigón. Esto se puede lograr hincando la cabeza de pisón (2) a través de un montón (10) de hormigón como se muestra en la figura 5A o bombeando hormigón a través de la tubería de alimentación (4) mientras que la cabeza de pisón (2) está apoyada sobre la superficie del suelo. En este caso, la superficie del suelo impide que el hormigón salga del fondo de la cámara inferior (3). Como se muestra en la figura 5B, la cabeza de pisón (2) se hinca después para llevar a cabo la elevación con el hormigón en el fondo de la cabeza de pisón (2), formando un tapón (11) en el fondo del conjunto de mandril (1). El mecanismo de válvula (7) mostrado en la figura 2 o los eslabones de cadena (8) mostrados en la figura 3 pueden usarse dentro de la cabeza de pisón (2) para facilitar el taponamiento. El paso C muestra el retroceso (elevación) del conjunto (2) para permitir que el hormigón salga del fondo de la cabeza de pisón (2). El paso D muestra la colocación de más hormigón (13) a través de la tubería de alimentación (4) y el descenso posterior o simultáneo del conjunto de mandril (1) sobre el hormigón colocado previamente para forzar el hormigón hacia fuera formando así una base ensanchada (12). El paso E muestra la colocación simultánea de lechada o de hormigón (13), a través de la tubería de alimentación (4) durante la extracción del conjunto del mandril (1) hacia la

superficie del suelo. Esta técnica forma un pilote de base ensanchada compuesto de hormigón en la base ensanchada (12) y de hormigón dentro del eje de pilote (o inserción) en la parte superior de la base ensanchada (12).

5 Los beneficios del sistema incluido aquí son la formación eficiente de una base ensanchada (12) que permite la transferencia de la carga al fondo del pilote y la rapidísima y eficiente formación de la inserción de lechada mediante la elevación rápida del mandril mientras se coloca
10 la lechada o el hormigón (13). Aunque la secuencia del método de las figuras 5A a 5E representa el uso del mandril de base mostrado en la figura 1, se ha previsto que el método podría ser utilizado principalmente con cualquiera de los mandriles que se muestran en las figuras 1 a 4.

15 Las figuras 6A a 6F muestran una secuencia de construcción alternativa en la que los pasos A a C (figuras 6A a 6C) son como se han descrito anteriormente con referencia a la carga inicial de agregado que está en la cámara inferior (ver figuras 5A a 5C). En el paso D (figura
20 6D) de esta secuencia, se hace descender el conjunto de mandril (1) para compactar el agregado y una tubería desechable secundaria (14) se inserta en el conjunto del mandril (1) para apoyarse sobre la base ensanchada (12). En el paso E (figura 6E) el conjunto de mandril (1) se eleva y
25 se permite que el agregado adicional (15) llene el espacio anular entre la tubería desechable (14) y la pared lateral de la cavidad (16). Se puede utilizar una tolva (17) para

meter el agregado (15) en la tubería de alimentación (4). El agregado (15) colocado en este paso no se compacta. En el paso F (figura 6F) la tubería desechable (14) se utiliza entonces como un conducto para colocar la lechada en la inserción rellenando los huecos que hay en el agregado
5 suelto (15) alrededor de la tubería desechable (14). Típicamente, la tubería desechable (14) no se retira sino que se puede cortar a nivel del suelo o justo por debajo del nivel del suelo y formar parte de la inserción
10 permanente. Además, aunque las figuras 6D a 6F muestran orificios de lechada en el extremo inferior de la tubería desechable (14), se entiende que tales orificios u otras aberturas pueden colocarse parcial o totalmente por la longitud de la tubería desechable (14).

15 La figura 7 ilustra otra realización de un mandril similar al mostrado en la figura 1 aunque incluye un sistema cerrado para la colocación de hormigón, lechada u otros materiales fluidos. El mandril de esta realización incluye un tubo de alimentación externo (18) que entra en
20 el tubo de alimentación (4) del mandril cerca de la parte superior del mandril para permitir el paso de un material fluido (19). El tubo de alimentación externo (18) se utiliza para bombear lechada, hormigón, u otros materiales fluidos al tubo de alimentación principal (4). La parte
25 superior del mandril se cierra herméticamente con una placa superior (21) haciendo que este sea un sistema cerrado. Un manómetro de presión de aire (20) puede ser instalado

opcionalmente para medir la presión interna de aire dentro del mandril y permitir el uso de una válvula de descarga de presión (22) para facilitar la eliminación de exceso de presión interna durante el bombeo. El sistema de mandril de la figura 7 puede utilizarse en combinación con las secuencias de construcción que se muestran en las figuras 5A a 5E.

. La figura 8 ilustra aún otra realización del mandril similar al mostrado en la figura 7. En esta realización, una fuente de aire, tal como un compresor (24), puede ser opcionalmente utilizada para aplicar presión de aire elevada al aire atrapado (23) dentro de la tubería de alimentación de mandril (4) para evacuar hormigón (13) del mandril.

Los siguientes ejemplos ilustran aspectos adicionales de la invención.

Ejemplo I

A modo de ejemplo, se utilizó una realización del sistema de la presente invención para instalar una columna de soporte, también descrita aquí como pilote de base ensanchada ("EBP"), en un sitio de prueba en Iowa. El sitio de prueba estaba caracterizado por 1,2192 m de arcilla pobre arenosa sustentados por arena. Este programa de pruebas fue diseñado para comparar las características de la carga frente a la desviación de esta realización del EBP con pilotes de referencia contruidos en inyecciones sucesivas, tal como por ejemplo un pilote construido

mediante el método de mandril hincado de cabeza de pisón. Los pilotes de referencia de este ejemplo tenían un diámetro nominal de 50,8 cm y una longitud instalada de 7,0104 m. Un pilote de referencia se construyó de agregado con un diámetro de solamente 50,8 cm. Otro pilote de referencia se construyó con un aditivo de lechada, comúnmente conocido como pilote fraguado, con un diámetro de 35,56 cm.

En esta realización de la invención, el EBP se formó llenando el mandril extraíble (figura 1) con una combinación de agregado de granulometría abierta y lechada fluida. El mandril tenía una cámara inferior (3) con un diámetro exterior de 35,56 cm y una tubería de alimentación (4) con un diámetro exterior de 30,48 cm. El mandril de esta realización se conectó por su extremo abierto (opuesto a la cabeza de pisón) a una tolva abierta para el llenado y se unió a un martillo de alta frecuencia que normalmente está asociado al hincado de tablestacas. El martillo es capaz de proporcionar tanto fuerza descendente como energía vibratoria. Se hizo avanzar el mandril completo hasta una profundidad de 7,0104 m por debajo la superficie del suelo. El conjunto de mandril se elevó después 0,9144 m y se hizo descender 0,9144 m un total de 3 veces para formar una base ensanchada inferior. Cada elevación y descenso del mandril se denomina "carrera". Después se elevó el mandril 0,9144 m, se hizo descender 0,6096 m, y luego se extrajo lentamente hacia la superficie del suelo permitiendo

colocar una columna de lechada y agregado en la cavidad creada durante la instalación del mandril. El EBP fue construido con un diámetro de base de 50,8 cm y un diámetro de eje de 35,56 cm. Una vez que el mandril se extrajo completamente, una varilla de acero de refuerzo de 2,54 cm de diámetro fue insertada en toda la longitud del EBP. Una tapa de hormigón se vertió después por encima del EBP para facilitar las pruebas de carga.

Se hicieron pruebas de capacidad de carga de los pilotes de referencia y EBP utilizando un gato hidráulico que empujaba contra una armadura de prueba. La figura 9 muestra los resultados de la prueba de capacidad de carga del EBP en comparación con los pilotes de referencia. En un máximo de una desviación de pilote de 1,27 cm, el pilote de referencia con agregado soportó una carga de aproximadamente 10.568,69 kg, el pilote de referencia con lechada soportó una carga de alrededor de 22.679,6 kg, y el EBP soportó una carga de aproximadamente 31.887,52 kg. En un máximo de desviación de pilote de 2,54 cm, el pilote de referencia con agregado soportó una carga de aproximadamente 17.599,37 kg, el pilote de referencia con lechada soportó una carga de aproximadamente 28.440,22 kg, y el EBP soportó una carga de alrededor de 43.998,42 kg. La capacidad de transporte de carga del pilote construido de acuerdo con esta realización de la presente invención mostró una mejora de pliegue de entre 2,5 y 3 en comparación con un pilote de referencia con agregado, y una

mejora de pliegue de entre 1,4 y 1,5 en comparación con un pilote de referencia con lechada. La diferencia en el comportamiento con relación al pilote fraguado es causada por la formación de la base inferior ensanchada durante la construcción del EBP según la invención.

Ejemplo II

Como ejemplo adicional, el sistema de otra realización de la presente invención se utilizó para instalar cinco elementos EBP en un sitio de prueba en Virginia. El lugar de prueba estaba caracterizado por arcilla dura. Antes de la instalación del EBP, fueron excavados agujeros de 72,6 cm de diámetro a una profundidad de 2,44 m por debajo de la superficie del suelo. Los huecos se rellenaron después con arena sin apretar. Los elementos EBP de este ejemplo se formaron dentro de los agujeros rellenos.

En esta realización de la invención, el EBP se formó llenando el mandril descrito en la figura 7 con hormigón. El mandril de esta realización presentó una "parte superior cerrada" en contraposición a la configuración de "tolva abierta" que se describe con referencia al Ejemplo I. El mandril en esta realización se conectó a un martillo similar al de la realización del Ejemplo I. Se hizo avanzar el mandril a una profundidad de 2,44 m por debajo de la superficie del suelo. El mandril se elevó después 0,9144 m, y luego se hizo que descendiera 0,6096 m tres veces para crear la base ensanchada. Un proceso de elevación del mandril de 0,9144 m, y luego de descenso de 0,3048 m se

utilizó a continuación para completar la longitud total del pilote. Una vez que el hormigón se había curado, se excavó cada uno de los pilotes y se midieron los diámetros de la base y del eje.

5 La cámara inferior en esta realización tenía una dimensión nominal de 30,48 cm de diámetro exterior. Los pilotes excavados y medidos tenían un diámetro medio nominal de 45,72 cm. Las bases ensanchadas en las partes inferiores de los pilotes superaron las 60,96 cm
10 demostrando la efectividad de esta técnica de construcción.

Ejemplo III

 Como otro ejemplo, la realización de la presente invención a partir del Ejemplo II se utilizó en un sitio en Washington, D.C. El sitio estaba caracterizado por entre
15 6,096 y 9,144 m de arcilla blanda y arena arcillosa sustentada por arena densa o arcilla dura. La realización de la presente invención en el sitio se utilizó para soportar paredes y terraplenes de tierra mecánicamente estabilizados (MSE). El mandril utilizado para este
20 proyecto era similar al utilizado en el Ejemplo II. La cámara inferior en esta realización tenía una dimensión exterior de diámetro nominal de 45,72 cm. En este ejemplo, se construyeron dos EBP completamente de hormigón y posteriormente se probó la carga. En este ejemplo de la
25 realización, los EBP se construyeron con una base ensanchada cuyo diámetro era de 60,96 cm, y un eje con un diámetro de 45,72 cm.

En esta realización de la invención, el EBP se formó llenando el mandril (tal como en las figuras 7 u 8) con hormigón. Después se hizo avanzar todo el mandril hasta una profundidad de 7,92 m por debajo de la superficie del suelo para el Pilote de Prueba 1 y hasta una profundidad de 11,13 m por debajo de la superficie del suelo para el Pilote de Prueba 2. A continuación se elevó el mandril 1,22 m, y luego se hizo descender 0,9144 m. El proceso de elevación del mandril 1,22 m, y luego de descenso de 0,9144 m se completó durante un total de 4 ciclos en los pilotes de prueba para crear una base ensanchada. Una vez creada la base ensanchada, se extrajo el mandril a una velocidad constante mientras se bombeaba hormigón en el mandril. Una vez que el hormigón se había curado, se probó la carga de cada uno de los pilotes.

Las pruebas de carga se realizaron utilizando métodos de prueba de carga Statnamic. La figura 10 muestra los resultados de la prueba de carga en el Pilote de Prueba 1 (7,92 m por debajo la superficie del suelo) y la figura 11 muestra los resultados de la prueba de carga en el Pilote de Prueba 2 (11,13 m por debajo de la superficie del suelo - dos ciclos de prueba de carga en este pilote de prueba). Tanto el Pilote de Prueba 1 como el Pilote de Prueba 2 soportaron una carga de prueba de aproximadamente 1.890.494,18 N en un máximo de desviación de pilote de 2,54 cm, con una carga máxima admitida de aproximadamente 2.557.727,43 N. La anterior descripción detallada de

realizaciones se refiere a los dibujos adjuntos, que ilustran realizaciones específicas de la invención. Otras realizaciones que tienen diferentes estructuras y funcionamientos no se apartan del ámbito de aplicación de la invención. El término "la invención" o similar se utiliza con referencia a determinados ejemplos específicos de muchos aspectos o realizaciones específicas del solicitante de la invención establecidos en esta memoria, y ni su uso ni su ausencia pretenden limitar el ámbito de aplicación de la invención del solicitante o el ámbito de aplicación de las reivindicaciones. Esta memoria se divide en secciones sólo por conveniencia del lector. Los títulos no se deben interpretar como limitativos del ámbito de aplicación de la invención. Se pretende que las definiciones formen parte de la descripción de la invención. Se entenderá que varios detalles de la invención pueden ser modificados sin apartarse del ámbito de aplicación de la invención. Además, la descripción anterior tiene fines ilustrativos únicamente, y no limitativos.

Se hace constar que con relación a esta fecha, el mejor método conocido por la solicitante para llevar a la práctica la citada invención, es el que resulta claro de la presente descripción de la invención.

REIVINDICACIONES

1-9 Reivindicaciones eliminadas

5 1. Método de construcción de una columna de soporte
que comprende el uso de un conjunto de mandril (1) que
tiene un tubo de alimentación (4) conectado a una cabeza de
pisón (2) en una abertura del mismo para permitir que fluya
material fluible a la cabeza de pisón, comprendiendo el
10 método:

(a) proporcionar la cabeza de pisón con una forma que
tenga una cámara inferior (3) agrandada provista de una
superficie de reducción (5) en una parte superior de la
misma para compactar y limitar el flujo ascendente de
15 material al tubo de alimentación durante el apisonamiento,
estando además dimensionada la cabeza de pisón para
proporcionar una zona cerrada a fin de permitir la
colocación del material fluible en la misma;

(b) proveer una placa superior de sellado en un
20 extremo del tubo de alimentación opuesto a la cabeza de
pisón (2) y un tubo de suministro de material fluible
separado que se acopla al tubo de alimentación a través de
una conexión sellada;

(c) hincar el conjunto de mandril en una superficie
25 del suelo a una profundidad dada formando de esa manera una
cavidad;

(d) elevar el conjunto del mandril para liberar una carga inicial del material fluible de la cabeza de pistón hacia el fondo de la cavidad;

(e) volver a hincar el conjunto de mandril compactando el material fluible en el fondo de la cavidad y formando una base ensanchada, teniendo la base ensanchada una anchura mayor que la cabeza de pistón, y

(e) retirar el conjunto de mandril mientras se alimenta de manera continua material cementoso a través del tubo de alimentación, formando, luego de curado, una inserción cementosa rígida que tiene un ancho substancialmente igual al ancho de la cavidad, y está formada en la parte superior de la base ensanchada.

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la cabeza de pistón se llena con la carga inicial de material fluible antes del hincado.

3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además proporcionar un mecanismo de válvula (7) que se puede mover entre una posición abierta y una posición cerrada en la abertura que hay entre el tubo de alimentación (4) y la cabeza de pistón (2), para limitar el paso de flujo a la cabeza de pistón al estar en la posición cerrada, y mover el mecanismo de válvula (7) a una posición abierta para introducir material fluible en la cabeza de

pisón durante la elevación, y a una posición cerrada durante la compactación hacia abajo.

4. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además introducir el material fluible en la zona cerrada.

5. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además proveer cadenas (8) unidas en el interior de la cabeza de pisón para limitar el flujo ascendente de material fluible hacia el tubo de alimentación durante el movimiento descendente del mandril.

6. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además proveer muescas en el interior de la cabeza de pisón para limitar el flujo ascendente de material hacia el tubo de alimentación durante el movimiento descendente del mandril.

7. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además proporcionar al mandril un segundo tubo (9) adyacente al tubo de alimentación para permitir la inspección de material cementoso durante el bombeo.

8. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además proveer una fuente de presión de aire conectada al tubo de alimentación (4) para evacuar el

material fluible del tubo de alimentación mediante la presión de aire suministrada al mismo.

9. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el
5 que el material fluible comprende un material seleccionado del grupo que consiste en hormigón, lechada, agregados y material cementoso.

10. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que
10 comprende además proveer una válvula de liberación de presión de aire para reducir la presión en el tubo de alimentación (4).

11. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que
15 comprende además proveer un medidor de presión para monitorear la presión en el tubo de alimentación (4).

RESUMEN

Sistema para construir una columna de soporte que comprende un mandril con una parte superior y una cabeza de
5 pisón. Un tubo de alimentación se extiende a través del mandril para alimentar material fluido a la cabeza de pisón. La cabeza de pisón incluye una cámara inferior agrandada con una superficie de reducción en una parte superior para compactar material y limitar flujo ascendente
10 de agregado. La cabeza de pisón tiene un tamaño que proporciona una zona cerrada para permitir la colocación de materiales cementosos en su interior. El sistema permite construir una columna de soporte que incluye una inserción cementosa en la parte superior de una base ensanchada.

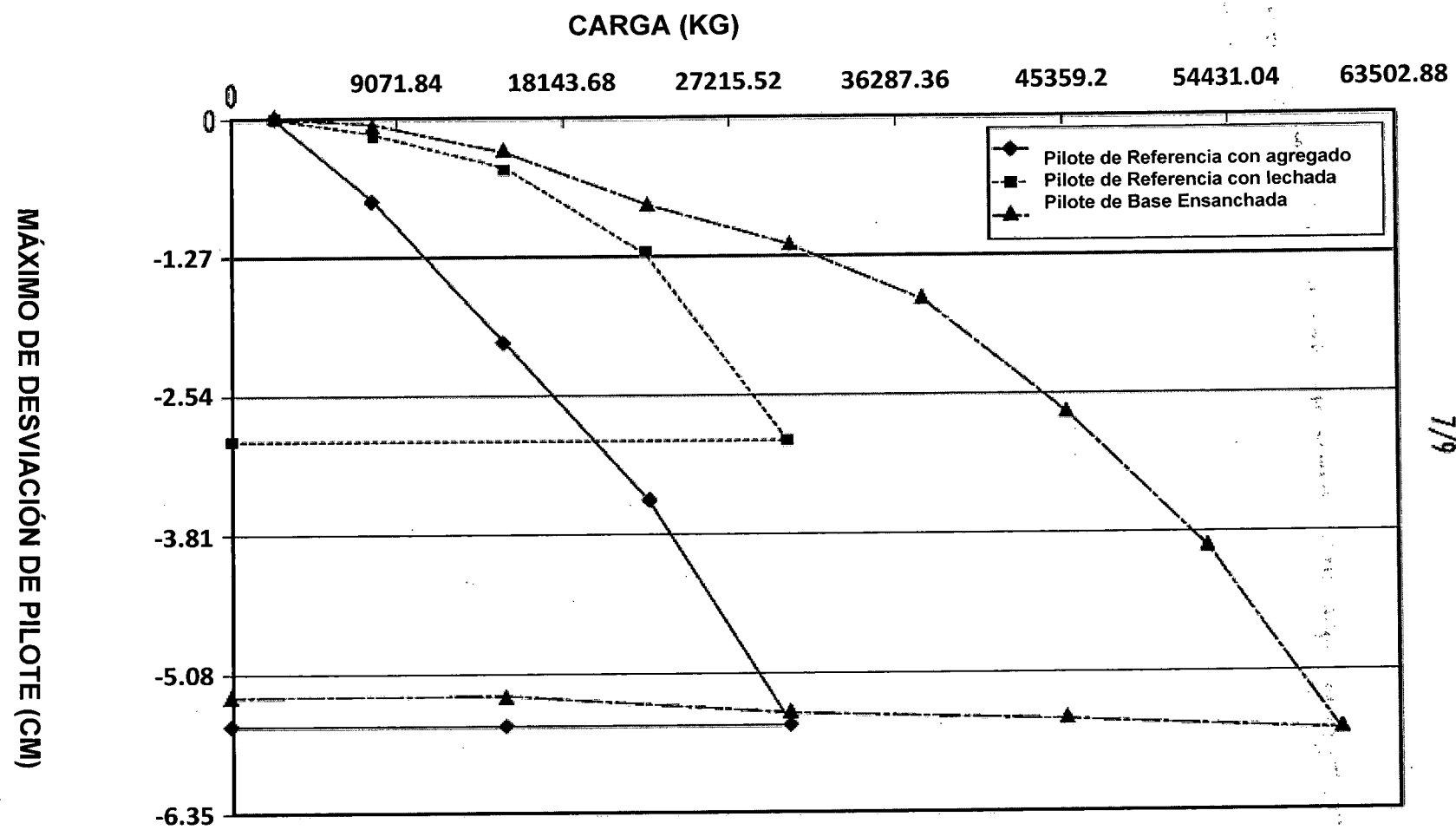


FIG. 9

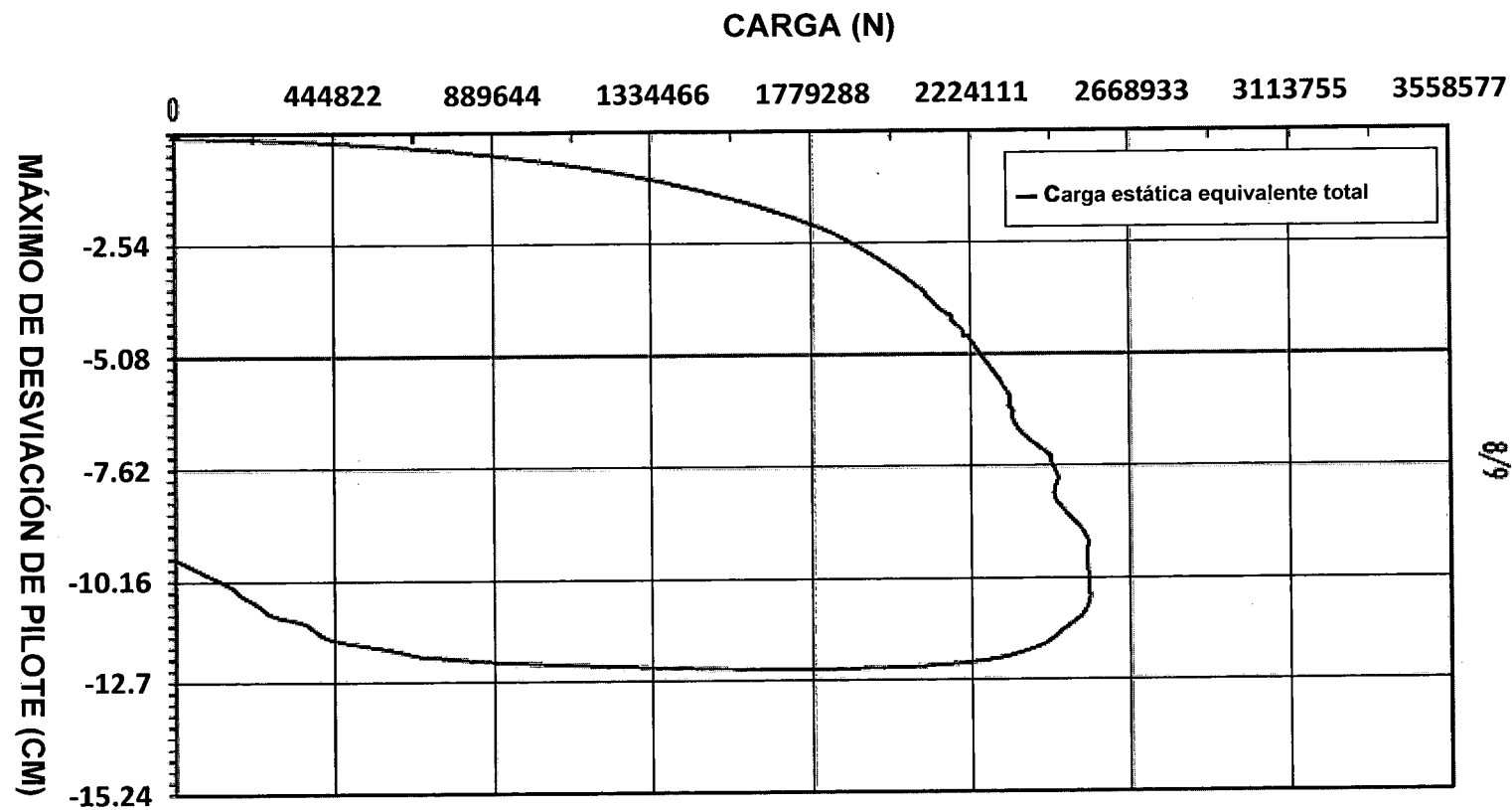


FIG. 10

8/9

37

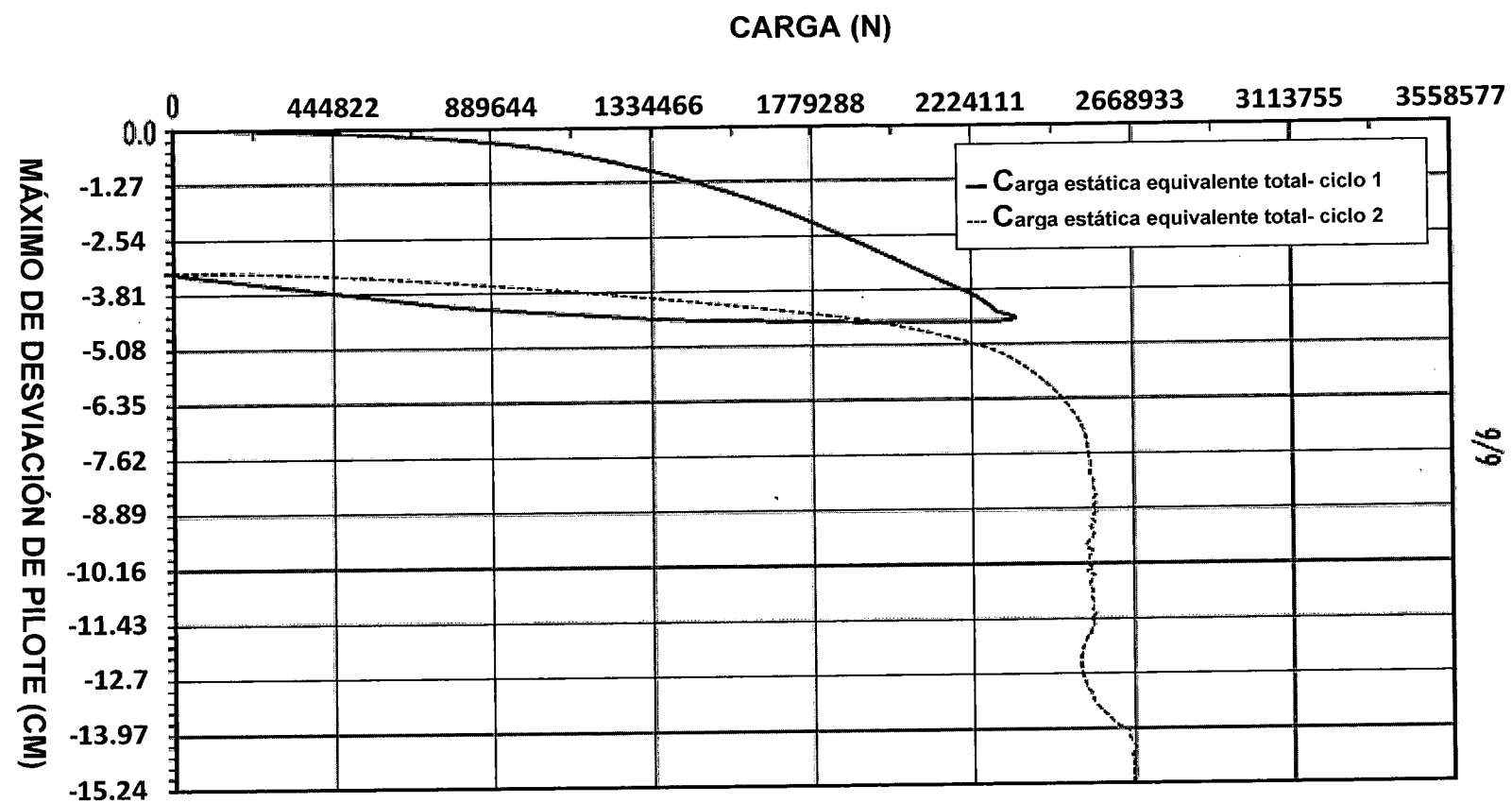


FIG. 11

37