

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 157**

51 Int. Cl.:
E02D 27/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09176600 .6**
- 96 Fecha de presentación: **20.11.2009**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2192238**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.06.2010**

54 Título: **Una cimentación y un procedimiento para formar una cimentación para una torre de turbina eólica**

30 Prioridad:
26.11.2008 DK 200801665
26.11.2008 US 118189 P

73 Titular/es:
VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
HEDEAGER 44
8200 AARHUS, DK

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.10.2012

72 Inventor/es:
KRISTENSEN, JONAS

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.10.2012

74 Agente/Representante:
ARIAS SANZ, Juan

ES 2 389 157 T3

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

DESCRIPCIÓN

Una cimentación y un procedimiento para formar una cimentación para una torre de turbina eólica

Campo técnico

5 La presente invención se refiere generalmente a una cimentación para una torre de turbina eólica. La presente invención se refiere además a un procedimiento para formar una cimentación para una torre de turbina eólica, a una brida de roca para una torre de turbina eólica, a una turbina eólica que comprende tal cimentación, y al uso de tal cimentación en una turbina eólica.

Antecedentes de la invención

10 Una torre de turbina eólica tiene generalmente una altura de 30-80 m y un diámetro de 2-10 m. El peso típico de una torre moderna es de 40 t para una torre de 50 m para una turbina con un rotor de 44 m de diámetro (600 kW), y de 80 t para una torre de 60 m para un rotor de 72 m de diámetro. Debido a la altura y peso de la torre de turbina eólica, se forman fuerzas por los movimientos de giro de las palas de la turbina eólica y la superficie muy grande de la torre que está expuesta al viento, y la torre debe ser fijada firmemente al terreno.

15 Dependiendo de las condiciones del suelo, por ejemplo, roca, tierra o gravilla, se utilizan distintos tipos de cimentaciones para asegurar la torre de turbina eólica al terreno. Un modo de formar una cimentación sobre roca compacta es formar una cimentación de hormigón en una cavidad, disponer una estructura de soporte sobre la cimentación de hormigón, formar una conexión con la torre, y disponer anclajes en orificios taladrados en la roca.

20 Debido a las fuerzas muy grandes a las que está expuesta la cimentación de la torre de turbina eólica, es deseable mejorar la estabilidad y rigidez de la cimentación. Además, es deseable que el diseño de la cimentación no obstaculice el transporte de la torre de turbina eólica, o afecte al diseño de la torre de turbina eólica.

25 El documento WO 2005/012651 divulga una cimentación reforzada para un generador de turbina eólica. La cimentación comprende una placa de hormigón, una pluralidad de tendones tensados y una pluralidad de anclajes al terreno. Los anclajes al terreno se extienden en la dirección vertical. Los tendones tensados son de dos tipos, tendones rectos que se extienden a través de la placa de hormigón en dos conjuntos, cada uno de los cuales se extiende entre caras opuestas de la placa de hormigón octogonal, y tendones arqueados que tienen una forma semicircular y que rodean los anclajes al terreno. La porción inferior de la torre está unida a un cilindro que puede estar parcialmente embebido en la placa de hormigón.

30 En lugar de utilizar una porción cilíndrica para conectar la torre con la cimentación como en el documento WO 2005/012651, se conoce utilizar una cimentación que incluye una cimentación de hormigón formada en la roca, un elemento circular dispuesto directamente sobre la cimentación de hormigón, una estructura de soporte que se extiende verticalmente que tiene en su parte superior una interfaz con la torre, y soportes que se extienden entre el elemento circular y la estructura de soporte para estabilizar y mantener la rigidez del elemento circular. De modo similar a la solución anteriormente descrita, se proporcionan anclajes al terreno en la periferia interna y externa del elemento circular para asegurar la cimentación a la roca. Consecuentemente, los anclajes al terreno están dispuestos a ambos lados de la pata.

35 El documento DK200300203U3 divulga una cimentación de hormigón con dos conjuntos de anclajes, siendo los anclajes en uno de los conjuntos paralelos a la dirección longitudinal de la torre, y estando los anclajes en el otro conjunto angulados hacia abajo y hacia fuera. Una desventaja de esta disposición es que, debido a los anclajes angulados, requiere de un soporte cónico que es relativamente complicado, y por lo tanto caro de fabricar. Además, el documento US 2004/0131428A divulga una cimentación de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Resumen de la invención

A la vista de lo anterior, un objetivo de la invención es proporcionar una mejora o alternativa a las cimentaciones para torres de turbina eólica del estado de la técnica anterior.

45 En concreto, un objetivo es proporcionar una cimentación para una torre de turbina eólica que proporcione un soporte más estable para la torre de turbina eólica.

Un objetivo adicional es proporcionar una cimentación que no afecte al diámetro de la torre de turbina eólica a la vista de restricciones debidas al transporte.

Un objetivo adicional es proporcionar una cimentación más compacta para una torre de turbina eólica.

Un objetivo adicional es proporcionar una cimentación para una torre de turbina eólica que no requiera de ningún soporte.

Todavía un objetivo adicional es reducir el material requerido para la cimentación.

5 Otro objetivo es proporcionar una disposición más sencilla en una cimentación de turbina eólica.

De acuerdo con un primer aspecto, la invención se materializa por medio de una cimentación para una torre de turbina eólica, que comprende una brida de roca que tiene un primer conjunto de orificios pasantes de anclaje, dispuesto cada uno para extenderse en un primer ángulo distinto de cero con respecto a, o paralelamente a, una dirección longitudinal de la torre de turbina eólica una vez levantada, y un segundo conjunto de orificios pasantes de anclaje, dispuesto cada uno para extenderse en un segundo ángulo distinto de cero con respecto a la dirección longitudinal de la torre de turbina eólica una vez levantada, en el que los ángulos primero y segundo son diferentes entre sí, y en el que, donde se levanta la torre de turbina eólica, extremos superiores de los orificios de anclaje en el segundo conjunto de orificios de anclaje se sitúan internamente a la cimentación.

Se entiende que los extremos superiores de los orificios de anclaje en el segundo conjunto de orificios de anclaje están situados internamente a la cimentación donde se levanta la torre de turbina eólica. La localización internamente a la cimentación significa que los extremos superiores de los orificios de anclaje están situados en un lado interno de la torre o de un soporte de la torre cuando la turbina es levantada. Preferiblemente, los orificios de anclaje del segundo conjunto de orificios de anclaje están dispuestos para extenderse, una vez que la torre de turbina eólica es levantada, hacia fuera cuando se siguen en una dirección descendente. Como los extremos superiores de los orificios de anclaje en el segundo conjunto de orificios de anclaje están situados internamente a la cimentación, la cimentación puede tener una estructura de soporte que sea cilíndrica en lugar de cónica, lo que simplifica su fabricación y por lo tanto reduce su coste de producción. La invención permite asimismo que un extremo inferior de la torre se conecte a la brida de roca, eliminando de nuevo la necesidad de una estructura de soporte cónica.

Preferiblemente, donde se levanta la torre de turbina eólica, extremos superiores de los orificios de anclaje en el primer conjunto de orificios de anclaje se sitúan externamente, esto es, en un lado externo de la cimentación. Preferiblemente, la brida de roca tiene una superficie superior, teniendo dicha superficie una primera y una segunda porción de superficie, teniendo dicha primera porción de superficie el primer conjunto de orificios pasantes de anclaje, y teniendo dicha segunda porción de superficie el segundo conjunto de orificios pasantes de anclaje, en el que dichas porciones de superficie primera y segunda forman un ángulo entre sí.

Una ventaja de acuerdo con la presente invención es que la cimentación se asegura a un mayor volumen de roca en comparación con soluciones del estado de la técnica anterior que tienen anclajes que se extienden tan sólo en la dirección vertical. Los anclajes pueden ser introducidos en los conjuntos primero y segundo de orificios de anclaje, extendiéndose así los anclajes a lo largo de los ejes longitudinales primero y segundo formando un ángulo entre sí. Por lo tanto, se proporciona una cimentación más estable y rígida.

Una ventaja adicional es que la extensión de la brida de roca en la dirección radial de la torre es menor en comparación con el elemento correspondiente en las soluciones del estado de la técnica anterior. Por lo tanto, el diseño de la brida de roca no afecta, o afecta en menor grado, al diámetro máximo de la torre. El diámetro máximo de la torre está restringido por limitaciones de transporte, tal como la anchura máxima que es posible transportar sobre un camión de larga distancia y sobre la red de carreteras. La longitud de la porción de cimentación que sobresale hacia afuera de los límites de la porción más inferior de la torre se reduce en comparación con una cimentación similar del estado de la técnica anterior. Por lo tanto, el diámetro de la torre puede ser maximizado sin tener en consideración la cimentación.

Otra ventaja es que la altura de la brida de roca se reduce y no se requiere de soportes con el fin de mantener la estabilidad y rigidez de la brida de roca. Como la extensión de la brida de roca en la dirección radial es reducida, la distancia entre los anclajes dispuestos en el extremo interior y exterior de la brida de roca, respectivamente, se reduce. Por lo tanto, el par que actúa sobre la brida de roca se reduce. En las soluciones del estado de la técnica anterior, la brida de roca tenía que ser reforzada, bien mediante soportes o incrementando la altura de la brida de roca con el fin de soportar el par. Además, como la cimentación inventiva no requiere de soportes, se dispone de más espacio para instalar la cimentación y los anclajes. Por lo tanto, se simplifica la formación e instalación de la cimentación.

Debido al diseño más compacto de la cimentación y a que no se requiere de soportes, la cimentación inventiva

ofrece ahorros de material en comparación con soluciones del estado de la técnica anterior.

5 El primer eje longitudinal puede ser perpendicular a la primera porción de superficie, y el segundo eje longitudinal puede ser perpendicular a la segunda porción de superficie. Así pues, cuando los anclajes son introducidos en los orificios de anclaje, la fuerza resultante de los anclajes tensados es dirigida perpendicularmente a la superficie de la primera y segunda porción de superficie, respectivamente.

La brida de roca puede tener una extensión circunferencial que corresponde con la forma circunferencial de la torre de turbina eólica. Por lo tanto, la brida de roca proporciona una superficie de soporte estable para la torre de turbina eólica.

10 La cimentación puede comprender además una estructura de soporte adaptada para formar un interfaz con la torre de turbina eólica, estando unida dicha estructura de soporte a la brida de roca. La estructura de soporte forma una parte de conexión entre la brida de roca y la torre de turbina eólica.

La brida de roca puede estar adaptada para formar una interfaz con la torre de turbina eólica. Por lo tanto, la brida de roca está unida directamente a la torre de turbina eólica sin piezas de conexión.

15 La brida de roca puede estar adaptada para ser dispuesta sobre una cimentación de hormigón. La cimentación de hormigón proporciona una cimentación estable y rígida para disponer la cimentación y compensa cualquier irregularidad en la roca.

La primera porción de superficie puede ser paralela a una cara superior de la cimentación de hormigón.

20 La segunda porción de superficie puede estar enfrentada con el centro de la torre de turbina eólica. Por lo tanto, los anclajes dispuestos en el segundo conjunto de orificios de anclaje se extienden hacia fuera en la dirección radial desde la brida de roca al interior del terreno. Consecuentemente, los anclajes pueden alcanzar un mayor volumen de roca.

Los conjuntos primero y segundo de orificios de anclaje pueden estar adaptados para recibir anclajes. Los anclajes están adaptados para unir y asegurar la cimentación, y la torre de turbina eólica unida a la cimentación, a la roca.

25 De acuerdo con un segundo aspecto, la presente invención se materializa en un procedimiento para formar una cimentación para una torre de turbina eólica, que comprende taladrar orificios en el terreno, disponer una brida de roca en el terreno, teniendo dicha brida de roca un primer conjunto de orificios pasantes de anclaje dispuesto cada uno para extenderse en un primer ángulo distinto de cero con respecto a, o paralelamente a, una dirección longitudinal de la torre de turbina eólica una vez levantada, y un segundo conjunto de orificios pasantes de anclaje dispuesto cada uno para extenderse en un segundo ángulo distinto de cero con respecto a la dirección longitudinal de la torre de turbina eólica una vez levantada, en el que los ángulos primero y segundo son diferentes entre sí, y en el que extremos superiores de los orificios de anclaje en el segundo conjunto de orificios de anclaje están situados internamente a la cimentación, disponer dicha brida de roca con dichos conjuntos primero y segundo de orificios pasantes de anclaje ajustados con dichos orificios taladrados, y disponer anclajes en dichos conjuntos primero y segundo de orificios de anclaje.

35 Una ventaja del procedimiento inventivo es que se obtiene una cimentación más estable y rígida ya que la cimentación está asegurada a un volumen de roca mayor en comparación con soluciones del estado de la técnica anterior que tienen anclajes que se extienden tan sólo en la dirección vertical.

40 Una ventaja adicional es que mediante el procedimiento inventivo se consigue una cimentación que es más compacta. La extensión de la brida de roca en la dirección radial de la torre es menor en comparación con el elemento correspondiente de las soluciones del estado de la técnica anterior. Por lo tanto, el diseño de la cimentación, y especialmente de la brida de roca, no afecta, o afecta en menor medida, al diámetro máximo de la torre. El diámetro máximo de la torre está restringido por limitaciones de transporte, tales como la anchura máxima que es posible transportar en un camión de larga distancia y sobre la red de carreteras. La longitud de la porción de la cimentación que sobresale fuera de los límites de la porción más inferior de la torre se reduce en comparación con una cimentación similar del estado de la técnica anterior. Por lo tanto, el diámetro de la torre puede ser maximizado sin tener en consideración la cimentación.

45 Otra ventaja es que la altura de la brida de roca se reduce y no se requiere de soportes con el fin de mantener la estabilidad y rigidez de la brida de roca. Como la extensión de la brida de roca en la dirección radial se reduce, la distancia entre los anclajes dispuestos en el extremo interior y exterior de la brida de roca, respectivamente, se reduce. Por lo tanto, el par que actúa sobre la brida de roca se reduce. En soluciones del estado de la técnica anterior, la brida de roca tenía que ser reforzada, bien mediante soportes o aumentando la altura de la brida de

roca, con el fin de soportar el par. Además, como la cimentación inventiva no tiene soportes, se proporciona más espacio para instalar la cimentación y los anclajes. Por lo tanto, se simplifica la formación e instalación de la cimentación.

5 Debido al diseño más compacto de la estructura de soporte y a que no se requiere de soportes, formar una cimentación de acuerdo con el procedimiento inventivo ofrece ahorros de material en comparación con las soluciones del estado de la técnica anterior.

El procedimiento puede comprender además formar una cimentación de hormigón sobre el terreno. La cimentación de hormigón proporciona una cimentación estable y rígida para disponer la estructura de soporte y compensa cualquier irregularidad en la roca.

10 El procedimiento comprende además elevar la brida de roca respecto al terreno al formar la cimentación de hormigón. Cuando la brida de roca se utiliza como una plantilla para taladrar los orificios de anclaje en el terreno, la brida de roca puede ser elevada con respecto al terreno con el fin de permitir la formación de la cimentación de hormigón.

Los anclajes pueden ser dispuestos antes de que la cimentación de hormigón se haya formado.

15 El procedimiento puede comprender además fijar los anclajes en el terreno mediante un adhesivo. Por lo tanto, la cimentación queda todavía más firmemente unida a la roca.

La brida de roca puede ser utilizada como una plantilla al taladrar los orificios.

El procedimiento puede comprender además tensar los anclajes. Por lo tanto, la brida de roca es presionada todavía más contra la cimentación de hormigón de tal modo que se forma una cimentación estable.

20 El procedimiento puede comprender además disponer la brida de roca de tal modo que la segunda porción de superficie esté enfrentada con el centro de la torre de turbina eólica. Por lo tanto, los anclajes dispuestos en segundo conjunto de orificios de anclaje se extienden hacia fuera en la dirección radial desde la brida de roca al interior del terreno. Consecuentemente, los anclajes pueden alcanzar un mayor volumen de roca.

25 De acuerdo con un tercer aspecto, la presente invención se materializa en una brida de roca para una cimentación de una torre de turbina eólica, que comprende un primer conjunto de orificios pasantes de anclaje dispuesto cada uno para extenderse en un primer ángulo distinto de cero con respecto a, o paralelamente a, una dirección longitudinal de la torre de turbina eólica una vez levantada, y un segundo conjunto de orificios pasantes de anclaje dispuesto cada uno para extenderse en un segundo ángulo distinto de cero con respecto a la dirección longitudinal de la torre de turbina eólica una vez levantada, en el que los ángulos primero y segundo son diferentes entre sí.

30 La brida de roca incorpora todas las ventajas de la cimentación inventiva, que se han discutido anteriormente, por lo que la discusión anterior es aplicable asimismo para la brida de roca.

35 De acuerdo con un cuarto aspecto, la presente invención se materializa en una turbina eólica que comprende una cimentación de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención. La turbina eólica que comprende la cimentación de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención incorpora todas las ventajas de la cimentación, que se han discutido previamente, por lo que la discusión anterior es aplicable asimismo a la turbina eólica.

40 De acuerdo con un quinto aspecto, la presente invención se materializa por el uso de una cimentación de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención en una turbina eólica. El uso de la cimentación de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención en una turbina eólica incorpora todas las ventajas de la cimentación, que se han discutido anteriormente, por lo que la discusión anterior es aplicable asimismo al uso de la cimentación inventiva en una turbina eólica.

Otros objetivos, características y ventajas de la presente invención aparecerán de la siguiente descripción detallada, de las reivindicaciones adjuntas así como de los dibujos.

45 Generalmente, todos los términos utilizados en las reivindicaciones deben ser interpretados de acuerdo a su significado ordinario en el campo técnico, a menos que se defina explícitamente de otro modo aquí. Todas las referencias a "un/el [elemento, dispositivo, componente, medios, etapa, etc.]" deben ser interpretadas de manera abierta como referidos al menos a un ejemplo de dicho elemento, dispositivo, componente, medios, etapa, etc., a menos que se establezca explícitamente de otro modo. Las etapas de cualquier procedimiento divulgado aquí no tienen que ser realizadas en el orden exacto divulgado, a menos que se establezca explícitamente.

Breve descripción de los dibujos

Lo anterior, así como objetos, características y ventajas adicionales de la presente invención, se entenderá mejor mediante la siguiente descripción detallada, ilustrativa y no limitativa, de modos de realización preferidos de la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que los mismos números de referencia se utilizarán para elementos similares, en los cuales:

La fig. 1 ilustra esquemáticamente una sección transversal de una cimentación para una torre de turbina eólica de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

La fig. 2 ilustra esquemáticamente la cimentación de la fig. 1, vista desde arriba.

La fig. 3a ilustra esquemáticamente una sección transversal de una porción de la cimentación mostrada en la fig. 1.

La fig. 3b ilustra esquemáticamente una sección transversal de una porción de la cimentación, en la que la torre de turbina eólica está unida directamente a la brida de roca.

La fig. 4 ilustra esquemáticamente una sección transversal de una cimentación para una torre de turbina eólica de acuerdo con otro modo de realización de la presente invención.

Descripción detallada

La fig. 1 ilustra una cimentación 1 para una torre de turbina eólica 2. La cimentación 1 está adaptada para acoplarse con una parte inferior de la torre 2 y proporcionar un soporte estable para la torre 2. La torre 2 puede estar formada de una pluralidad de segmentos de torre en la dirección circunferencia, formando cada uno una porción de la torre 2. En la dirección vertical, la torre 2 puede estar formada de una pluralidad de secciones de torre, siendo situada una sección de torre encima de la otra.

La cimentación 1 es especialmente adecuada para ser situada sobre una roca o en terrenos rocosos.

La cimentación 1 comprende una brida de roca 10. La forma de la brida de roca 10 corresponde a la forma de la periferia externa de la torre 2. Por ejemplo, la brida de roca 10 puede ser de forma anular como se muestra en la fig. 2, o tener cualquier otra forma que se corresponda esencialmente con la forma de la torre 2. Una pluralidad de anclajes 16, 17 están dispuestos para asegurar la cimentación al terreno 3.

En el modo de realización mostrado en la fig. 1, la cimentación 1 comprende además una estructura de soporte 20 que está unida a la brida de roca 10 y que se extiende en una dirección vertical. La estructura de soporte 20 tiene una forma que se corresponde con la forma de la torre 2. La estructura de soporte 20 puede ser de forma anular. La estructura de soporte 20 está adaptada para acoplarse con, y para ser unida a, la torre 2. La estructura de soporte 20 se describirá en más detalle con referencia a la fig. 3a. En otro modo de realización, que se describirá en más detalle con referencia a la fig. 3b, la brida de roca 10 está unida directamente a la torre 2.

La brida de roca 10 está dispuesta sobre una cimentación de hormigón 30 formada sobre el terreno o en una cavidad en el terreno. La cimentación de hormigón 30 puede estar reforzada con barras de refuerzo 31.

La brida de roca 10 se describirá en más detalle con referencia a las figs. 1, 2, 3a y 3b. La brida de roca 10 comprende una superficie superior 11 que tiene una primera porción de superficie 12 y una segunda porción de superficie 13. Las porciones de superficie primera y segunda 12, 13 forman un ángulo entre sí. La primera porción de superficie 12 es paralela a una superficie superior de la cimentación de hormigón 30. La segunda porción de superficie 13 está enfrentada con el centro de la torre 2. La segunda porción de superficie 13 esté inclinada hacia abajo hacia el terreno desde la primera porción de superficie 12.

La primera porción superficie 12 está dotada de un primer conjunto de orificios pasantes de anclaje 14. La segunda porción de superficie 13 está dotada de un segundo conjunto de orificios pasantes de anclaje 15. Los conjuntos primero y segundo de orificios de anclaje 14, 15 se extienden a través de la brida de roca 10 y están dispuestos a lo largo de, por ejemplo, la extensión anular de la brida de roca 10.

El primer conjunto de orificios pasantes de anclaje 14 y el segundo conjunto de orificios pasantes de anclaje 15 pueden estar desplazados relativamente entre sí en un plano horizontal, como se muestra en la fig. 2.

Los conjuntos primero y segundo de orificios de anclaje 14, 15 están adaptados para recibir anclajes 16, 17 adaptados para asegurar la cimentación al terreno 3. Típicamente, se pueden proporcionar aproximadamente cien anclajes 16 y sus orificios de anclaje 14 correspondientes en la primera porción de superficie 12, y se pueden

proporcionar aproximadamente cien anclajes 17 y sus orificios de anclaje 15 correspondiente en la segunda porción de superficie 13 (en la fig. 2, el número de anclajes ha sido reducido y se muestran esquemáticamente). Naturalmente, el número de anclajes depende del diámetro de la brida de roca 10. Los conjuntos primero y segundo de orificios de anclaje 14, 15 pueden estar rebajados y adaptados para recibir al menos parcialmente una cabeza de los anclajes, de tal modo que la cabeza de los anclajes 16, 17 no sobresalga fuera de la superficie superior 11 de la brida de roca 10.

El primer conjunto de orificios de anclaje 14, que se extiende desde la primera porción de superficie 12, se extiende en una primera dirección longitudinal L1. La primera dirección longitudinal L1 puede ser perpendicular a la primera porción de superficie 12. El segundo conjunto de orificios de anclaje 15, que se extiende desde la segunda porción de superficie 13, se extiende en una segunda dirección longitudinal L2. La segunda dirección longitudinal L2 puede ser perpendicular a la segunda porción de superficie 13. Por lo tanto, se forma un ángulo entre la primera dirección longitudinal L1 y la segunda dirección longitudinal L2. El ángulo entre la primera dirección longitudinal L1 y la segunda dirección longitudinal L2 es preferiblemente de 5-50°, y más preferiblemente de 5-25°. La primera dirección longitudinal L1 en este ejemplo es paralela a una dirección longitudinal LT de la torre de turbina eólica una vez levantada, y la segunda dirección longitudinal L2 está en un segundo ángulo A2 distinto de cero con respecto a la dirección longitudinal LT de la torre de turbina eólica.

Los anclajes 16, 17 se introducen en los conjuntos primero y segundo de orificios de anclaje 14, 15 y en orificios pre-taladrados en el terreno 32, 33 que se extienden en la misma dirección que los conjuntos primero y segundo de orificios de anclaje 14, 15, esto es, en las direcciones longitudinales L1 y L2.

Cuando se introduce un primer conjunto de anclaje 16 en el primer conjunto de orificios de anclaje 14, el primer conjunto de anclajes 16 es guiado por la extensión del primer conjunto de orificios de anclaje 14. Por lo tanto, el primer conjunto de anclajes 16 se extiende en la primera dirección longitudinal L1. El segundo conjunto de anclajes 17 se introduce y es guiado por el segundo conjunto de orificios de anclaje 15. El segundo conjunto de anclajes 17 se extiende hacia fuera desde el centro de la torre vista en la dirección radial. Por lo tanto, el segundo conjunto de anclaje 17 se extiende en la segunda dirección longitudinal L2.

A desplazar el primer conjunto de orificios de anclaje 14 con relación al segundo conjunto de orificios de anclaje 15, el primer conjunto de anclajes 16 no interfiere con el segundo conjunto de anclajes 17.

Al disponer el primer conjunto de anclajes 16 en el primer conjunto de orificios pasantes de anclaje 14 que se extiende a lo largo de un primer eje longitudinal L1, y disponer el segundo conjunto de anclajes 17 en el segundo conjunto de orificios pasantes de anclaje 15 que se extiende a lo largo de un segundo eje longitudinal L2, en el que los ejes longitudinales primero y segundo forman un ángulo entre sí, los conjuntos primero y segundo de anclajes forman un ángulo entre sí. Por lo tanto, la cimentación 1 está conectada a un gran volumen de roca, mejorando así la estabilidad de la cimentación 1.

La brida de roca 10 puede estar realizada de metal tal como acero. Como alternativa, la brida de roca 10 puede estar formada de hormigón, y puede estar realizada integralmente con la cimentación de hormigón 30.

En referencia a la fig. 3a, se describirá en mayor detalle la estructura de soporte 20 que forma un interfaz con la torre 2. La estructura de soporte 20 es de forma anular y comprende una brida 21 en su parte superior. La brida 21 puede ser, por ejemplo, una brida en L o en T. La brida 21 está adaptada para acoplarse con una brida correspondiente dispuesta en el segmento de torre, por ejemplo haciendo pasar un perno 23 a través de un orificio 22. La brida 21 comprende una pluralidad de orificios 22 a lo largo de la extensión anular, por lo tanto la torre 2 queda firmemente unida a la estructura de soporte 20 haciendo pasar un perno 23 a través de cada uno de los orificios 22.

En referencia a la fig. 3b, se describirá otro modo de realización de la cimentación 1. En este modo de realización, la brida de roca 10 está unida a la torre 2. No se dispone ninguna estructura de soporte entre la brida de roca 10 y la torre 2.

La cimentación inventiva puede ser formada de dos modos alternativos. En el primer modo, el procedimiento inventivo comprende taladrar una pluralidad de orificios 32, 33 utilizando una plantilla que muestra dónde deben situarse los orificios. El primer conjunto de orificios 32 se extiende a lo largo de la primera dirección longitudinal L1 y el segundo conjunto de orificios 33 se extiende a lo largo de la segunda dirección longitudinal L2. Una vez taladrados los orificios 32, 33, se disponen anclajes 16, 17 en los orificios 32, 33. Los anclajes 16, 17 se fijan en los orificios 32, 33 mediante un adhesivo y se tensan. A continuación, la cimentación de hormigón 30 se forma sobre el terreno, por ejemplo en una cavidad preformada. Si se necesita, se pueden disponer refuerzos 31 en la cimentación de hormigón 30. Una vez formada la cimentación de hormigón 30, la brida de roca 10 se sitúa sobre la cimentación de hormigón 30 de tal modo que los orificios de anclaje 14, 15 de la brida de roca 10 se ajustan con

los orificios taladrados 32, 30. Finalmente, los anclajes 16, 17 se vuelven a tensar de tal modo que la brida de roca 10 es presionada contra la cimentación de hormigón 30.

5 Con el fin de situar la brida de roca 10 una vez que los anclajes 16, 17 han sido instalados, la segunda porción de superficie 13 y sus orificios de anclaje 15 deben ser diseñados de tal modo que sea posible hacer pasar la brida de roca 10 sobre el anclaje 17, por ejemplo formando un rebaje en la brida de roca 10 o agrandando los orificios de anclaje 15.

10 Como alternativa al procedimiento divulgado anteriormente, la propia brida de roca 10 puede ser utilizada como plantilla al taladrar los orificios 32, 33. En primer lugar, la brida de roca 10 es elevada aproximadamente 10-20 cm sobre el terreno en el lugar en el que se va a situar la cimentación 1. Por ejemplo, se pueden situar bloques bajo la brida de roca 10. En este caso, los conjuntos primero y segundo de orificios de anclaje 14, 15 de la brida de roca 10 se utilizan para asegurar que los orificios taladrados 32, 33 en el terreno se sitúan correctamente. Por lo tanto, el primer conjunto de orificios 32 se extiende a lo largo de la primera dirección longitudinal L1 y el segundo conjunto de orificios 33 se extiende a lo largo de la segunda dirección longitudinal L2.

15 Una vez taladrados los orificios 32, 33 utilizando la brida de roca 10 como plantilla, los anclajes 16, 17 se disponen en los orificios taladrados 32, 33 y en los orificios de anclaje 14, 15. Los anclajes 16, 17 se fijan en los orificios 32, 33 mediante un adhesivo y se tensan. Una vez dispuestos los anclajes 16, 17, se puede formar a continuación una cimentación de hormigón 30 por debajo de la brida de roca 10. Se pueden disponer refuerzos 31 en la cimentación de hormigón 30 con el fin de reforzar la cimentación de hormigón. Una vez formada la cimentación de hormigón 30, la brida de roca 10 es descendida y situada sobre la cimentación 30. Finalmente, los anclajes 16, 17 se vuelven a tensar de tal modo que la brida de roca es presionada contra la cimentación de hormigón 30.

20 Para ambas alternativas de formación de la cimentación, la torre 2 puede estar unida a la estructura de soporte 20 como se describió anteriormente. La estructura de soporte 20 puede estar ya unida a la brida de roca 10, o puede ser unida a la brida de roca 20 una vez que la brida de roca 20 ha sido situada sobre la cimentación de hormigón 30. Alternativamente, la brida de roca 20 puede ser unida directamente a la torre 2 sin ninguna pieza entre las mismas. Para esta alternativa, la brida de roca 20 puede estar ya unida a la torre 2, si es posible debido a restricciones de transporte, o la torre 2 se une a la brida de roca 10 cuando se forma la cimentación 1.

25 Se contempla que la estructura de soporte que proporciona soporte a una porción de la torre pueda ser de un tipo diferente que tenga una interfaz diferente con la torre.

30 Aunque en los dibujos en divulga una brida de roca anular, la brida de roca puede tener cualquier otra forma. Además, se contempla que la sección transversal de la brida de roca pueda tener cualquier otra forma, y que la brida de roca pueda comprender más de dos superficies superiores. Se contempla asimismo que la brida de roca pueda ser formada por una pluralidad de segmentos de brida de roca en la dirección circunferencial.

35 La fig. 4 muestra otro modo de realización de la invención. La cimentación comprende una brida de roca que tiene un primer conjunto de orificios pasantes de anclaje 14, cada uno de los cuales se dispone para extenderse en paralelo a la dirección longitudinal LT de la torre de turbina eólica una vez levantada. Un segundo conjunto de orificios pasantes de anclaje 15 se dispone cada uno para extenderse en un segundo ángulo A2 distinto de cero con respecto a la dirección longitudinal LT de la torre de turbina eólica. Los conjuntos primero y segundo de orificios de anclaje 14, 15 están adaptados para recibir anclajes 16, 17 adaptados para asegurar la cimentación al terreno. Como en el modo de realización descrito anteriormente, los orificios de anclaje 15 del segundo conjunto de orificios de anclaje están dispuestos para extenderse hacia fuera cuando se siguen en una dirección descendente. Extremos superiores de los orificios de anclaje 14 en el primer conjunto de orificios de anclaje se sitúan externamente, esto es en un lado externo ES de la cimentación, y extremos superiores de los orificios de anclaje 15 en el segundo conjunto de orificios de anclaje se sitúan internamente, esto es en un lado interno IS de la cimentación. La brida de roca tiene una superficie superior, teniendo dicha superficie una porción de superficie primera y segunda 12, 13, teniendo dicha primera porción de superficie el primer conjunto de orificios pasantes de anclaje, y teniendo dicha segunda porción de superficie el segundo conjunto de orificios pasantes de anclaje. Las porciones de superficie primera y segunda 12, 13 forman un ángulo entre sí, y la primera porción de superficie 12 está situada en el lado externo ES de la cimentación, y la segunda porción de superficie 13 está situada en el lado interno IS de la cimentación.

45 50 Debe notarse que, alternativamente, los orificios de anclaje 14 en el primer conjunto de orificios pasantes de anclaje podrían disponerse cada uno para extenderse en un primer ángulo con respecto a la dirección longitudinal LT de la torre de turbina eólica, siendo el primer ángulo distinto del segundo ángulo A2. El primer ángulo podría ser tal que los orificios de anclaje 14 del primer conjunto de orificios de anclaje estén dispuestos para extenderse hacia fuera cuando se siguen en una dirección descendente, o tal que los orificios de anclaje 14 se dispongan para

extenderse hacia dentro cuando se siguen en una dirección descendente.

La invención ha sido descrita anteriormente con referencia a unos pocos modos de realización, como se define por las reivindicaciones de patente adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una cimentación para una torre de turbina eólica, que comprende una brida de roca que tiene un primer conjunto de orificios pasantes de anclaje dispuesto cada uno para extenderse en un primer ángulo distinto de cero con respecto a, o paralelamente a, una dirección longitudinal de la torre de turbina eólica una vez levantada, y un segundo conjunto de orificios pasantes de anclaje, dispuesto cada uno para extenderse en un segundo ángulo distinto de cero con respecto a la dirección longitudinal de la torre de turbina eólica una vez levantada, caracterizada porque los ángulos primero y segundo son diferentes entre sí, y en la que extremos superiores de los orificios de anclaje en el segundo conjunto de orificios de anclaje están situados internamente a la cimentación.
- 10 2. Una cimentación de acuerdo con la reivindicación 1, en la que los orificios de anclaje del segundo conjunto de orificios de anclaje están dispuestos para extenderse, cuando la torre de turbina eólica es levantada, hacia fuera cuando se siguen en una dirección descendente.
3. Una cimentación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en la que, cuando la torre de turbina eólica es levantada, extremos superiores de los orificios de anclaje en el primer conjunto de orificios de anclaje se sitúan externamente a la cimentación.
- 15 4. Una cimentación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que la brida de roca tiene una superficie superior, teniendo dicha superficie una porción de superficie primera y una segunda, teniendo dicha primera porción de superficie el primer conjunto de orificios pasantes de anclaje, y teniendo dicha segunda porción de superficie el segundo conjunto de orificios pasantes de anclaje, en el que dichas porciones de superficie primera y segunda forman un ángulo entre sí.
- 20 5. Una cimentación de acuerdo con la reivindicación 4, en la que la segunda porción de superficie está enfrentada con el centro de la torre de turbina eólica.
6. Una cimentación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que comprende además una estructura de soporte adaptada para formar una interfaz con la torre de turbina eólica, estando unida dicha estructura de soporte con la brida de roca.
- 25 7. Una cimentación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que la brida de roca está adaptada para formar una interfaz con la torre de turbina eólica.
8. Procedimiento para formar una cimentación para una torre de turbina eólica, que comprende:
- taladrar orificios en el terreno,
- 30 disponer una brida de roca en el terreno, teniendo dicha brida de roca un primer conjunto de orificios pasantes de anclaje dispuesto cada uno para extenderse en un primer ángulo distinto de cero con respecto a, o paralelamente a, una dirección longitudinal de la torre de turbina eólica una vez levantada, y un segundo conjunto de orificios pasantes de anclaje dispuesto cada uno para extenderse en un segundo ángulo distinto de cero con respecto a la dirección longitudinal de la torre de turbina eólica una vez levantada, en el que los ángulos primero y segundo son diferentes entre sí, y en el que extremos superiores de los orificios de anclaje en el segundo conjunto de orificios de anclaje están situados internamente a la cimentación,
- 35 disponer dicha brida de roca con dichos conjuntos primero y segundo de orificios pasantes de anclaje ajustados con dichos orificios taladrados, y
- disponer anclajes en dichos conjuntos primero y segundo de orificios de anclaje.
- 40 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además fijar los anclajes en el terreno mediante un adhesivo.
10. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-9, en el que la brida de roca se utiliza como una plantilla al taladrar los orificios.
11. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-10, que comprende además tensar los anclajes.
- 45 12. Una brida de roca para una cimentación para una torre de turbina eólica, que comprende un primer conjunto de orificios pasantes de anclaje dispuesto cada uno para extenderse en un primer ángulo distinto de cero con respecto a, o paralelamente, una dirección longitudinal de la torre de turbina eólica una vez levantada, y un segundo conjunto de orificios pasantes de anclaje dispuesto cada uno para extenderse en un segundo ángulo distinto de

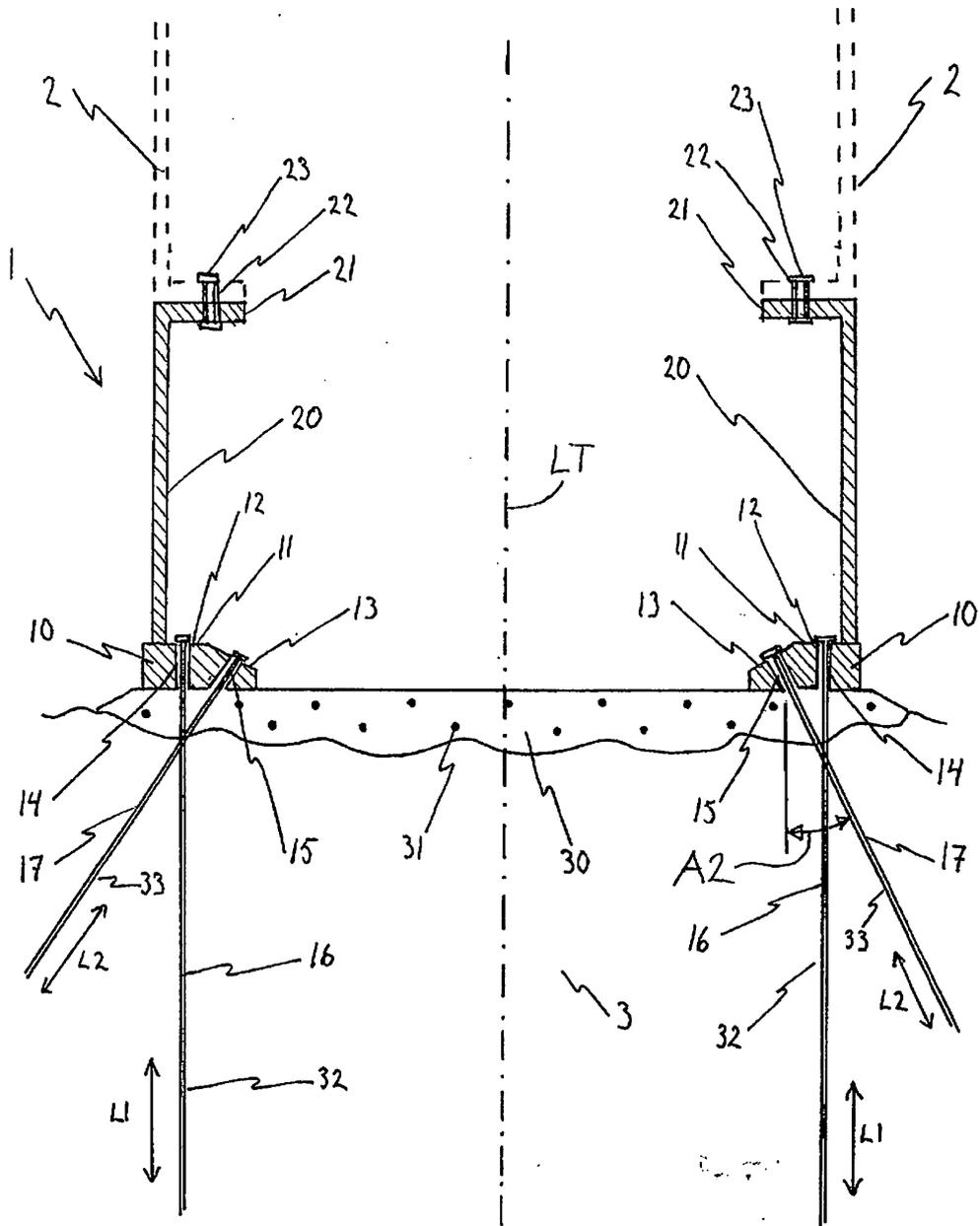
cero con respecto a la dirección longitudinal de la torre de turbina eólica una vez levantada, caracterizada porque los ángulos primero y segundo son diferentes entre sí, y en el que extremos superiores de los orificios de anclaje en el segundo conjunto de orificios de anclaje están situados internamente a la cimentación.

5

13. Una torre de turbina eólica que comprende una cimentación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7.

14. Uso de una cimentación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7 en una torre de turbina eólica.

Fig 1



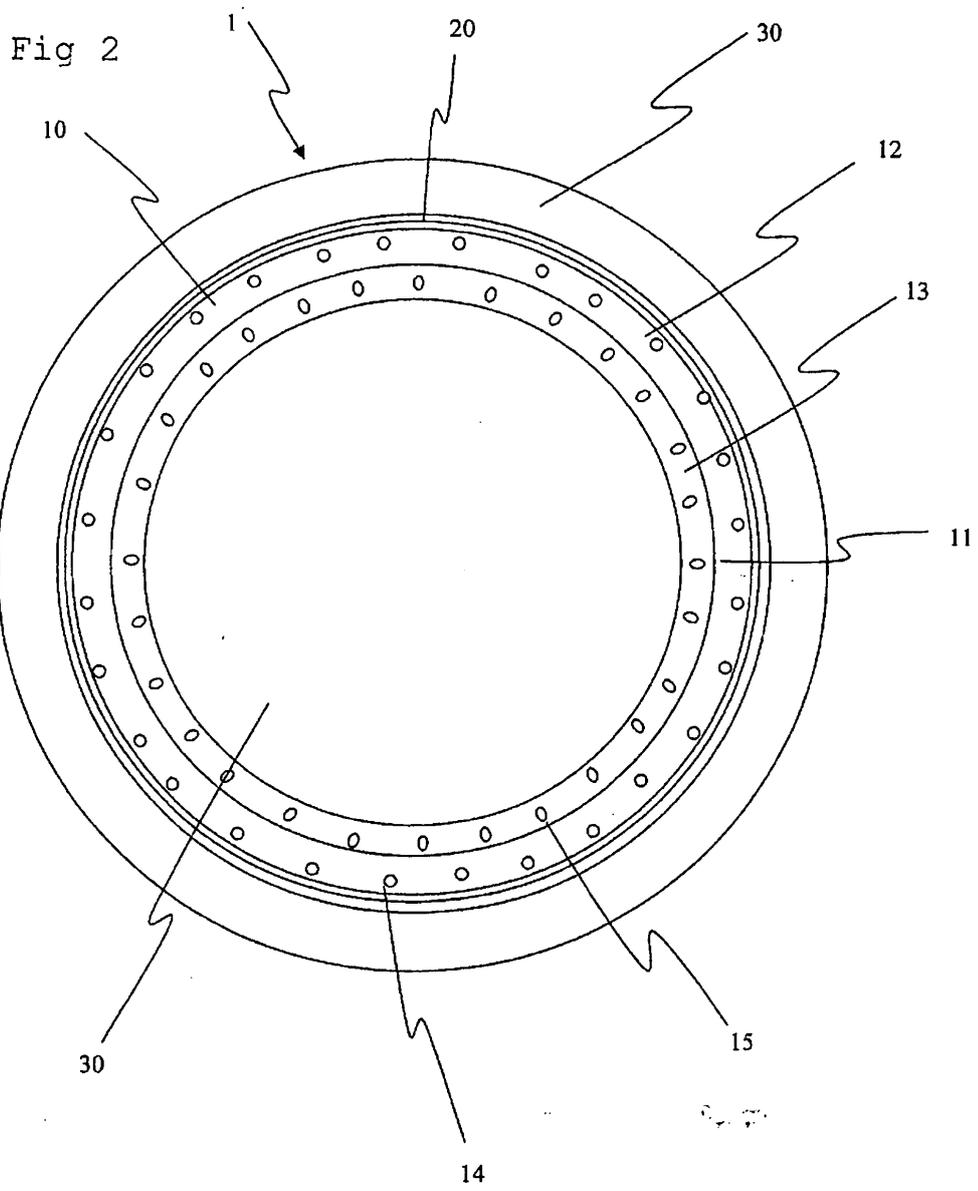


Fig 3b

