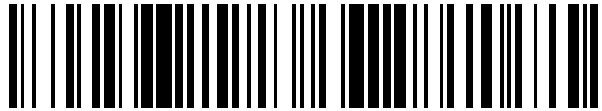


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 655**

21 Número de solicitud: 201931002

51 Int. Cl.:

E02D 27/42 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

18.11.2019

30 Prioridad:

19.11.2018 ES P201831119

43 Fecha de publicación de la solicitud:

20.05.2020

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

13.11.2020

Fecha de concesión:

20.04.2021

45 Fecha de publicación de la concesión:

27.04.2021

73 Titular/es:

**NABRAWIND TECHNOLOGIES SL (100.0%)
Avda. Carlos III 11, 2º Izda
31002 PAMPLONA (Navarra) ES**

72 Inventor/es:

**SAVII COSTA, Hely Ricardo;
AROCENA DE LA RUA, Ion;
SANZ PASCUAL, Eneko y
ESPARZA ZABALZA, Arantxa**

74 Agente/Representante:

IGARTUA IRIZAR, Ismael

54 Título: **Cimentación para torre de un aerogenerador y método de realización de dicha cimentación**

57 Resumen:

Cimentación para torre de un aerogenerador con al menos tres columnas que comprende un pilote de hormigón armado por cada columna de la torre, uniéndose cada columna (3) con su correspondiente pilote (5). En el interior del pilote (5) se dispone una jaula de pernos (7) y un armado (6) principal realizado por un entramado cilíndrico de anillos horizontales (6a) y barras verticales (6b). La jaula de pernos (7) se dispone en el interior del armado (6) principal a una distancia radial menor de 0,1 metros. No se procede al vertido del hormigón hasta tener las tres perforaciones realizadas y los armados y las jaulas colocadas y coordinadas, ya que es necesario coordinar la posición entre las tres jaulas de pernos (7).

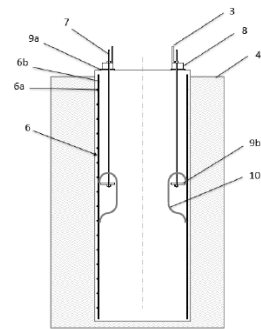


Fig. 5

ES 2 761 655 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

**CIMENTACIÓN PARA TORRE DE UN AEROGENERADOR Y MÉTODO DE
REALIZACIÓN DE DICHA CIMENTACIÓN**

5

Campo de la invención

La presente invención presenta una cimentación para un aerogenerador cuya torre está formada por una parte superior tubular y una parte inferior compuesta de tres columnas y sus correspondientes diagonales y uniones horizontales. La unión de la torre se establece sobre tres cimentaciones independientes y equidistantes, estando cada una de ellas unidas a su correspondiente columna.

10

Antecedentes

15

La tecnología relacionada con la unión entre una torre y su cimentación está suficientemente descrita en el estado de la técnica. Las cimentaciones básicamente consisten en un gran disco de hormigón que dispone en su parte central de una jaula de pernos o virola de conexión (para las torres metálicas) o de anclajes de tendones (para las torres de hormigón). Estas conexiones de pernos o anclajes de tendones sobresalen de la cimentación y se utilizan para la conexión de la torre (en concreto con la brida que bordea su extremo inferior para las torres metálicas y con los tendones de tensionado para las torres de hormigón).

20

En la patente EP2108836 se divulgan las cimentaciones de hormigón armado que se elaboran in situ y disponen de piezas de acero que sobresalen hacia arriba por encima de la cimentación de hormigón. Durante la colocación del segmento de la torre (sea esta de metal o de hormigón) las piezas de acero atraviesan el segmento cilíndrico constituyendo la unión entre torre y cimentación.

30

En la patente EP2192238 la particularidad es la disposición de un segundo conjunto de elementos metálicos que se disponen en un ángulo distinto de 0 respecto a la dirección longitudinal de la torre. Dicho segundo conjunto de elementos metálicos también atraviesa la brida y se fija a ella mediante elementos de fijación.

35

Habitualmente las cimentaciones eólicas son gravitacionales (solución donde la estabilidad del aerogenerador se basa en la masa de la cimentación). Solo en terrenos muy pobres se emplean pilotes en el contorno del disco para conseguir la estabilidad necesaria conectando la cimentación a estratos del terreno más estables. Esta
5 operación típicamente encarece la cimentación, ya que es necesario emplear tanto el disco principal (encepado que distribuye las cargas de la torre hasta los pilotes) como los pilotes.

Por otra parte, la tecnología de cimentación pilotada o profunda se utiliza para muchas
10 aplicaciones, sobre todo en construcción. Es una columna vertical colocada en el interior del terreno, sobre el que se conecta el elemento que transmite las cargas. En el caso de las cimentaciones, se desarrolló para lograr cimentaciones en suelos pobres, húmedos o inundados, donde las cimentaciones superficiales no son viables por la baja capacidad portante del terreno o por la posibilidad de generación de
15 asientos por la presión continuada en el terreno a lo largo del tiempo.

La cimentación de estructuras offshore (jackets), que va anclada al fondo marino, utiliza habitualmente la tecnología del pilote. En este caso, el pilote es un tubo metálico. En offshore, la unión entre la cimentación y la estructura se realiza mediante
20 dos tubos. Un tubo es el pilote y el otro tubo es una de las patas de la estructura, habitualmente insertados uno en el otro y con mortero entre ellos.

Muestra de ello son las patentes EP2495370 que en vez de pilotar y luego conectar las patas de la estructura (los pilotes son más grandes y las patas más pequeñas)
25 mediante lechada, estampado o soldadura, introducen los pilotes en el suelo con el mismo ángulo que disponen las patas gracias a unos manguitos que les sirven de guía. Y la patente US4812080 cuya estructura portante o jacket se ancla en el fondo marino mediante las patas huecas que se pilotan en el suelo, presenta un método para anclar las patas desde una plataforma externa y tras haber dispuesto la estructura
30 portante o jacket en el fondo marino. Ello se logra mediante unos manguitos en las patas y los pilotes que se guían por el interior de manguitos y patas.

WO9616233 A1 y US5826387 A divulgan una cimentación con pilotes para soportar torres altas como por ejemplo torres de alta tensión e incluso turbinas eólicas. La
35 cimentación es un cilindro hueco de hormigón de grandes dimensiones delimitado

internamente y externamente por un tubo metálico corrugado. En el interior del hormigón se dispone una jaula de pernos, estando los pernos de la jaula de pernos alojados de manera deslizable a través de tubos huecos de PVC para evitar la adhesión entre los pernos y el hormigón y permitir así el tensado de los mismos.

5

JP S55122916 A describe un método de realización de una cimentación para edificios a base de pilotes de hormigón. El pilote de hormigón armado comprende un armado principal que se dispone en la periferia del pilote y una jaula de pernos que se dispone en la parte superior del interior de dicho armado principal.

10

Descripción

El objeto de la invención es proporcionar una cimentación tal y como se define en las reivindicaciones, para obtener el asentamiento de una torre onshore.

15

Para ello, se sigue el proceso de fabricación de perforar por lo menos tres agujeros en el terreno, introducir el armado principal que da consistencia al hormigón, añadir la jaula de pernos que constituye la unión con la brida de la torre y en el último paso, hormigonar todo el conjunto.

20

La jaula de pernos y el armado principal del hormigón se encuentran radialmente muy juntos, preferentemente a una distancia menor de 0,1 metros, de forma que cuando fragua el hormigón, los dos elementos quedan como si estuviesen físicamente unidos, logrando transmitir en uso las cargas de tracción de la torre. También pueden unirse mediante algún elemento de unión, previamente al vertido del hormigón.

25

Los pilotes que conforman la cimentación de la invención están coordinados de tal modo que al conectar la torre con la cimentación, esta se encuentre perfectamente posicionada y los elementos metálicos que sobresalen de la cimentación (la parte superior de la jaula de pernos) atraviesen los agujeros pasantes de la brida de la torre sin dificultad.

30

Las ventajas que aporta la cimentación de la invención son:

35

La resistencia del pilote a compresión la proporciona la suma de la resistencia de su punta en compresión contra el sustrato inferior, más la fricción entre la superficie lateral y las paredes. La resistencia del pilote a tracción la proporciona exclusivamente la fricción entre la superficie lateral y las paredes.

5

La cimentación de la invención es muy competitiva en costes para la configuración de torre que se plantea (una estructura de columnas, diagonales y horizontales), ya que las columnas de la torre transmiten cargas fundamentalmente verticales, por lo que no necesitan ningún encepado adicional que transmita las cargas al pilote. Los pilotes resultantes comprenden cada uno un diámetro entre 1 y 2 metros y una profundidad de entre 20 y 40 metros. Por lo tanto, dichos pilotes se construyen fácilmente con maquinaria especializada disponible en todo el mundo y de forma muy rápida (1 pilote al día – 1 cimentación cada tres días), lo que permite que el ritmo de instalación del parque eólico sea muy rápido.

15

Por otra parte, se logra un gran ahorro de hormigón y de material metálico (tanto en el armado como en la jaula de pernos) con respecto a una cimentación convencional que comprende un gran disco de hormigón. Si una cimentación convencional para una torre metálica de 160 metros de altura utiliza un volumen de hormigón de 600 m³ la solución de la invención utiliza en la cimentación de una torre de la misma altura solamente 150 m³. El material metálico utilizado en el armado se disminuye de 100 tn a 15 tn y la jaula de pernos puede reducirse a menos de un metro de altura y a un diámetro cercano al metro.

25 Breve descripción de los dibujos

A continuación, se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

30

La figura 1 representa un aerogenerador anclada al suelo con la cimentación según la invención.

La figura 2A muestra esquemáticamente la parte inferior de la torre del aerogenerador anclada a los pilotes de la cimentación de la figura 1.

35

La figura 2B muestra un detalle en forma de sección transversal del anclaje de una de las columnas del aerogenerador a uno de los pilotes de la cimentación.

5 La figura 3A muestra una vista superior de la unión del armado principal con la jaula de pernos de la figura 2B.

La figura 3B muestra una sección transversal según la línea AA' de la unión del armado principal con la jaula de pernos de la figura 3A.

10

La figura 4 representa una realización de la cimentación de la invención con tres pilotes.

15

La figura 4B es una imagen ampliada de uno de los pilotes de la figura 4A con el elemento de unión que coordina los tres pilotes.

20

La figura 5 muestra una sección de uno de los pilotes de la figura 2A, siguiendo el eje de simetría del pilote, anclada a la columna correspondiente del aerogenerador una vez finalizado el proceso de ensamblaje pero sin representar el hormigón.

La figura 6 muestra una sección de otra realización de uno de los pilotes de la invención.

25 Descripción detallada

Tal y como se muestra en la figura 1, el aerogenerador susceptible de ser sustentado por la cimentación de la invención sobre el nivel del suelo (4) comprende en su parte superior de góndola, un rotor y palas (1), y una torre formada por una parte tubular (2) superior y una parte inferior formada por una estructura triangular de tres columnas (3), preferentemente verticales.

La figura 2A se centra en representar la estructura triangular de tres columnas (3) del aerogenerador y su asentamiento en el suelo (4) mediante pilotes (5) de hormigón armado que se extienden a continuación de las columnas (3) que constituyen las tres

35

patas de la torre del aerogenerador. Los pilotes (5) se encuentran dispuestos por debajo del nivel del suelo (4). Las columnas (3) del aerogenerador pueden ser perfiles, por ejemplo perfiles tipo IPN, UPN, UPL, IPE, HEA, HEB, etc. o también pueden ser barras circulares huecas o macizas.

5

En el interior de cada pilote (5) se dispone un armado (6) principal formado por anillos horizontales (6a) y barras verticales (6b) unidos entre si formando un entramado cilíndrico que se extiende en toda la longitud del pilote (5).

10

Cada pilote (5) también comprende en su interior una jaula de pernos (7) dispuesta en la parte superior del interior del armado (6) principal a una distancia radial menor de 0,1 metros, preferentemente a una distancia de entre 0,05 y 0,1 metros, tal y como se aprecia por ejemplo en la figura 3B, de forma que cuando el hormigón fragua los elementos quedan como si estuviesen físicamente unidos, posibilitándose la transmisión de las cargas de tracción generadas por la torre en uso desde la jaula de pernos (7) al armado (6) principal y finalmente al hormigón. Tal y como se aprecia en la figura 3B, en la realización preferente de la invención, el armado (6) principal se dispone cerca del contorno exterior del pilote (5) y la jaula de pernos (7) se dispone en el interior del armado (6) principal.

20

Tal y como se aprecia en la figura 3B, en la realización preferente de la invención la altura del armado (6) principal es la misma que la profundidad del foso donde se dispone el pilote (5).

25

En el detalle seccionado representado en la figura 2B se aprecia con mejor detalle la unión entre un pilote (5) y la columna (3) correspondiente. En dicha figura 2B se aprecia como:

- la parte superior del pilote (5) sobresale del nivel del suelo (4), y
- como la jaula de pernos (7) a su vez sobresale de la parte superior del pilote

30

(5) de modo que la porción de la jaula de pernos (7) que sobresale del pilote (5) atraviesa una brida (8) comprendida en la columna (3) del aerogenerador.

35

La parte superior de cada jaula de pernos (7) comprende una virola superior (9a) que es atravesada por elementos metálicos compuestos por barras roscadas, que componen la jaula de pernos (7), tal y como se aprecia por ejemplo en la figura 5.

Dicha virola superior (9a) está adaptada para cooperar con las bridas (8) de las columnas (3) del aerogenerador de manera que los elementos metálicos de la jaula de pernos (7) que sobresalen del pilote (5) atraviesan la virola superior (9a) y las bridas (8) correspondientes, permitiéndose de este modo la fijación o anclado de la columna (3) del aerogenerador a un pilote (5) correspondiente por ejemplo utilizando tuercas o medios similares que se alojan en la parte saliente de los elementos metálicos de la jaula (7) que sobresalen y se aprietan contra las bridas (8) del aerogenerador.

En la figura 2B se aprecia como la virola superior (9a) queda dispuesta por encima del hormigón armado del pilote (5) correspondiente, apoyada sobre el mismo, de modo que dicha virola superior (9a) está expuesta, es decir no queda enterrada en el hormigón y por lo tanto está visible.

La integración de la jaula de pernos (7) en el pilote (5) genera una conexión que permite montar y desmontar estructuras (en este caso la torre de aerogenerador) de forma reversible.

Sin embargo, opcionalmente la jaula de pernos (7) y el correspondiente armado (6) de cada pilote (5) también pueden estar unidos mediante algún elemento de unión, colocado previamente al vertido del hormigón. En la realización preferente de la invención la jaula de pernos (7) y el armado (6) de cada pilote (5) están unidos mediante lazos (10) que se extienden entre el entramado de anillos horizontales (6a) y barras verticales (6b) que componen el armado (6) principal y una virola inferior (9b) dispuesta en la parte inferior de la jaula de pernos (7). El material de los lazos de unión (10) es preferentemente metal aunque no se descartan otros materiales.

Opcionalmente, el armado (6) principal de cada pilote (5) puede comprender dos partes, una mitad inferior y una mitad superior de modo que al unirse ambas mitades se forma el armado (6) completo. Esta configuración de armado resulta ventajosa durante la preparación de la cimentación, tal y como se detallará más adelante.

En una variante de la invención cada pilote (5) puede comprender un armado (6') secundario, también formado preferentemente por barras verticales (6b') y anillos horizontales (6a') que forman un entramado cilíndrico, para aumentar aún más la consistencia del hormigón. En esta realización, el armado (6') secundario se dispone

en el interior de la jaula de pernos (7), tal y como se aprecia en la figura 6, preferentemente a una distancia radial menor de 0,1 metros. Esta disposición a modo de sándwich de la jaula de pernos (7) posibilita que la transmisión de las cargas de tracción generados por la torre sea más uniforme y eficaz, aumentando aún más la rigidez del hormigón fraguado.

En esta realización, el armado (6') secundario tiene una altura superior, preferentemente ligeramente superior, al tramo de la jaula de pernos (7) que queda embebida en el interior del hormigón, por ejemplo del orden de 0,5 metros más alto. El armado (6') secundario, siendo éste más corto que el armado (6) principal, es curvado en la parte inferior para unirse al armado (6) principal que continúa preferentemente recto y paralelo al contorno exterior del pilote (5). El armado (6) principal y el armado (6') secundario pueden estar unidos mediante lazos de unión (10'), preferentemente dispuestos en sentido horizontal, que pueden disponerse solos o por parejas. Dichos lazos de unión (10') se disponen entre las barras verticales (6b, 6b') del armado (6) principal y del armado (6') secundario, preferentemente distanciados de forma equidistante, tal y como se aprecia en la figura 6. El material de los lazos de unión (10') es preferentemente metal aunque no se descartan otros materiales.

El procedimiento para preparar la cimentación de la invención es el siguiente. Se señalan los puntos donde se va a realizar las perforaciones o fosos. Dichas perforaciones son de pequeño diámetro, en comparación con las perforaciones de las cimentaciones del estado de la técnica, y de gran profundidad. En un ejemplo no limitativo, el diámetro del agujero (o perforación) tendrá aproximadamente 1,5 m y la profundidad alcanzará los 25m o más. Se comienza con la perforación del primer agujero. Una vez completado, se introduce el armado (6) principal, que se colocará en el contorno del agujero. Al ser agujeros tan profundos, en una variante de la invención donde el armado (6) principal comprende dos partes, una mitad inferior y una mitad superior, se podría introducir primero la mitad inferior del armado (6) y antes de introducir por completo dicha mitad inferior en el agujero se uniría la mitad superior de la armadura a la mitad inferior, de forma que todo el armado (6) quede unido entre si formando una única pieza. La unión entre la mitad inferior y la mitad superior se realizará mediante soldadura, solapes de armadura o cualquier otro tipo de unión equivalente.

35

En las figuras 3A y 3B se muestra como la mitad superior del armado (6) incorpora la jaula de pernos (7) en el interior de su extremo superior. La jaula de pernos (7), en cualquiera de las realizaciones descritas, tiene una altura comprendida en un rango entre 0,8 y 2 metros y un diámetro inferior al del armado (6) principal. Por lo tanto, en
5 la realización preferente de la invención, la altura de la jaula de pernos (7) es menor que la altura del pilote (5) o del armado (6) principal del pilote (5).

Cada jaula de pernos (7) comprende una virola superior (9a) y una virola inferior (9b), estando dichas virolas (9a y 9b) unidas a través de barras roscadas dispuestas
10 longitudinalmente al eje de la torre y más concretamente, al eje de su correspondiente columna (3).

Antes de completar la introducción de la parte superior del armado (6) principal, se procede a colocar la jaula de pernos (7) en su interior. La jaula de pernos (7) puede
15 quedar suspendida por la virola superior (9a), la cual a su vez queda apoyada en el suelo, centrada respecto a la perforación del pilote (5) correspondiente. Opcionalmente, la jaula de pernos (7) y el armado (6) principal pueden unirse físicamente antes del vertido del hormigón, de este modo evitamos utilizar medios auxiliares para mantener la jaula de pernos (7) en su sitio durante el montaje. En el
20 método preferente de la invención, dicha unión se realiza con los lazos (10) anteriormente descritos, los cuales se extienden entre el entramado de anillos horizontales (6a) y barras verticales (6b) que componen el armado (6) y la virola inferior (9b) que alberga las barras roscadas que componen la jaula de pernos (7). Opcionalmente, dichos lazos (10) pueden comprender unos puntos de soldadura para
25 afianzar aún más dicha unión.

Con intención de facilitar el montaje del armado principal (6) y la jaula de pernos (7), éstos elementos pueden estar previamente unidos entre sí, a través de los lazos (10), y esta operación puede realizarse fuera del foso como si se tratara de un premontaje,
30 lo cual permite introducir todo el conjunto en el foso simultáneamente antes del vertido del hormigón.

La virola superior (9a) comprende unos agujeros pasantes (11) para facilitar la fijación de los elementos de nivelación.

35

El vertido del hormigón no se produce hasta tener las tres perforaciones realizadas, tener colocado el armado (6) principal, y el armado (6') secundario en caso de que se vaya a construir un pilote (5) de doble armadura, y las jaulas (7) en cada agujero o perforación. El vertido del hormigón se completa cuando las tres jaulas de pernos (7) están perfectamente alineadas entre sí, es decir cuando se ha coordinado la posición relativa entre ellas, sobresaliendo la misma distancia y totalmente paralelas al eje de la torre del aerogenerador, ya que debe garantizarse en todo momento que al "pinchar" la torre no haya problemas de ensamblaje, entendiéndose por "pinchar" la operación de unión de la torre a la cimentación. Para lograrlo, se anclan sobre las virolas superiores (9a), a través de los agujeros pasantes (11), los elementos de nivelación. En una realización de la invención dichos elementos de nivelación pueden ser unas vigas o pletinas (12) dispuestas a 60° que se extienden hasta las virolas superiores (9a) adyacentes componiendo un triángulo equilátero, tal y como se muestra en las figuras 4A y 4B. Sin embargo, en una variante de la invención dichos elementos de nivelación pueden ser instrumentos de medición mecánico-ópticos, como por ejemplo un teodolito, En este sentido, sobre cada virola superior (9a) se colocaría temporalmente un teodolito, de modo que se defina en el espacio el triángulo equilátero que deberían formar las tres jaulas de pernos (7).

Una vez finalizado el proceso de montaje descrito se procede al vertido del hormigón en cada perforación del suelo (4) de modo que cuando el hormigón fragüe se genere un pilote (5) en cada perforación. De este modo se disminuyen los tiempos de montaje total y se ahorra en materiales ya que el hormigón necesario para realizar la cimentación pilotada es menor en comparación con las cimentaciones del estado de la técnica y el material utilizado para realizar la jaula de pernos (7) también es menor ya que no son necesarias jaulas (7) tan grandes.

Una vez fraguado el hormigón de cada pilote (5), los elementos de nivelación, es decir los instrumentos de medición mecánico-ópticos o las vigas o pletinas (12) que mantienen unidas y alineadas las jaulas de pernos (7) de cada pilote (5) de la cimentación de la invención son retirados.

La figura 5 muestra una sección, siguiendo el eje de simetría, del pilote (5) de la realización preferente y su correspondiente columna (3). En dicha figura se aprecia la disposición entre la jaula de pernos (7) y el armado (6) principal una vez finalizado el

proceso de ensamblaje, con el lazo (10) que los une entre ambos.

5 Tal y como se aprecia en dicha figura 5, la parte superior del pilote (5) sobresale del nivel del suelo (4) para evitar la humedad del terreno y minimizar la corrosión en la unión.

10 En una variante del método de la invención, antes del vertido del hormigón se introduce en cada pilote (5) el armado (6') secundario simultáneamente a la introducción del armado (6) principal, disponiéndose entre ambos armados (6 y 6') la jaula de pernos (7), tal y como se muestra en la figura 6.

15 En esta realización el armado (6) principal y el armario (6') secundario pueden estar físicamente unidos a través de los lazos de unión (10') descritos anteriormente. Dichos lazos de unión (10') se disponen preferentemente en sentido horizontal, y pueden disponerse solos o por parejas, tal y como se muestra en la figura 6. Dichos lazos de unión (10') se disponen entre las barras verticales (6b, 6b') del armado (6) principal y del armado (6') secundario, preferentemente distanciados de forma equidistante.

20 Con intención de facilitar el montaje de los armados principal (6) y secundario (6') y la jaula de pernos (7), éstos tres elementos pueden estar previamente unidos entre sí. Esta unión puede realizarse fuera del foso, como si se tratara de un premontaje, lo cual permite introducir todo el conjunto en el foso simultáneamente antes del vertido del hormigón. Los lazos de unión (10') mantendrían unidos las barras verticales (6b, 6b') del armado (6) principal y del armado (6') secundario y los lazos (10) mantendrían
25 unido la jaula de pernos (7) al armado (6) principal o al armado (6') secundario, o incluso a ambos. Opcionalmente, los lazos de unión (10') o los lazos (10) pueden comprender unos puntos de soldadura para afianzar aún más dicha unión.

REIVINDICACIONES

- 1- Cimentación para torre de un aerogenerador cuya torre está formada por una parte superior tubular (2) y una parte inferior compuesta por tres columnas (3),
5 comprendiendo la cimentación un pilote (5) de hormigón armado por cada columna (3), disponiéndose en el interior de cada pilote (5) una jaula de pernos (7) y un armado (6) principal formado por anillos horizontales (6a) y barras verticales (6b) unidos entre si formando un entramado cilíndrico, disponiéndose dicho armado (6) principal en la periferia del pilote (5) correspondiente y la jaula
10 de pernos (7) en la parte superior del interior del armado (6) correspondiente y radialmente a una distancia menor de 0,1 metros de forma que cuando fragua el hormigón se posibilita transmitir en uso las cargas de tracción generadas por la torre desde la jaula de pernos (7) al armado (6) principal y finalmente al hormigón, **caracterizada porque** la cimentación comprende un pilote (5) por
15 cada columna (3), comprendiendo la jaula de pernos (7) de cada pilote (5) una virola superior (9a) que sobresale del nivel del suelo (4) y que está en contacto directo con la parte superior del pilote (5), estando adaptada cada jaula de pernos (7) para atravesar una brida (8) de la columna (3) y estando la virola superior (9a) adaptada para estar también en contacto directo con la brida (8)
20 de la columna (3), comprendiendo la virola superior (9a) agujeros pasantes (11) dispuestos a 60° aptos para disponer unas pletinas (12) que se extienden hasta las virolas superiores (9a) adyacentes para coordinar la posición relativa de todas las jaulas de pernos (7) durante el montaje de los pilotes (5).
- 25 2- Cimentación según la reivindicación 1, en donde en el interior de cada jaula de pernos (7) se dispone un armado (6') secundario formado por barras verticales (6b') y anillos horizontales (6a') que forman un entramado cilíndrico.
- 30 3- Cimentación según la reivindicación 2, en donde el armado (6') secundario se dispone radialmente a una distancia menor de 0,1m de la jaula de pernos (7).
- 35 4- Cimentación según la reivindicación 2 o 3, en donde el armado (6') secundario comprende una altura superior al tramo de la jaula de pernos (7) que queda embebido en el interior del hormigón, preferentemente del orden de 0,5 metros más alto.

- 5- Cimentación según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde el armado (6) principal y el armado (6') secundario están unidos mediante lazos de unión (10') que se disponen entre las barras verticales (6b, 6b') del armado (6) principal y del armado (6') secundario.
- 5
- 6- Cimentación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada jaula de pernos (7) está físicamente unida al entramado del armado (6) principal del pilote (5) correspondiente por unos lazos (10) que se fijan entre el entramado de anillos horizontales (6a) y barras verticales (6b) que componen el armado (6) principal y una virola inferior (9b) de la jaula de pernos (7).
- 10
- 7- Cimentación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la jaula de pernos (7) tiene una altura comprendida en un rango entre 0,8 y 2 metros y el armado (6) principal tiene una altura comprendida en un rango entre 20 y 40 metros.
- 15
- 8- Método de realización de una cimentación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde
- 20
- se perfora en el suelo (4) un agujero por cada pilote (5), y
 - se introduce un armado (6) principal por cada pilote (5) que se extiende por el contorno del agujero cubriendo toda su profundidad mediante un entramado cilíndrico de anillos horizontales (6a) y barras verticales (6b),
- caracterizado porque**
- 25
- antes de completar la introducción de la parte superior del armado (6) principal en el pilote (5) correspondiente se introduce una jaula de pernos (7) en la parte superior del armado de cada pilote (5) de manera que una virola superior (9a) comprendida en dicha jaula de pernos (7) sobresale del nivel del suelo (4),
- 30
- se coordina la posición de las jaulas de pernos (7) mediante unas pletinas (12) que interactúan con las virolas superiores (9a) a través de agujeros pasantes (11) dispuestos a 60°,
 - se procede con el vertido de hormigón en cada agujero de cada pilote (5), y
 - una vez que el hormigón ha fraguado, se completa la unión entre la parte superior de la virola superior (9a) de cada jaula de pernos (7) que sobresale
- 35

del suelo (4) y la brida (8) de la columna (3) correspondiente de la torre.

- 5
- 9- Método según la reivindicación 8, en donde tras introducir la jaula de pernos (7) en la parte superior del armado (6) se procede a unir la jaula (7) de pernos y el armado (6) principal de cada pilote (5) a través de un lazo (10) que une el entramado de anillos horizontales (6a) y barras verticales (6b) con la virola inferior (9b) lo cual permite que el armado (6) principal y la jaula de pernos (7) puedan ser introducidos en el agujero del suelo correspondiente conjuntamente.
- 10
- 10- Método según la reivindicación 8 o 9, en donde un armado (6') secundario es introducido simultáneamente con el armado (6) principal, los cuales preferentemente están previamente unidos mediante unos lazos de unión (10'), y posteriormente se introduce la jaula de pernos (7) entre ambos armados (6, 6').
- 15
- 11- Método según la reivindicación 10, en donde el armado (6) principal, el armado (6') secundario y la jaula de pernos (7) son unidos entre sí fuera del agujero del suelo lo cual permite introducir todo el conjunto en el agujero correspondiente conjuntamente.
- 20
- 12- Método según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, que también comprende una operación de retirar los elementos de nivelación que interactúan con todas las virolas superiores (9a) de las jaulas de pernos (7) adyacentes una vez que el hormigón ha fraguado.
- 25
- 13- Método según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en donde el armado (6) principal de cada pilote (5) comprende dos partes, una mitad inferior y una mitad superior de modo que
- 30
- primero se introduce la mitad inferior del armado (6) principal y a continuación la mitad superior en el agujero de cada pilote (5), y
 - antes de introducir por completo la mitad inferior en el agujero del pilote (5) correspondiente se une la mitad superior a la mitad inferior, preferentemente mediante soldadura o cualquier otro tipo de unión
- 35
- permanente equivalente, de forma que todo el armado (6) principal quede

ES 2 761 655 B2

unido entre si formando una única pieza.

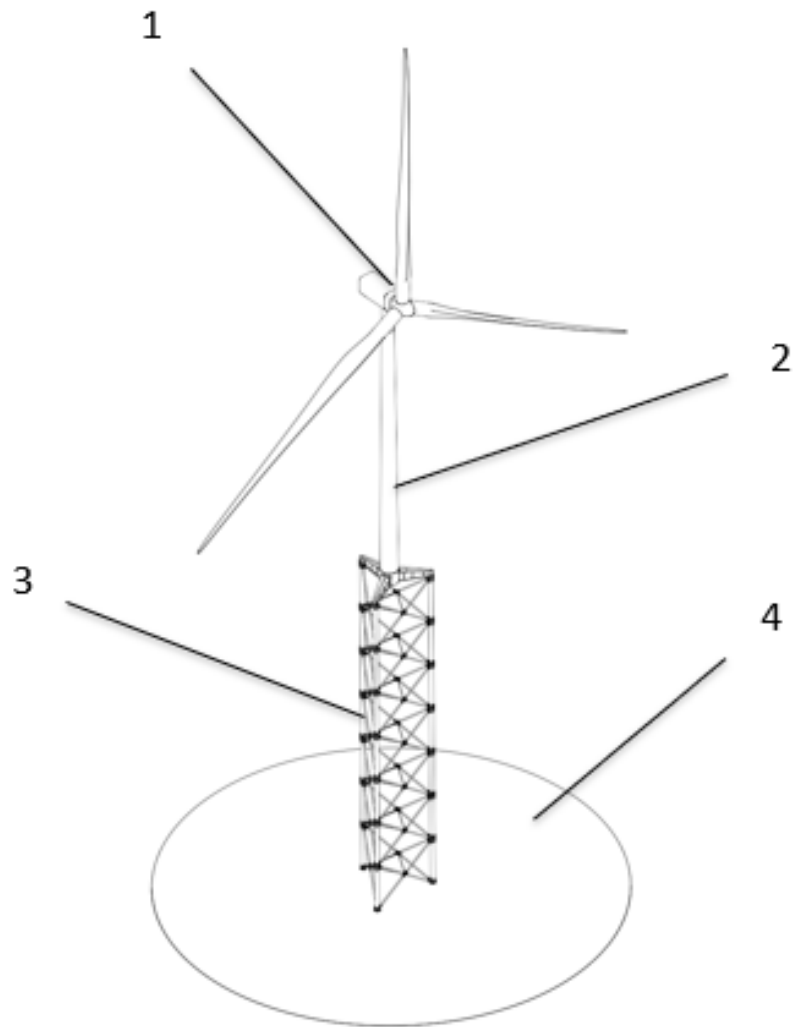


Fig. 1

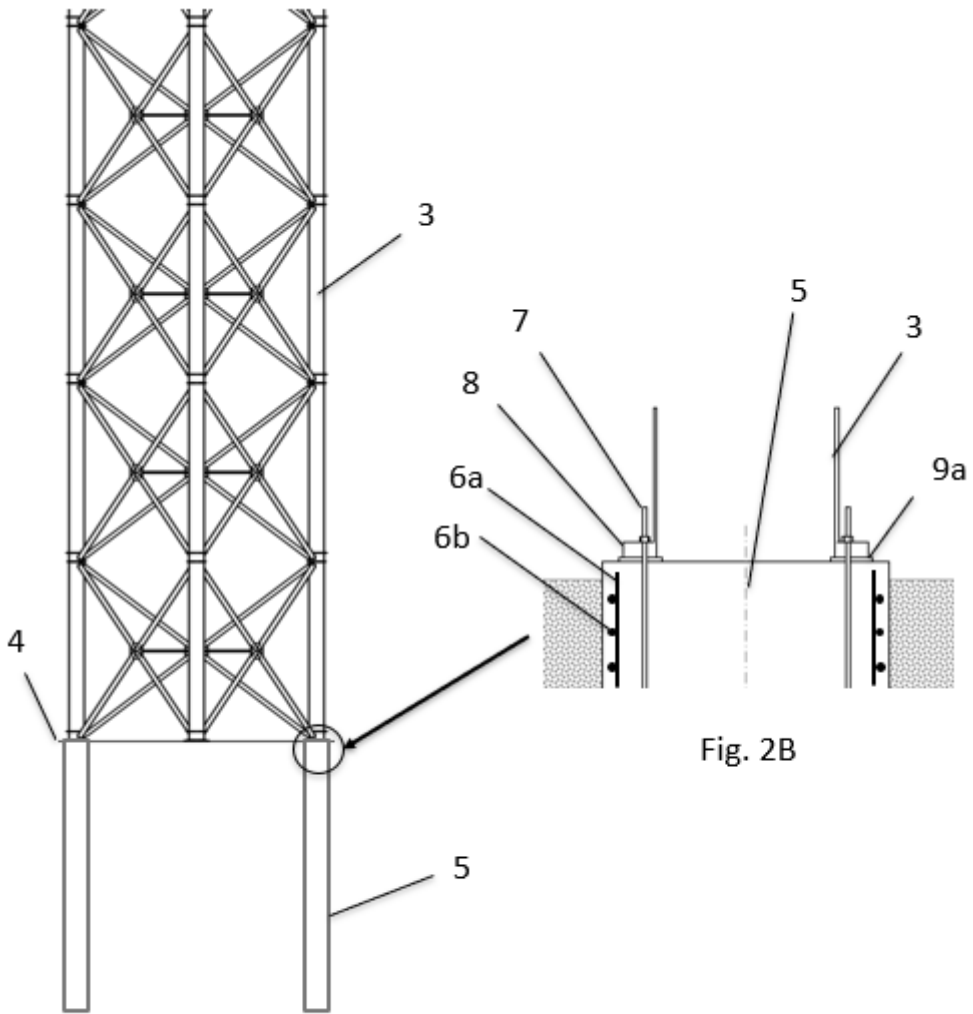


Fig. 2A

Fig. 2B

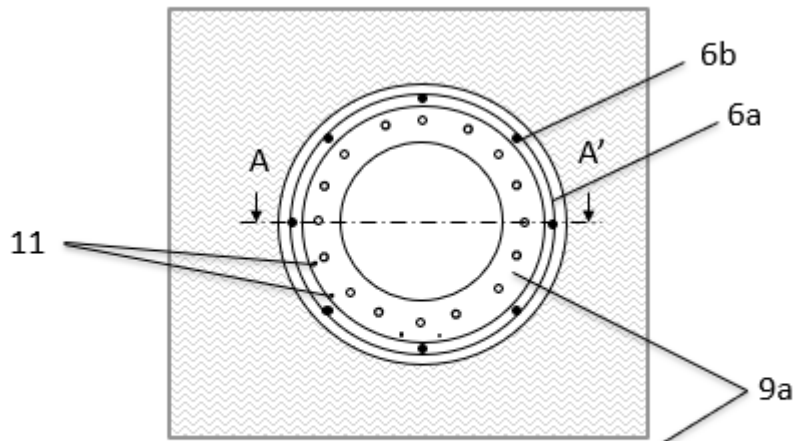


Fig. 3A

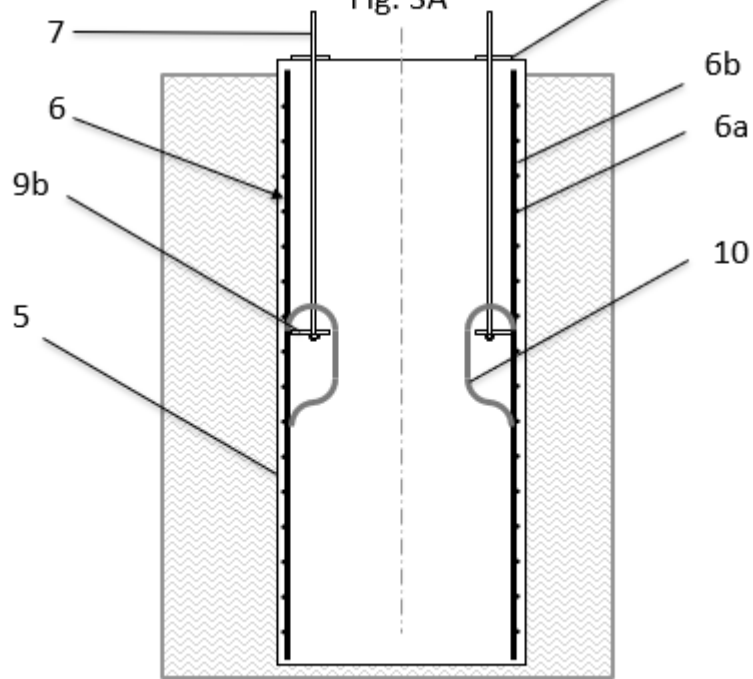


Fig. 3B

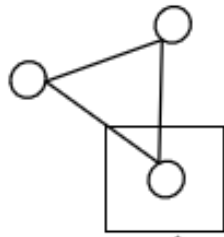


Fig. 4A

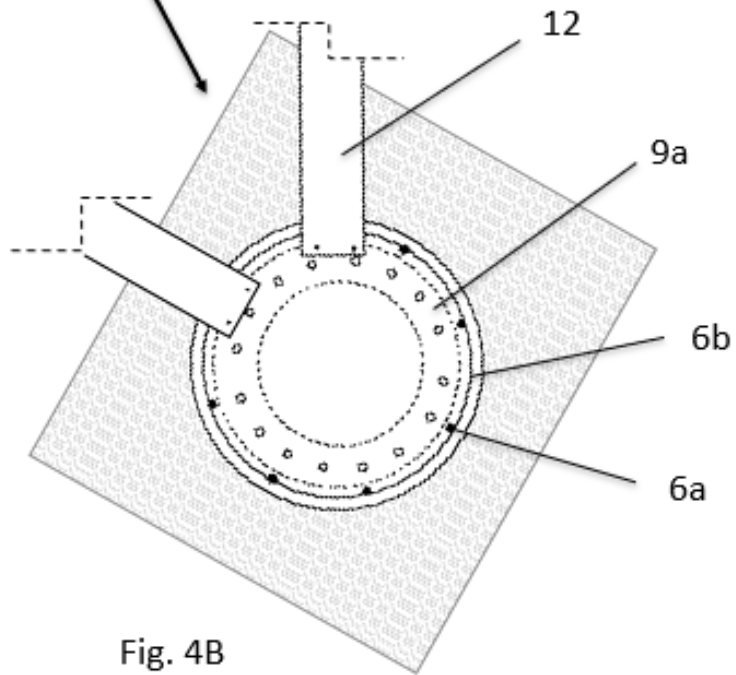


Fig. 4B

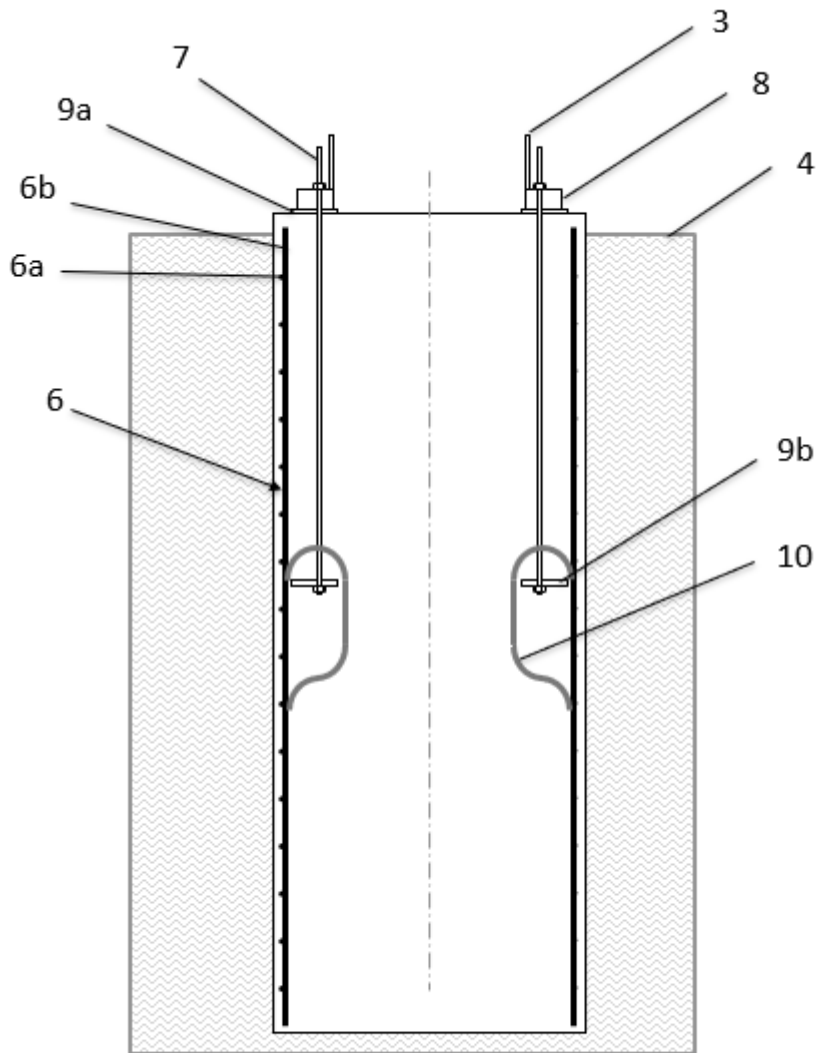


Fig. 5

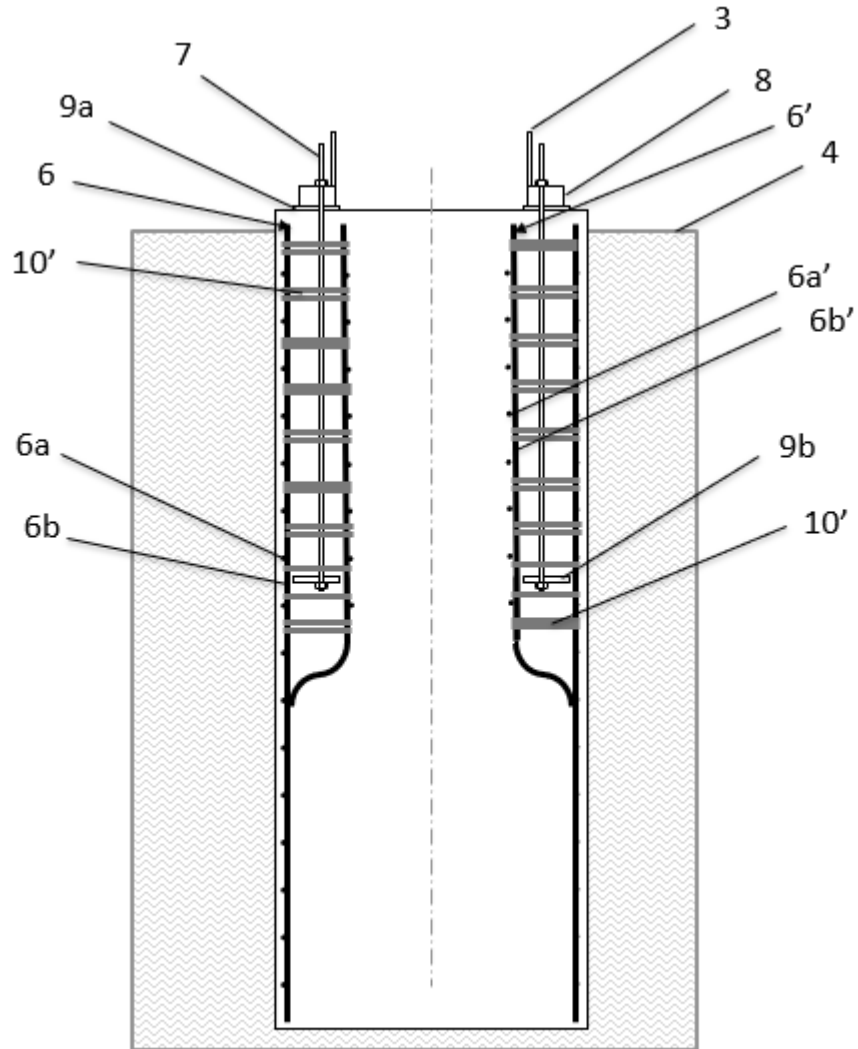


Fig. 6