



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 313 425**

51 Int. Cl.:
E02D 27/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05797486 .7**

96 Fecha de presentación : **11.08.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1794375**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.06.2007**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento de refuerzo de una cimentación de torre.**

30 Prioridad: **12.08.2004 FR 04 08837**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2009

73 Titular/es: **SOCIÉTÉ CENTRALE D'ÉTUDES ET DE
RÉALISATIONS ROUTIÈRES SCETAURROUTE
11 avenue du Centre
78280 Guyancourt, FR**

72 Inventor/es: **Depardon, François;
Deniot, Michel y
Mazare, Bruno**

74 Agente: **Buceta Facorro, Luis**

ES 2 313 425 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 313 425 T3

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento de refuerzo de una cimentación de torre.

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento de refuerzo al deslizamiento de una cimentación de torre, destinados más en particular al refuerzo de una cimentación de torre existente, denominada “superficial”.

10 Estado de la técnica

Por cimentación superficial se pretende designar una cimentación poco profunda que garantiza la estabilidad de la torre repartiendo las cargas sobre una superficie de terreno suficientemente grande. Por ejemplo, las torres de tipo celosía que descansan generalmente sobre una cimentación formada por cuatro zapatas, es decir, por cuatro macizos individuales de hormigón enterrados, al menos parcialmente, en el suelo para equilibrar los momentos de vuelco transmitidos por la torre según las leyes de momentos. La evolución de las reglamentaciones en materia de estabilidad de las obras conduce a realizar refuerzos si las cimentaciones de este tipo son demasiado débiles.

En general, el refuerzo sólo es necesario para la sollicitación a deslizamiento. En la mayor parte de los casos la capacidad portante de las cimentaciones superficiales es suficiente para transmitir la sollicitación a compresión.

Se conocen diferentes dispositivos y procedimientos de refuerzo al deslizamiento de cimentación de torre. Estos procedimientos se aplican sobre cimentaciones existentes y pretenden recuperar un déficit de resistencia al deslizamiento de al menos un macizo de la cimentación. Se habla de déficit de esfuerzo, de aquí en adelante Qal y expresado en newtons (N).

En el origen del déficit Qal pueden estar implicados varios factores como el aumento del esfuerzo de deslizamiento al que está sometida la cimentación. Tal aumento puede deberse a:

- 30 - las evoluciones de las condiciones de explotación de la cimentación (condiciones climáticas, mecánicas, geométricas...);
- al debilitamiento de las características del suelo alrededor de los macizos de la cimentación, debido a un fenómeno exterior natural o artificial (tempestad, sismo, obras...); y
- 35 - a la diferencia entre la geometría real de la cimentación y la de los planos de diseño, debido a un fallo en la fabricación de la cimentación.

En función del valor del déficit de esfuerzo de deslizamiento Qal que ha de compensarse, actualmente se recurre a dos procedimientos conocidos.

El primero consiste en verter un bloque de hormigón alrededor del armazón de la torre o de la parte no enterrada del macizo (si existe), para aumentar el peso propio de la cimentación añadiendo el peso de dicho bloque de hormigón. No obstante, puesto que conviene limitar el tamaño del bloque para limitar el espacio ocupado alrededor de la base de la torre, el peso de este bloque está limitado y sólo permite compensar valores pequeños de déficit de esfuerzo Qal, generalmente inferiores a 20 kN.

El segundo procedimiento de refuerzo conocido consiste en reforzar la cimentación con la ayuda de micropilotes unidos mecánicamente al armazón de las torres y enterrados profundamente en el suelo hasta un sustrato profundo de buena resistencia mecánica, como un sustrato de roca. Este procedimiento se describe en el documento FR 2 810 056. Los micropilotes recuperan el conjunto de las cargas aplicadas a las torres (la cimentación existente ya no está entonces sollicitada y sólo es útil para su peso propio de hormigón, que aporta al conjunto). Los rozamientos laterales creados entre cada micropilote y el sustrato profundo permiten compensar los déficits Qal elevados, superiores a 1000 kN. Sin embargo, el tamaño de los micropilotes, su tecnicidad y los medios necesarios para su colocación hacen que este segundo procedimiento sea muy costoso. En efecto, en la práctica, las torres no se implantan generalmente cerca de vías transitables y con frecuencia es necesario utilizar material pesado en terreno agrícola o escarpado.

Otro dispositivo de refuerzo al deslizamiento se describe en el documento DE-A-10028755. La invención tiene como fin proponer un procedimiento de refuerzo al deslizamiento de una cimentación de torre, que sea económica, fácil de aplicar, que necesite medios de ejecución que ocupen poco espacio y que sea susceptible de compensar los déficits de esfuerzo de deslizamiento Qal “intermedios”, es decir del orden de la centena de kN y restantes, preferiblemente, inferiores a 1000 kN.

65 Objeto de la invención

Para alcanzar el objetivo anteriormente citado, la invención tiene por objeto un procedimiento de refuerzo al deslizamiento de una cimentación de torre, comprendiendo dicha cimentación al menos un macizo que está enterrado

ES 2 313 425 T3

en el suelo del solar de la cimentación y que presenta un tramo de superficie más grande en un plano horizontal, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

- 5 - se excava una zanja, alrededor de dicho macizo, al menos por encima de dicho tramo;
- se realiza una losa en la zanja, de manera que esta losa esté enterrada en el suelo y dispuesta alrededor de dicho macizo entre dicho tramo y la superficie del suelo, y que sobrepase la proyección vertical de la periferia de dicho tramo; y
- 10 - se recubre dicha losa.

Recubriendo dicha losa, ésta se vuelve invisible y permite, según el caso, la explotación agrícola del solar de la cimentación.

15 Por losa, se pretende designar en la presente memoria una masa de materiales compacta y sólida, de manera y espesor variables. De manera ventajosa, para realizar dicha losa, se prepara una mezcla trabajable que comprende materiales extraídos del suelo del solar o materiales de aportación exterior o una mezcla de los dos, y al menos un conglomerante, y se deposita esta mezcla en la losa, resultando dicha losa del fraguado de dicha mezcla.

20 De manera ventajosa, la mezcla es suficientemente manejable como para poder verterse en la zanja. La naturaleza de los materiales y las proporciones de conglomerante que pueden utilizarse para realizar esta losa están en función del déficit de esfuerzo Qal que ha de compensarse.

25 De manera ventajosa, se pretende realizar una losa que presente una densidad y/o una tensión de cizalla a la rotura superior a la del suelo (o terreno) del solar de la cimentación.

30 El procedimiento de la invención permite compensar el déficit de esfuerzo Qal aumentando el peso del material solicitado durante el deslizamiento: por un lado, gracias al peso propio de la losa y, por otro lado, de manera complementaria, gracias al peso de una masa de suelo circundante, en particular el suelo que corona la losa, susceptible de ser arrastrado con dicha losa durante el deslizamiento. Esto es posible por el hecho de que la losa se extiende horizontalmente más allá de la periferia de dicho tramo, de modo que arrastra con ella durante el deslizamiento una masa de suelo, de aquí en adelante denominada masa suplementaria, que no habría sido arrastrada en ausencia de la losa.

35 El déficit de esfuerzo Qal se compensa igualmente por el aumento de los rozamientos laterales entre la losa de refuerzo y el suelo que permanece en su sitio.

40 De manera ventajosa, para que los rozamientos laterales jueguen un papel suficientemente importante en el refuerzo al deslizamiento, la losa está en contacto directo con el suelo del solar y es conveniente garantizar la buena adherencia lateral entre la losa y el suelo que permanece en su sitio. Naturalmente, la importancia de estos rozamientos laterales está directamente relacionada con las características mecánicas intrínsecas del suelo en su sitio. De manera ventajosa, para facilitar la adherencia lateral, se compacta o se vibra dicha losa que, bajo el efecto de la compactación o de la vibración, tiende a extenderse lateralmente. Los bordes laterales de la losa ejercen entonces una presión contra el suelo circundante, lo que refuerza la adherencia lateral y por tanto la amplitud de los rozamientos laterales durante el deslizamiento. Igualmente, de manera ventajosa, se compactan los materiales utilizados para recubrir la losa, para 45 garantizar la buena adherencia lateral entre estos materiales y el suelo que permanece en su sitio.

50 Por otro lado, conviene igualmente evitar que las superficies de los bordes laterales de la losa y las superficies laterales del suelo circundante que les hacen frente, sean demasiado lisas. Teniendo en cuenta los materiales utilizados y las máquinas empleadas para la excavación de la zanja, estas superficies presentan generalmente una rugosidad suficiente.

55 El procedimiento de la invención permite, además, realizar la losa *in-situ* en el solar de la cimentación y evitar el transporte de una losa de este tipo. Además, la obra para la aplicación del procedimiento de la invención conserva un tamaño razonable pues la zanja realizada es poco profunda (la profundidad de esta zanja es como máximo igual a la profundidad de la parte superior del tramo de sección horizontal más grande) y de anchura limitada (generalmente la losa no sobrepasa la proyección vertical de dicho tramo en más de dos metros). Además, este procedimiento no necesita la utilización de material particular o que ocupe espacio. Finalmente, es posible reforzar sólo un macizo de la cimentación a la vez y no reforzar la totalidad de los macizos.

60 Preferiblemente, la losa está en contacto directo con el macizo y rodea a este último. Sin embargo, podría considerarse una losa que rodeara el macizo sin estar directamente en contacto con éste como, por ejemplo, una losa en forma de corona, siempre que sobrepase la proyección vertical de la periferia de dicho tramo, y sea susceptible de arrastrar con ella una masa de suelo suplementario.

65 Por otro lado, debe observarse que no es necesario para obtener el refuerzo deseado que la losa esté unida mecánicamente al macizo y, de manera ventajosa, para facilitar la aplicación del procedimiento, la losa no está mecánicamente unida al macizo. Naturalmente, aunque la losa resulta del fraguado de una mezcla vertida alrededor del macizo, la losa puede adherirse al macizo. Esta adherencia no se considera sin embargo como una unión mecánica en el sentido de

ES 2 313 425 T3

la invención pues la resistencia de esta unión por adhesión es muy débil respecto al déficit de esfuerzo Qal que se pretende compensar. Por unión mecánica se pretende más bien designar sistemas de fijación por anclaje, fijación, etc.

5 Con el fin de que la mezcla utilizada para realizar la losa sea económica, se utiliza si la naturaleza del suelo del solar lo permite, al menos una parte de los materiales extraídos del suelo del solar y, de manera ventajosa, únicamente los materiales extraídos durante la excavación de la zanja. De manera general, se pretende utilizar al menos una parte de los materiales extraídos del suelo del solar durante la excavación de la zanja, para realizar dicha mezcla y/o recubrir dicha losa. Se ahorra por tanto la compra de materiales de aportación exterior, el transporte de estos últimos y la evacuación de los materiales extraídos.

10 Si la naturaleza del suelo del solar no permite mezclar este suelo con un conglomerante para obtener una losa suficientemente homogénea y compacta (o bien debido a la granulometría demasiado pequeña o demasiado elevada de los materiales del suelo o bien debido a la naturaleza mineralógica de este suelo), se emplean materiales de aportación exterior, es decir, materiales de aportación al solar.

15 Como materiales de aportación, se pueden utilizar hormigones preparados. Se puede igualmente utilizar materiales menos costosos, como gravas, es decir, una mezcla natural o no de guijarros o de gravas, cuya granulometría está comprendida entre 0 y 80 mm y, preferiblemente, entre 0 y 40 mm.

20 Para que la mezcla utilizada para realizar la losa sea todavía más económica, contiene una pequeña proporción total de conglomerante, inferior al 15% en peso de la mezcla. Se comprueba en efecto que esta proporción es suficiente para aglomerar entre sí las partículas de los materiales utilizados, y obtener así la losa deseada. Para que el o los conglomerantes puedan no obstante desempeñar su papel correctamente, conviene elegir una proporción total de conglomerante superior al 3%.

25 Los conglomerantes utilizados son por ejemplo conglomerantes hidráulicos, bituminosos o sintéticos. Como ejemplos de conglomerantes hidráulicos podemos citar los cementos, las escorias o la cal. En el caso del cemento, la proporción de este último en la mezcla está ventajosamente comprendida entre el 3 y el 13% y, preferiblemente, entre el 6 y el 10% en peso (por ejemplo el 8%). Debe observarse que todos los porcentajes en peso ofrecidos en la presente demanda se dan para una mezcla seca (es decir, sin adición de agua), a menos que no se precise otra cosa.

30 Además, se comprueba que el tiempo de mezclado necesario para la realización de la mezcla es relativamente corto. Resulta de esto una ganancia de tiempo y energía.

35 De manera ventajosa, cuando se utilizan los materiales extraídos del solar para realizar la losa y estos materiales contienen una gran proporción de arcillas, se utiliza cal para neutralizar las arcillas. La proporción de cal en la mezcla está comprendida por tanto entre el 1 y el 4% en peso.

40 Cuando la losa se realiza a partir de materiales de aportación exterior y presenta una resistencia mecánica y una densidad suficientemente elevadas respecto al suelo circundante, se puede tratar de reducir el volumen de la losa e, igualmente, el volumen de los materiales extraídos del suelo del solar. Esto permite, además, utilizar una parte importante, incluso la totalidad, de estos materiales extraídos para recubrir la losa sin que el nivel del suelo por encima de esta losa esté demasiado sobreelevado (constituyendo un nivel demasiado sobreelevado una molestia para el acceso a la torre, para la instalación del material alrededor de la torre durante reparaciones eventuales o incluso una molestia para la eventual explotación agrícola del terreno sobre el que está implantada la torre) y así limitar (incluso suprimir) los costes relacionados con la evacuación de estos materiales.

45 La capa de terreno superficial que recubre así la losa participa en el refuerzo de la cimentación. En particular, la masa de terreno que recubre la parte de losa que se extiende más allá de la proyección vertical de la periferia de dicho tramo, constituye una masa de materiales suplementaria (respecto a la masa de terreno que se deslizaría sin la losa), solicitada durante el deslizamiento de la cimentación.

50 Por otro lado, cada capa de terreno superficial puede cultivarse por el propietario del campo sobre el que se implanta la cimentación. Instalándose las torres generalmente en tierras cultivadas o cultivables, no puede obviarse esta última ventaja. De manera ventajosa, para dejar una capa de terreno suficientemente gruesa como para ser cultivable y suficientemente pesada como para participar en el refuerzo de la cimentación la losa está enterrada a una profundidad comprendida entre 0,5 y 2 metros respecto a la superficie del suelo circundante.

55 La invención tiene igualmente por objeto un dispositivo de refuerzo al deslizamiento de una cimentación de torres, caracterizado porque comprende una losa enterrada en el suelo y dispuesta alrededor del macizo, entre el tramo de sección horizontal más grande del macizo y la superficie del suelo, sobrepasando esta losa la proyección vertical de la periferia de dicho tramo.

60 De manera ventajosa, dicha losa se realiza a partir de una mezcla que comprende materiales extraídos del suelo del solar o materiales de aportación exterior o una mezcla de ambos, y al menos un conglomerante y esta losa resulta del fraguado de dicha mezcla y está en contacto directo con el suelo del solar.

Descripción de las figuras

Las características y ventajas del procedimiento y del dispositivo de la invención se comprenderán mejor tras la lectura de la descripción detallada que sigue de diferentes modelos de realización de la invención representados a título de ejemplo no limitativo.

Esta descripción se refiere a las figuras adjuntas entre las que:

- la figura 1 representa un ejemplo de un macizo de cimentación de torre en alzado;
- la figura 2 representa esquemáticamente, en vista desde arriba, un ejemplo de cimentación de torre tetrápoda con sus cuatro macizos;
- la figura 3 representa un primer modo de realización del dispositivo de la invención, según el plano de corte III-III de la figura 2;
- la figura 4 representa un segundo modo de realización del dispositivo de la invención;
- la figura 5 representa un tercer modo de realización del dispositivo de la invención;
- la figura 6 representa un cuarto modo de realización del dispositivo de la invención;
- la figura 7 representa un quinto modo de realización del dispositivo de la invención.

Descripción detallada de la invención

La figura 2 representa una cimentación de torre, por ejemplo de torre eléctrica de tipo celosía, que comprende cuatro macizos (10), del tipo representado en la figura 1, dispuestos en cuadrado alrededor de la torre (no representada). La torre es solidaria a esta cimentación y cada macizo funciona como apoyo en el que el armazón de la torre está anclado. Como puede verse en la figura 1, los macizos presentan generalmente varios salientes, o escalones, que se amplían hacia abajo, de modo que el tramo inferior del macizo, igualmente llamado zapata (12), es el tramo de sección más grande en el plano horizontal. En el ejemplo representado, la zapata (12) es de forma troncocónica y se amplía hacia abajo. Debe observarse que para otro tipo de macizos, no descritos en el presente documento, el tramo de sección horizontal más grande es un tramo intermedio, diferente del tramo inferior del macizo.

En el caso particular en que el macizo considerado no presenta zapata, por ejemplo en el caso de un macizo troncocónico que se amplía hacia abajo, el tramo de sección horizontal más grande corresponde a la parte de extremo inferior del macizo. Finalmente, para macizos rectangulares o cilíndricos (es decir de sección constante) el tramo de sección horizontal más grande se define como la parte de extremo inferior del macizo.

La figura 3 representa un corte vertical según el plano III-III (es decir, perpendicular a la superficie T del suelo, considerada a su vez como horizontal), perpendicular al plano de simetría (S) del macizo y que pasa por el centro de la zapata (12) del macizo (10).

Con referencia a esta figura, va a describirse un primer modo de realización del dispositivo de refuerzo de la invención. Este dispositivo comprende una losa (20) dispuesta por encima de la zapata (12) de un macizo (10) análogo al descrito anteriormente. La periferia del tramo del macizo (10) de sección horizontal más grande es decir, en el ejemplo, la periferia de la zapata (12), está indicada en corte por los puntos (B y B') (simétricos respecto al plano (S)). Las proyecciones verticales del punto (B) (B') sobre las caras interior y superior de la losa se indican respectivamente por los puntos (C y E) (C' y E').

La losa (20) presenta una forma cilíndrica, pero podría ser troncocónica o presentar sobre sus bordes laterales al menos un espaldón para reforzar los rozamientos entre sus bordes laterales y el suelo que los rodea. La periferia exterior de esta losa corta el plano de corte de la figura 3 en los puntos (D y D') para su cara superior y en los puntos (A y A') para su cara inferior. La losa (20) que sobrepasa la proyección vertical de la periferia de la zapata (12), los puntos (A, A', D y D') se sitúan en el exterior de los puntos (C, C', E y E') respecto al plano (S). Como la losa (20) está enterrada en el suelo está recubierta por una capa de terreno, denominada superficial. Así la cara superior de esta losa (20) (y los puntos (D, E, E' y D')) está por debajo de la superficie (T) del suelo. Se indican como (G, F, F' y G') los puntos situados al nivel de la superficie (T) del suelo, en la vertical de los puntos (D, E, E' y D').

En el ejemplo, la losa (20) no descansa sobre el segundo espaldón (13) del macizo (10) pues el suelo situado entre la losa (20) y la espaldón (13) es suficientemente denso para no comprimirse durante el deslizamiento del macizo, de modo que la losa (20) es inmediatamente solicitada durante el levantamiento del macizo. Sin embargo, en el caso en que la densidad del suelo comprendido entre la losa (20) y el espaldón del macizo (10), situado justo por debajo de la losa, sea demasiado pequeña, se hace reposar la losa (20) sobre este espaldón.

Según el primer modelo de realización representado en la figura 3, la losa (20) se realiza a partir de una mezcla que comprende materiales extraídos del solar (o bien durante la excavación de la zanja, o bien antes si se realizaron otras

ES 2 313 425 T3

operaciones de movimiento de tierras sobre el mismo solar) y una mezcla de dos conglomerantes: cal y cemento. El tratamiento de estos materiales con estos conglomerantes permite obtener un bloque sólido y compacto que forma la losa (20).

5 Por un lado, la losa (20) así obtenida presenta una densidad superior a la del suelo circundante y por tanto el peso propio de la losa permite aumentar el peso del material situado por encima de la zapata (12) y mejorar la resistencia al deslizamiento de la cimentación. Por otra parte, la losa (20) presenta una tensión de cizalla a la rotura superior a la del suelo circundante de modo que, en situación de deslizamiento, la cizalla vertical generada se ejerce entre la losa (20) y el suelo circundante, es decir al nivel de la superficie lateral de la losa correspondiente en la figura 3 a las líneas (AD y A' D'). Para simplificar la lectura de la presente memoria, este tipo de superficie se indicará a partir de ahora como (AA'D'D').

15 Como la losa (20) sobrepasa la periferia de la zapata (12) en proyección vertical, se moviliza el conjunto de los materiales situados por encima de la losa, comprendida en el interior del cilindro (GDD'G'), y los materiales comprendidos en el interior del tronco de cono (ABB'A'), y no solamente los materiales situados en la vertical de la zapata (12), delimitados por el cilindro (FBB'F'), como sería el caso en ausencia de losa. Así, respecto a una torre desprovista de losa (20), se moviliza una masa de suelo suplementaria cuyo peso se opone al deslizamiento, estando situada esta masa por encima de la losa (20) y en el exterior de la periferia de la zapata en proyección vertical. En la figura, esta masa de suelo suplementaria es un anillo de material comprendido entre las superficies (FEE'F' y GDD'G'). Igualmente, se moviliza una masa de suelo suplementario comprendida entre las superficies (ABB'A' y CBB'C'). La masa suplementaria de materiales solicitada está por tanto en función de la distancia (DE) (o CA) que sobrepasa la losa (20) respecto a la zapata (12) y la profundidad (DG) (o FE) a la que se encuentra esta losa.

25 Las explicaciones anteriores ilustran de manera simplificada el principio general en que se basa el dispositivo de la invención. Este principio general se resume en el aumento de la masa de material susceptible de ser movilizado durante un deslizamiento, por un lado actuando sobre el peso propio de la losa realizada y, por otro lado, movilizando una masa del suelo, denominada suplementaria, que no se habría movilizado en ausencia de esta losa.

30 Para completar, habría que tener en cuenta igualmente las fuerzas de rozamiento que intervienen durante el deslizamiento como las fuerzas de rozamiento laterales que intervienen entre la losa y el suelo circundante. Conviene observar que estos rozamientos desempeñan un papel adicional en el refuerzo de la cimentación. El déficit de esfuerzo Qal se compensa por tanto principalmente por el peso de la masa suplementaria solicitada y por las fuerzas de rozamiento laterales.

35 La figura 4 representa otro modo de realización del dispositivo de la invención, análogo al de la figura 3, pero que difiere por la naturaleza del material constitutivo de la losa (20). Esta vez, la losa (20) se realiza a partir de gravas tratadas, es decir una mezcla de gravas y de conglomerante y, preferiblemente, a partir de gravas tratadas con conglomerantes hidráulicos. Una definición de este último tipo de gravas tratadas, acompañada de ejemplos, se ofrece en la norma francesa NF P 98-116 que data de febrero de 2000. La mezcla gravas/conglomerante se realiza con frecuencia fuera de la obra, en una central de mezclado, pero en ocasiones directamente en el solar, por medio de un mezclador móvil de obra, por ejemplo un *pulvimixer* o una cuchara cribadora. Las gravas tratadas son materiales relativamente económicos, que presentan una densidad elevada y buenas propiedades mecánicas, en particular una buena resistencia a la cizalla. Así, el espesor de la losa puede ser bastante limitado y, como en el ejemplo representado, 45 los materiales extraídos durante la excavación de la zanja pueden después evacuarse o utilizarse para recubrir la losa, sin que el montículo (26) formado en la vertical del macizo moleste por su altura que queda relativamente pequeña (preferiblemente inferior a 50 cm).

50 Según otro modo de realización del dispositivo de la invención, no representado, para limitar el espesor de la losa y/o reforzar las propiedades mecánicas de esta última, en particular su resistencia a la cizalla, puede insertarse una estructura de refuerzo en el volumen de la losa, como una malla metálica o plastificada, una lámina, una malla geotextil, capas geosintéticas, o incluso una auténtica armadura metálica alrededor de la cual se aplica la mezcla trabajable.

55 Puede igualmente preverse insertar en la losa sensores, alojados por ejemplo en una capa geosintética, para medir una tensión, un movimiento, una deformación... Estos sensores permiten hacer un seguimiento a distancia del comportamiento de la cimentación en un solar sensible.

60 Las figuras 5, 6 y 7 representan otros tres modelos de realización del dispositivo de refuerzo de la invención en los que la losa (20) es una losa de grava tratada. Sin embargo, esta losa podría ser de composición análoga a la de la losa de la figura 3 o incluso resultar de una mezcla de materiales extraídos del solar, de gravas y de al menos un conglomerante. La losa (20) está anclada en el suelo con la ayuda de clavos (28), que la atraviesan en el sentido del espesor. Estos clavos atraviesan el borde exterior de la losa (20), preferiblemente la parte de la losa que sobrepasa la proyección vertical de la periferia de la zapata (12) del macizo (10), y están orientados verticalmente como se representa en la figura 7. La longitud de estos clavos (28) puede variar y, como se representa en la figura 6, los clavos 65 (28) pueden prolongarse por debajo del macizo (10).

Es conveniente no obstante observar que para limitar el coste del dispositivo, la longitud de los clavos (28) es limitada. En particular, al contrario que los micropilotes conocidos, anteriormente mencionados, los clavos (28) de

ES 2 313 425 T3

la invención no tienen necesidad de prolongarse hasta un sustrato profundo. Por otro lado, éstos no tienen que estar unidos mecánicamente al armazón de la torre.

5 La función de los clavos (28) es doble: en primer lugar, desempeñan la función de anclaje de la losa (20), anclaje tanto más marcado cuanto más largos son los clavos, y además, permiten movilizar por rozamiento el volumen de tierra que los rodea (efecto raíz), lo que permite movilizar aún más una masa de suelo suplementaria para oponerse al deslizamiento del macizo (10).

10 Estos clavos (28) pueden realizarse mediante barras o tubos metálicos en el interior de los cuales se inyecta eventualmente una lechada de cemento.

15 En lo que respecta a las dimensiones de los dispositivos de refuerzo anteriormente descritos, dependen evidentemente de las dimensiones de los macizos de la cimentación que han de reforzarse, del déficit de esfuerzo de deslizamiento Qal que ha de compensarse, y de las características del suelo en el que se implantan estos dispositivos.

20 A título indicativo, puede considerarse que las zapatas (12) de los macizos (10) de torres tipo celosía presentan generalmente una anchura y longitud comprendida entre 2 y 4 metros, mientras que su profundidad está comprendida entre 2 y 5 metros. En el caso de los macizos representados en la figura 1 y 2, utilizados por ejemplo por la sociedad francesa R.T.E. para las cimentaciones de torre eléctrica, el diámetro exterior del tramo inferior del macizo es un cuadrado de 2,35 m de lado mientras que el tramo superior cilíndrico del macizo presenta un diámetro de 90 cm. La distancia que separa la superficie de apoyo (12a) de la zapata (12) y el extremo superior del tramo (14) es igual a 3,45 m y el macizo (10) no está por lo general totalmente enterrado y sobresale de la superficie (T) del suelo una distancia de 30 cm. En este caso, conviene generalmente que la losa (20) sobrepase la periferia exterior de la zapata (12), en proyección vertical, una distancia comprendida entre 0,5 m y 1,5 m, preferiblemente 1 m. Por otro lado, aunque la losa (20) está enterrada, la parte superior de la losa está generalmente situada, en profundidad, entre 0,5 m y 2 m de la superficie (T) del suelo, preferiblemente entre 0,5 y 1 m, por ejemplo, a 0,8 m, de manera que el espesor de la capa de terreno cultivable sea suficiente. El espesor de la losa, a su vez, es variable y depende del material utilizado, de la presencia de una estructura de refuerzo eventual, y de los esfuerzos de deslizamiento que han de recuperarse.

30 Se advierte que la parte superior de la losa puede realizarse en pendiente para facilitar el drenaje de las aguas.

35 Habiéndose comprendido bien la estructura del dispositivo de refuerzo de la invención, va a describirse a continuación un ejemplo del procedimiento de instalación de un dispositivo como el representado en la figura 3. En primer lugar, la zona en cuestión, situada en la vertical de cada macizo (10) de la cimentación que deben reforzarse, se desbroza. Después, se realiza un movimiento de tierras alrededor del macizo (10) de manera que se obtiene una zanja de una profundidad de aproximadamente 1,80 m con un saliente lateral de un metro respecto a la periferia exterior de la zapata (12) del macizo (10). Los primeros 80 centímetros del suelo de esta zona se decapan, ataludan y conservan en el solar para volver a colocarlos posteriormente.

40 Se mezcla entonces una parte de los materiales extraídos del suelo con del 6 al 10%, preferiblemente el 8%, de cemento y del 1 al 4% de cal. Una vez obtenida la mezcla, se deposita la mezcla en el interior de la zanja por capas sucesivas de alrededor de 30 cm que se humidifican y compactan, colocando eventualmente entre dos capas una estructura de refuerzo como, por ejemplo, una malla geotextil. Finalmente, se recubre la losa así formada volviendo a colocar los primeros centímetros de terreno decapados.

45 De manera ventajosa, los primeros centímetros de terreno decapados se colocan de nuevo por capas sucesivas, por ejemplo mediante capa de 20 cm de espesor, que se compacta, el hecho de proceder por capas sucesivas permite obtener una mejor compactación. Estas etapas de compactación permiten restaurar la disposición inicial (en particular la densidad) de la capa de suelo situada por encima de la losa y reforzar por tanto la resistencia al desprendimiento.

50 Este procedimiento, sencillo y poco costoso de aplicar, presenta el mérito de utilizar máquinas corrientemente empleadas en el campo de la edificación y de las obras públicas, tales como una minipala, material de compactación ligero y un mezclador móvil de obra.

55 **Referencias citadas en la memoria**

60 Esta lista de referencias citadas por el solicitante se dirige únicamente a ayudar al lector y no forma parte del documento de patente europea. Incluso si se ha procurado el mayor cuidado en su concepción, no se pueden excluir errores u omisiones y el OEB declina toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente mencionados en la memoria

- 65
- FR 2810056 (0008)
 - DE 10028755 A (0009)

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de refuerzo al deslizamiento de una cimentación de torre, comprendiendo dicha cimentación al menos un macizo (10) que está enterrado en el suelo del solar de la cimentación y que presenta un tramo (12) de sección más grande en un plano horizontal, **caracterizado** porque comprende una losa (20) enterrada en el suelo y dispuesta alrededor de dicho macizo (10), entre dicho tramo (12) y la superficie (T) del suelo, sobrepasando esta losa la proyección vertical de la periferia de dicho tramo (12).
- 10 2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha losa (20) no está unida mecánicamente a dicho macizo (10).
- 15 3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** porque dicha losa (20) está realizada a partir de una mezcla que comprende materiales extraídos del suelo del solar o materiales de aportación exterior o una mezcla de los dos, y al menos un conglomerante.
- 20 4. Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado** porque dicha losa (20) resulta del fraguado de dicha mezcla y está en contacto directo con el suelo del solar.
- 25 5. Dispositivo según la reivindicación 3 o 4, **caracterizado** porque la proporción total de conglomerante en dicha mezcla está comprendida entre el 3 y el 15% en peso.
- 30 6. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado** porque dichos materiales de aportación exterior son gravas tratadas con los conglomerantes hidráulicos.
- 35 7. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** porque dicha losa está realizada a partir de hormigón preparado.
- 40 8. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque dicha losa (20) presenta una densidad superior a la del suelo del solar de la cimentación.
- 45 9. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque dicha losa (20) presenta una tensión de cizalla a la rotura superior a la del suelo del solar de la cimentación.
- 50 10. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque dicha losa (20) está enterrada en el suelo a una profundidad comprendida entre 0,5 m y 2 m, con respecto a la superficie (T) del suelo.
- 55 11. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque dicha losa (20) está, además, anclada en el suelo por medio de clavos (28) que la atraviesan en el sentido del espesor.
- 60 12. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque dicha losa (20) presenta, además, una estructura de armadura.
- 65 13. Procedimiento de refuerzo al deslizamiento de una cimentación de torre, comprendiendo dicha cimentación al menos un macizo (10) que está enterrado en el suelo del solar de la cimentación y que presenta un tramo (12) de sección más grande en un plano horizontal, **caracterizado** porque comprende las etapas siguientes:
- se excava una zanja, alrededor de dicho macizo (10), al menos por encima de dicho tramo;
 - se realiza una losa en la zanja, de manera que esta losa (20) esté enterrada en el suelo y dispuesta alrededor de dicho macizo (10), entre dicho tramo (12) y la superficie (T) del suelo, y que sobrepase la proyección vertical de la periferia de dicho tramo (12); y
 - se recubre dicha losa (20).
- 70 14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado** porque, para realizar dicha losa (20), se prepara una mezcla trabajable que comprende materiales extraídos del suelo del solar o materiales de aportación exterior o una mezcla de los dos, y al menos un conglomerante y se deposita esta mezcla en dicha zanja, resultando la losa (20) del fraguado de dicha mezcla.
- 75 15. Procedimiento según la reivindicación 14, **caracterizado** porque la proporción total de conglomerante en dicha mezcla está comprendida entre el 3 y el 15% en peso.
- 80 16. Procedimiento según la reivindicación 13 o 14, **caracterizado** porque se utiliza un hormigón preparado para realizar dicha losa.
- 85 17. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, **caracterizado** porque se utiliza al menos una parte de los materiales extraídos del suelo del solar durante la excavación de la zanja, para recubrir dicha losa (20).

ES 2 313 425 T3

18. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 17, **caracterizado** porque se deposita dicha mezcla mediante capas sucesivas disponiendo al menos entre dos de estas capas una estructura de armadura.

5 19. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 18, **caracterizado** porque la mezcla utilizada para realizar dicha losa y/o los materiales utilizados para recubrir dicha losa, se aplican mediante compactación o vibración.

10 20. Conjunto que comprende una torre solidaria de una cimentación que comprende al menos un macizo (10) enterrado en el suelo del solar de la cimentación y que presenta un tramo (12) de sección más grande en un plano horizontal, y un dispositivo de refuerzo al deslizamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

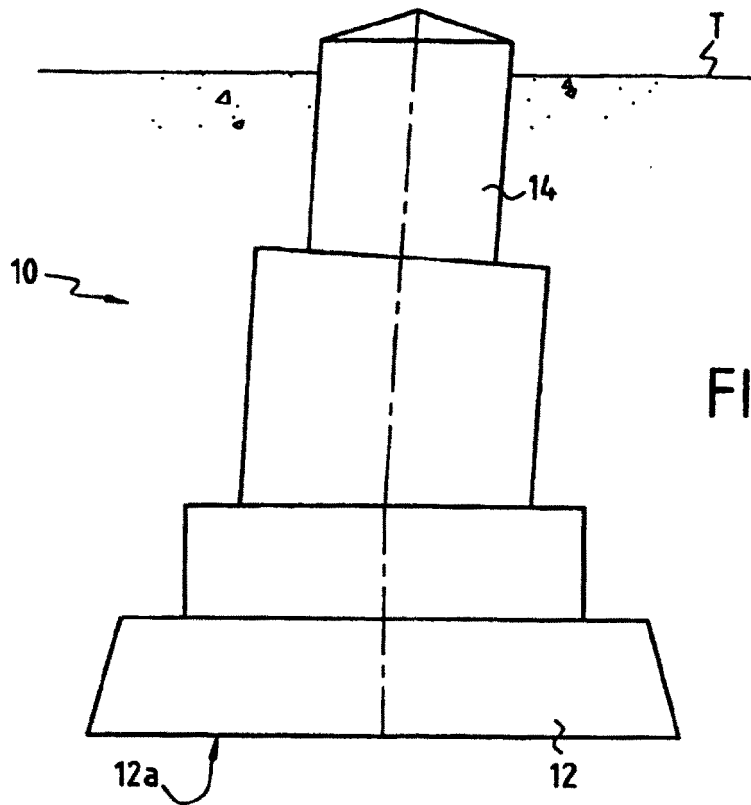


FIG. 1

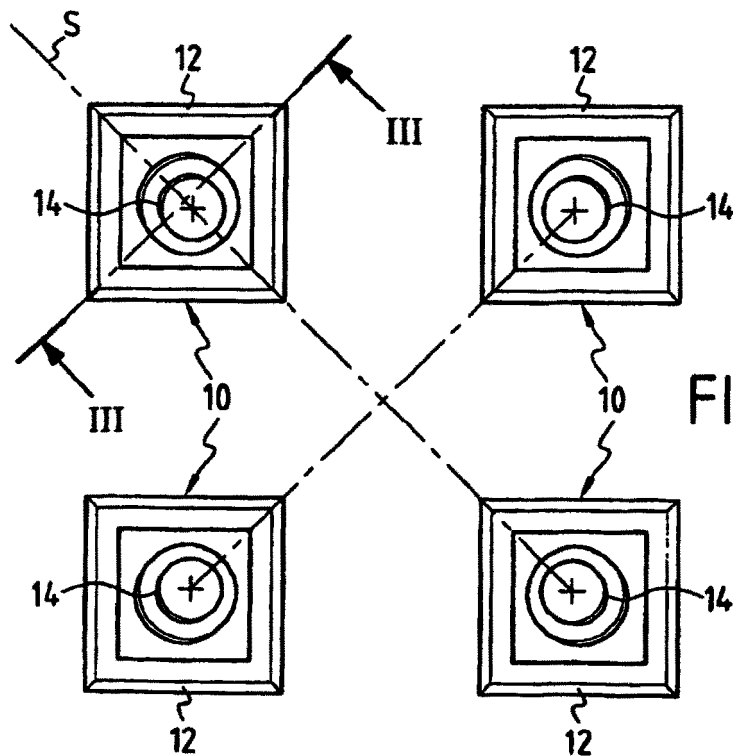


FIG. 2

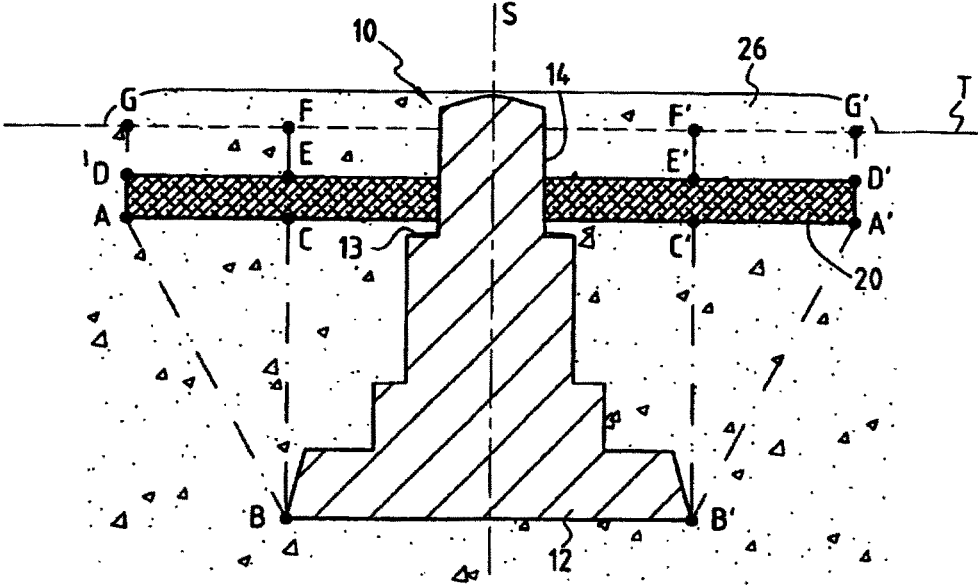


FIG. 4

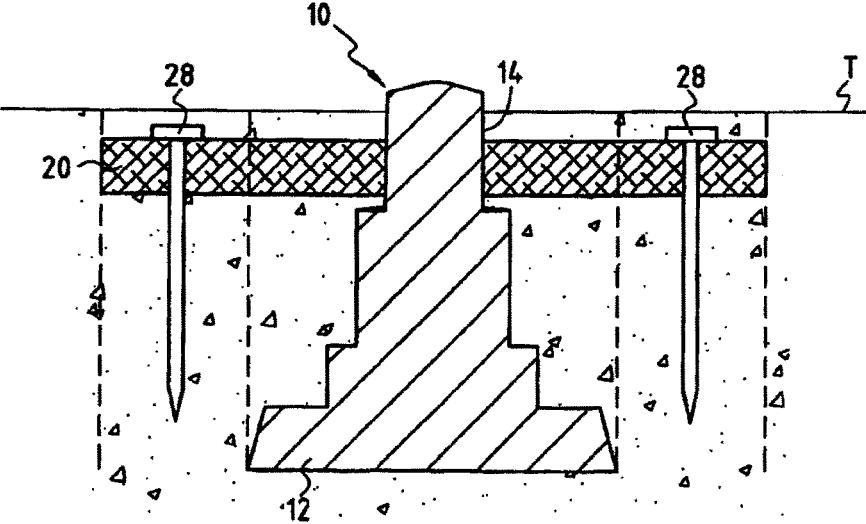


FIG. 5

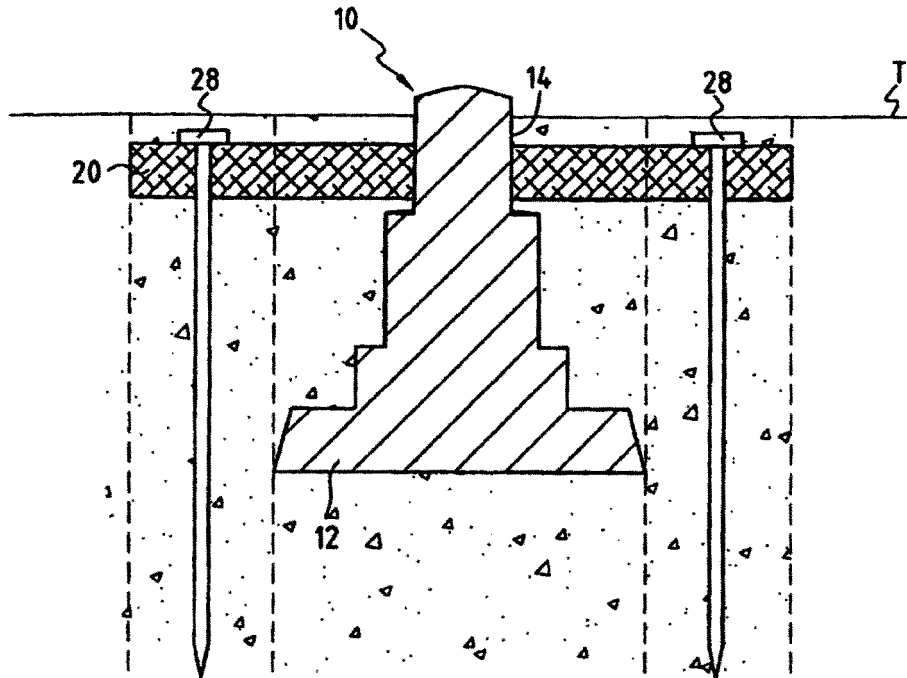


FIG. 6

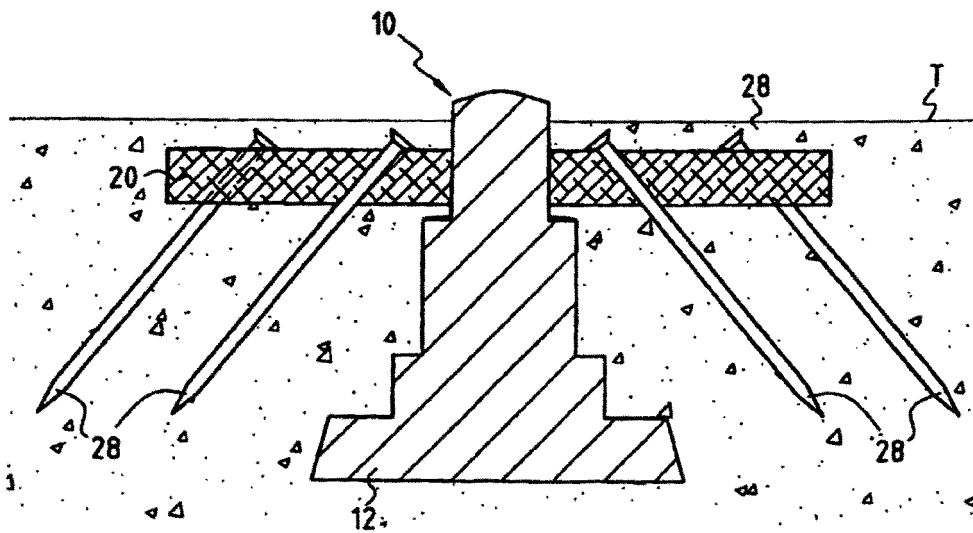


FIG. 7