

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 563 864**

51 Int. Cl.:

F03D 11/04 (2013.01)

F03D 1/00 (2006.01)

E04H 12/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2014** **E 14175201 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2016** **EP 2821645**

54 Título: **Dovela para torre eólica y método de fabricación de una torre eólica usando dicha dovela**

30 Prioridad:

05.07.2013 ES 201331008

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

16.03.2016

73 Titular/es:

**ACCIONA WINDPOWER S.A. (100.0%)
Avenida Ciudad de la Innovación, 5
31621 Sarriguren, Navarra, ES**

72 Inventor/es:

**FERNÁNDEZ FALCES, SARA;
GARCÍA MAESTRE, IVÁN;
OTERO LANDA, IMANOL;
ARLABÁN GABEIRAS, TERESA;
ARISTEGUI LANTERO, JOSÉ LUIS;
ROYO GARCÍA, RICARDO;
GARCÍA SAYÉS, JOSÉ MIGUEL y
NÚÑEZ POLO, MIGUEL**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 563 864 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

Dovela para torre eólica y método de fabricación de una torre eólica usando dicha dovela.

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se puede incluir en el campo técnico de las dovelas para torres eólicas y más concretamente para torres eólicas en climas fríos en los que la temperatura ambiente está por debajo de los 5 °C. Asimismo la invención comprende el método de fabricación de una torre eólica empleando la dovela descrita.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El objetivo de la energía eólica consiste en generar electricidad a partir del viento mediante aerogeneradores con la máxima eficiencia posible y mínimo coste. Dichos aerogeneradores constan básicamente de una torre, una góndola
15 que alberga el generador eléctrico y un rotor formado a su vez por al menos dos palas.

La torre se encarga de sustentar todos los elementos incorporados en la góndola y de transmitir a la cimentación todos los esfuerzos de reacción generados como consecuencia de las distintas acciones aerodinámicas y condiciones de funcionamiento de la turbina eólica.

20

Generalmente dadas las dimensiones del aerogenerador y en consecuencia de la torre, ésta se fabrica con sectores modulares de hormigón armado llamados dovelas. Para la unión de estas dovelas es necesario el empleo de un material de relleno, que puede consistir en mortero (también denominado *grout*) o una resina, depositado en las mismas.

25

De ahora en adelante se explicará la invención haciendo referencia al empleo de mortero como material de relleno, si bien podría ser, como se ha dicho, resina u otro material.

Durante el montaje de las torres de hormigón en bajas temperaturas es necesario garantizar unas condiciones mínimas de temperatura (como mínimo 5 °C) tanto de las dovelas como del mortero antes de verter el mortero, como del mortero vertido en las juntas verticales y horizontales, con objeto de asegurar un curado adecuado para que el mortero pueda desarrollar todas sus propiedades mecánicas (resistencia).

30

Cuando estos ensamblajes se realizan a bajas temperaturas, en los que la temperatura puede bajar hasta -20 °C, para asegurar un correcto comportamiento estructural de las torres, es necesario disponer de un sistema de calentamiento que permita mantener la temperatura por encima de 5 °C tanto en las dovelas como en el mortero vertido en las juntas.

35

Verter mortero con temperaturas ambiente por debajo de 0 °C siempre es un condicionante bastante restrictivo. Esto es debido a que los hormigones necesitan una cierta temperatura para que se produzca la hidratación del cemento y adquiera resistencia. Además, al tener agua, se corre el riesgo de que al empezar a fraguar, el agua libre se congele, aumentando su volumen, con el subsiguiente peligro de fisuración.

40

En el caso de montaje de torres de hormigón a bajas temperaturas, el volumen de mortero no es suficiente como para garantizar que no se congele el agua, ya que está totalmente rodeado de una gran masa de hormigón prefabricado que estará a temperatura ambiente.

45

En condiciones de bajas temperaturas (por debajo de 5 °C) además de asegurar las propiedades mecánicas del mortero, es necesario garantizar el perfecto relleno de las juntas entre las dovelas que constituyen la torre.

50

Para ello dicho mortero debe de poder ser bombeado a 20 m de altura y no debe producirse segregación al ser vertido desde 20 metros de altura en caída libre, en el caso de las juntas verticales. Las juntas horizontales son todavía más restrictivas ya que en este caso el vertido de mortero se debe de garantizar en cotas superiores a los 100 m de altura. En todos los morteros se exige, según su ficha técnica, que la temperatura del soporte (en el caso de las torres para aerogeneradores son las dovelas) debe estar al menos a +5 °C para garantizar el correcto curado. Por debajo de 5 °C los fabricantes no garantizan las resistencias mínimas necesarias.

55

Tradicionalmente en el estado de la técnica más cercano se realizan las cimentaciones a -20 °C con hormigón con alto contenido de cemento para que tenga un alto calor de hidratación y se caliente lo suficientemente rápido como

para evitar que se congele. Generalmente las zapatas se cubren con mantas térmicas para no perder demasiado calor y de esta forma mantener la temperatura en los valores deseados.

El problema del empleo de las mantas térmicas es que es necesario un buen pegado de las mismas en las superficies que quieren ser calefactadas. Si no se tiene una buena adherencia de dichas mantas se produce un calentamiento lento y no homogéneo de las superficies.

Otra posibilidad para el calentamiento consiste en el empleo de ventiladores con resistencia eléctrica orientados (conductos cilíndricos con toberas de salida de aire direccionables) hacia las juntas. Algunos de los problemas que surgen con esta solución son que es necesario un elevado número de ventiladores, que es necesario un elevado número de grupos electrógenos de suministro de energía a los ventiladores y que es necesaria una cierta garantía de funcionamiento continuo del sistema puesto que una parada supone una pérdida rápida de las condiciones térmicas generadas previamente.

Otras alternativas contempladas en el precalentamiento son el empleo de lámparas infrarrojas. Con las soluciones de mercado no se consiguen resultados eficaces en lo que a calentamiento se refiere.

La técnica de vertido actual de mortero presenta varios inconvenientes, entre los que destacan problemas de fisuración por congelación del agua presente, problemas de calidad en la formación de juntas, problemas de llenado (especialmente en juntas horizontales de cotas muy alejadas del terreno), problemas de capacidad resistente del mortero cuando la temperatura alcanzada es inferior a los 5 °C, problemas de montaje en lo referente tanto a tiempos como a medios empleados (dificultad de bombeo, calentamiento del medio cercano a donde se deposita el mortero...etc.), y la necesidad de emplear morteros especiales con alto contenido en cemento con el subsiguiente encarecimiento de la torre.

Los sistemas de calentamiento conocidos del estado de la técnica, destinados a acondicionar térmicamente los materiales para resolver los problemas anteriormente descritos, presentan un elevado consumo debido a la baja eficiencia térmica.

A partir del estado de la técnica se conoce el documento US7549264, que describe una torre de una instalación de energía eólica. La torre comprende una pluralidad de segmentos de torre circulares superpuestos que tienen un cable calefactor para calentar el material de unión entre dichos segmentos. El cable calefactor se dispone en una configuración serpenteante dentro del segmento de hormigón y permanece en el hormigón del segmento incluso después de que el pilón se ha endurecido.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención describe una dovela para torres eólicas y un método de fabricación de torres eólicas empleando dicha dovela. La dovela y el método de fabricación propuestos permiten resolver el problema del curado del material de relleno en las juntas verticales y horizontales en estructuras constructivas en climas fríos en los que la temperatura ambiente es menor de 5 °C. Más concretamente tanto el diseño de la dovela como el método descrito permiten el empleo de un sistema de calentamiento óptimo de las dovelas en la zona próxima a las juntas entre dovelas. Asimismo, permiten un adecuado fraguado del material de relleno depositado entre las juntas verticales y horizontales de las dovelas utilizadas en la torre eólica. Una ventaja adicional de la dovela y método propuestos es que tras ser utilizado en una dovela, el sistema de calentamiento puede ser reutilizado en el acondicionamiento térmico de otra dovela.

La dovela de la presente invención está diseñada para ser empleada en torres eólicas y comprende al menos un flanco de unión que muestra una configuración destinada a establecer un límite para la conformación de al menos una junta entre dovelas adyacentes empleando un material de relleno que puede ser mortero o resina.

Para poder ser empleada en torres eólicas que se implantan en zonas con climas fríos, la dovela propuesta comprende unos conductos situados en la proximidad de los flancos de unión que están destinados a alojar unos cables calefactores. Cuando se hace pasar una corriente por dicho cables calefactores se genera calor.

Dichos conductos pueden llevar un recubrimiento para permitir una introducción y una extracción más sencilla de los cables calefactores que se introducen en ellos para aumentar la temperatura de esa zona de la dovela durante la fabricación de la torre eólica. En una realización preferente el recubrimiento comprende al menos una capa de material lubricante permite que los cables calefactores se deslicen fácilmente por el interior de los conductos.

- Así pues, los conductos de la dovela están destinados al paso de unos cables calefactores, que permiten calentar los flancos de unión de la dovela que conforman las juntas con dovelas adyacentes. Asimismo permiten calentar el mortero que se vierte en las juntas para mantener la unión entre las dovelas adyacentes. Esto permite poder
- 5 emplear las dovelas descritas en torres eólicas instaladas en zonas con climas fríos. Cuando el mortero de la junta ha adquirido un grado de fraguado suficiente (entendido este como el nivel de fraguado en el que el mortero tiene una capacidad mecánica resistente mínima necesaria para la junta que lo delimita), los cables calefactores se pueden extraer del interior del conducto e introducirse en los conductos de otras dovelas para realizar la misma operación.
- 10 En una realización preferente de la invención, los cables calefactores están alojados en el interior de los conductos y son parte de la dovela. Dichos cables calefactores pueden estar también recubiertos con material lubricante para facilitar su introducción en los conductos. Puede darse el caso de que tanto los cables calefactores como el interior de los conductos comprendan un recubrimiento lubricante. Además, los conductos pueden ser tubos de un material
- 15 de alta conductividad térmica.
- Se describe también un método de fabricación de torres eólicas empleando dovelas como la de la invención que incorporan al menos un cable calefactor dentro de los conductos.
- 20 Para llevar a cabo el método se disponen las dovelas adyacentes entre sí conformando una junta de unión entre dovelas. Una vez se han montado las dovelas, con los cables calefactores ya en su interior, se hace circular una corriente eléctrica por dichos cables calefactores y se realiza el vertido del material de relleno en la junta mientras los flancos de unión de las dovelas permanecen calientes por acción de los cables calefactores. El material de relleno es preferentemente mortero o resina. De esta forma se asegura un correcto fraguado del material de relleno incluso
- 25 en climas fríos con bajas temperaturas ambientales. La colocación de los cables calefactores en los conductos en las proximidades de los flancos de unión de las dovelas, alrededor de las juntas, permite calentar de forma óptima las regiones locales donde se va a verter el mortero.
- Cuando el mortero ha adquirido un fraguado suficiente se retiran los cables calefactores de los conductos. Estos
- 30 mismos cables calefactores pueden utilizarse para fabricar otras estructuras constructivas, disminuyendo así los costes de fabricación de dichas estructuras ya que no es necesario comprar nuevos cables calefactores para cada estructura constructiva nueva.
- Otra opción contemplada en la presente invención es que los cables calefactores queden embebidos en la dovela.
- 35 En este caso, es necesario que las dovelas de la estructura constructiva estén fabricadas con ferralla en su interior, es decir con acero de refuerzo en su interior. En ese casose unen los cables calefactores a la ferralla interna de la dovela. Los cables calefactores quedan así embebidos en la dovela.
- Cuando se colocan los cables calefactores directamente unidos a la ferralla de las dovelas es necesario un gran
- 40 número de puntos de fijación de los cables. Esto se debe a que los cables calefactores son deformables y hay que garantizar que la distancia al flanco de unión que conforma la junta sea substancialmente la misma a lo largo de todo el flanco de unión para garantizar que todo el mortero que se vierte en la junta fragüe bajo las mismas condiciones.
- La presente invención garantiza un posicionado rápido y sencillo de los cables calefactores con respecto a la junta
- 45 gracias a la construcción de los conductos en las dovelas. Dichos conductos no comprenden ángulos rectos para facilitar la inserción y la extracción de los cables calefactores.
- Los conductos en los que se insertan los cables calefactores tienen una alta conductividad térmica y pueden ser colocados aprovechando la ferralla de las dovelas, uniéndolo a ella en el caso de que la dovela tenga ferralla, o
- 50 construyendo los conductos cuando se realiza el encofrado de las dovelas.
- En una realización de la invención en la que el conducto es un tubo de alta resistencia mecánica, y más concretamente un tubo metálico que queda embebido en el hormigón, dicho conducto puede comprender aletas en su exterior para maximizar la superficie de contacto con el hormigón.
- 55 La torre eólica conformada con las dovelas de la invención y siguiendo el método descrito tiene todas las juntas, tanto verticales como horizontales, unidas entre sí mediante mortero. El método empleado para su conformación permite garantizar las condiciones mínimas de temperatura (5 °C) tanto en los flancos de unión de las dovelas antes de verter el mortero como en el mortero vertido en las juntas. Así se asegura un curado adecuado y el mortero

puede desarrollar todas sus propiedades mecánicas (resistencia). Esto es esencial en torres eólicas que tienen que soportar esfuerzos muy elevados debido a que se instalan siempre en zonas con fuertes rachas de viento y a que la acción del viento en las palas del aerogenerador conlleva fuertes tensiones en la torre.

5 DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en los que, con carácter ilustrativo y no

limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1a.- Muestra una vista de detalle en planta de una junta vertical formada entre dos dovelas adyacentes.

Figura 1b.- Muestra una vista de una de las dovelas que aparecen en la figura 1a donde se observan los conductos colocados en uno de sus flancos de unión verticales.

15 Figura 2a.- Muestra una vista de una junta horizontal formada entre dos dovelas adyacentes.

Figura 2b.- Muestra una vista en planta de una de las dovelas que aparecen en la figura 2a con los conductos colocados en uno de sus flancos de unión horizontales.

Figura 3.- Muestra una vista de una dovela con conductos ciegos donde la entrada y la salida son coincidentes y están colocados en uno de sus flancos de unión verticales de la dovela.

20 Figura 4.- Muestra una vista de una dovela con un detalle de un conducto formado por un tubo con aletas para aumentar la conductividad térmica embebido en el hormigón.

Figura 5a.- Muestra una vista de una dovela con conductos en su flanco vertical y un detalle en el que se aprecian el tubo que conforma el conducto, el material lubricante y el cable calefactor.

Figura 5b.- Muestra una vista de una dovela con conductos en su flanco vertical como en la figura 5a pero en esta se ha retirado el tubo.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

La presente invención describe una dovela para torres eólicas instaladas en zonas de climas fríos y un método de fabricación de torres eólicas empleando dicha dovela. El objetivo de la invención es permitir calentar de forma local las dovelas de la torre eólica en las zonas de interés para permitir un correcto fraguado del mortero o cemento que se vierte en las juntas de unión entre dovelas.

En particular, la invención es especialmente ventajosa en el caso de torres de hormigón, construidas habitualmente a partir de dovelas fabricadas con hormigón y un refuerzo metálico en su interior consistente en barras de acero entrelazadas, denominado habitualmente ferralla.

La dovela de la presente invención comprende al menos un flanco de unión (3) que muestra una configuración destinada a establecer un límite para la conformación de al menos una junta (4) entre dicha dovela y una dovela contigua empleando un material de relleno. La característica más importante de la dovela propuesta es que comprende unos conductos (2) dotados de una entrada (9) y una salida (10), situados en la proximidad de los flancos de unión (3) y que están destinados a alojar unos cables calefactores (1).

Los cables calefactores están diseñados para generar calor cuando se hace pasar a su través una corriente eléctrica.

Dichos cables calefactores (1) pueden formar parte o no de la propia dovela y se introducen en los conductos (2) a través de la entrada (9) y se extraen por la salida (10). Para facilitar estas operaciones el conducto (2), los cables calefactores (1) o ambos pueden llevar un recubrimiento (7). Adicionalmente dicho recubrimiento puede comprender al menos una capa de material lubricante (7).

En la realización que se aprecia en la figura 5b los conductos (2) están delimitados por el propio hormigón de las dovelas, habiendo quedado conformados en la fabricación de las dovelas mediante el empleo de insertos.

55 En una realización alternativa, los conductos (2) pueden ser tubos (11) de un material de alta resistencia estructural, tal como, por ejemplo, acero, que quedan embebidos en el hormigón de la dovela. En este caso además de actuar como alojamiento y guía para los cables calefactores, actúan como refuerzo estructural de la propia dovela.

En otra realización, los conductos (2) son tubos de un material de baja resistencia estructural en cuyo caso actúan

sólo como alojamiento y guía.

Además los tubos (11) pueden ser de un material de alta conductividad térmica para potenciar el efecto del calor que se genera en los cables calefactores (1) cuando se les aplica una corriente eléctrica. En una realización preferente, los conductos (2) comprenden en su superficie exterior una serie de aletas (12) destinadas a aumentar su conductividad térmica.

Para la fabricación de las dovelas se dispone la ferralla sobre un molde que se cubre con un contramolde para posteriormente verter el hormigón. En una realización los conductos (2) se conforman con insertos. Dichos insertos se disponen unidos a la ferralla de la dovela mediante elementos de unión que quedan embebidos en ella una vez fraguado el hormigón. O bien los insertos, o bien los elementos de unión, o los dos, son rígidos para permitir un mejor control de su posición con respecto a la superficies del molde que delimitarán los flancos de la dovela. Así se garantiza que la distancia de los cables calefactores a los flancos de la dovela es siempre la misma.

En la realización en la que los conductos (2) son tubos de acero (11), éstos se disponen entrelazados con la ferralla previamente al vertido de hormigón para la fabricación de las dovelas, de manera que formen parte de dicha ferralla. Esta realización es especialmente ventajosa desde el punto de vista del posicionamiento de los conductos y de la resistencia que confieren a las dovelas. Además, su fabricación es más sencilla, pues no es necesario realizar ninguna operación de desmoldeo posterior como en el caso de la alternativa anterior.

En realizaciones particulares en las que las dovelas tienen uno de sus flancos de unión cerrados, los conductos (2) son ciegos y la entrada (9) es coincidente con la salida (10).

En una realización de la invención en la que se trabaja con juntas verticales, los conductos (2) se construyen en dirección vertical, paralelos a un flanco de unión vertical (3) de la dovela (6). En otra realización en la que se trabaja con juntas horizontales, los conductos (2) se construyen en dirección horizontal, paralelos a un flanco de unión horizontal (3) de la dovela (6).

En otra realización, los conductos (2) se construyen con la misma curvatura que la dovela (6) y con un tramo radial (8) en sus extremos destinado a facilitar la introducción del cable calefactor (1) en el conducto (2) por el orificio de entrada (9). En este caso, el tramo radial (8) de los conductos (2) comprende un codo de unión que tiene una curvatura lo suficientemente grande para facilitar la inserción y retirada del cable calefactor (1).

Asimismo, es un objeto de la presente invención un método de fabricación de una torre eólica empleando las dovelas anteriormente descritas que permite trabajar incluso cuando la temperatura ambiente es menor a 5 °C. Se trata de un método de fabricación sencillo que no conlleva un encarecimiento de las torres eólicas de hormigón que se conforman con él. Se emplean cables calefactores para calentar la zona de la junta entre dovelas y permite la colocación de dichos cables calefactores de forma rápida y sencilla con respecto a la junta de las dovelas.

El método de fabricación de torres eólicas propuesto comprende el empleo de unas dovelas como las anteriormente descritas que incorporan al menos un cable calefactor (1) dentro de los conductos (2). El método comprende una etapa de disponer las dovelas (6) adyacentes entre sí de manera que se conforma una junta de unión (4) entre dovelas. Posteriormente hay que hacer circular una corriente eléctrica por los cables calefactores (1), verter un material de relleno en la junta entre dovelas (6), y finalmente extraer los cables calefactores (1) de los conductos (2) a través de la salida (10) de los conductos (2), una vez que el mortero ha adquirido un grado de fraguado suficiente.

La etapa de aplicación de corriente para el calentamiento de las dovelas (6) previamente al vertido del material de relleno se realiza durante el tiempo suficiente para que las dovelas (6) alcancen una temperatura superior a 5 °C. Posteriormente al vertido del material de relleno, se continúa aplicando corriente a los cables calefactores hasta que el material de relleno de la junta ha adquirido un grado de fraguado suficiente (entendido este como el nivel de fraguado en el que el material de relleno tiene una capacidad mecánica resistente mínima necesaria para la junta que lo delimita). El tiempo necesario para ello dependerá al menos de la temperatura ambiente y del tipo de material de relleno. En el método propuesto se tiene caracterizado el tiempo mínimo que es necesario aplicar corriente posteriormente al vertido del material de relleno en función del material de relleno empleado. Este tiempo puede ser de varias horas, pudiendo ser superior a 24 horas cuando el material de relleno empleado es mortero.

El método descrito en la presente invención puede comprender una etapa adicional de colocar unos conectores (5) entre los extremos de distintos cables calefactores (1) que hay en los conductos (2) que permiten la transmisión de corriente entre dichos cables calefactores (1) y realizar la conexión a una caja de alimentación de potencia de dichos

cables calefactores (1). Cuando se coloca un cable calefactor (1) en cada conducto (2) se pueden emplear estos conectores (5) para establecer las conexiones eléctricas entre los cables calefactores (1) de manera que se conduzca la corriente entre los cables calefactores (1) para disminuir el número de conexiones al equipo de potencia.

5

Gracias a los conductos (2) contruidos en el interior de las dovelas (6), la colocación de los cables calefactores (1) respecto a los flancos de unión (3) que conforman las juntas (4) se realiza de forma sencilla y rápida. Únicamente hay que introducir los cables calefactores (1) por el interior de dichos conductos y cuando ya se han utilizado para calentar el mortero vertido en las juntas (4) y ya han fraguado correctamente, los cables calefactores (1) se extraen de los conductos (2). Por lo tanto, los mismos cables calefactores (1) pueden emplearse en la fabricación de varias torres eólicas con lo que se reducen los costes de fabricación.

10

Hay que tener en cuenta que los conductos (2) deben estar libres de ángulos rectos ya que en caso contrario se complica mucho la introducción y la extracción del cable calefactor (1).

15

En una realización preferente, los conductos situados próximos a los flancos que delimitan las juntas verticales son ciegos y la entrada (9) y la salida (10) son coincidentes de manera que la inserción y extracción de los cables se hace por un solo punto. Preferentemente, los conductos son ciegos y rectos, sin cambios de dirección. Así, la etapa de inserción es todavía más sencilla. En otra realización, la entrada y la salida de los conductos (2) próximos a los flancos que delimitan las juntas verticales son pasantes. Así, no sólo la extracción de los cables calefactores se facilita, sino también su inserción en otra dovela para su posterior utilización.

20

Para el método de fabricación descrito puede ser necesario el empleo de conectores (5) para conducir la corriente a cada cable calefactor (1) desde un equipo de alimentación de corriente.

25

Generalmente, las dovelas (6) empleadas en el método para fabricar torres eólicas de hormigón disponen de ferralla en su interior. En estos casos el método comprende una etapa de unión de los tubos de fabricación de los conductos a la ferralla.

30

Cuando se trata de tubos de una alta resistencia estructural, quedan preferentemente embebidos en la dovela y actúan como refuerzo estructural de la dovela (6) además de ser el conducto (2) destinado a recibir los cables calefactores (1). En una realización preferente, los tubos de alta resistencia estructural son metálicos, preferentemente de acero.

35

Asimismo, los tubos pueden ser de un material de baja resistencia estructural, como por ejemplo plástico. La diferencia respecto a la realización anterior es que, en este caso, los conductos (2) no actúan como refuerzo estructural y su única función es permitir el paso y el guiado de los cables calefactores (1) a su través. Sin embargo al ser de bajo coste y quedar embebidos en el hormigón constituyen una opción eficiente para el sistema de calentamiento.

40

En otra realización de la invención los insertos empleados para la construcción de los conductos (2) están recubiertos de material lubricante y el método comprende una etapa de retirar el conducto (2) del interior de la dovela (6).

45

Estos insertos se colocan antes de verter el mortero y, después del fraguado del mortero, se retiran de forma sencilla gracias al material lubricante. Esta realización implica una menor necesidad de material para la colocación de los cables calefactores ya que los insertos que se emplean para conformar los conductos (2) se pueden reutilizar en varias torres y/o dovelas.

50

Cuando el método de fabricación se emplea para la fabricación de torres eólicas en las que hay juntas verticales, los conductos (2) se construyen en dirección vertical, paralelos a un flanco de unión vertical (3) de la dovela (6). Este ejemplo está ilustrado en la figura 2. En este caso concreto se aprecia una junta vertical en el extremo de una dovela. Dicha junta está rodeada por una pluralidad de conductos (2) en cuyo interior se introduce el cable calefactor (1).

55

Cuando el método se emplea para la fabricación de torres eólicas en las que hay juntas horizontales, los conductos (2) se construyen en dirección horizontal, paralelos a un flanco de unión horizontal (3) de la dovela (6). Esta realización está representada en la figura 3.

Adicionalmente, cuando se está realizando la unión de dos dovelas (6) con juntas horizontales, los conductos (2) se construyen con la misma curvatura que la dovela (6) y con un tramo radial (8) en sus extremos destinado a facilitar la introducción del cable calefactor (1) en el conducto (2). Esto también puede apreciarse en la figura 3.

- 5 La inserción del cable calefactor (1) en el conducto (2) se realiza utilizando un material lubricante (7) que facilita dicha inserción.

Asimismo, el método puede comprender unas últimas etapas de retirada del cable calefactor (1), del conducto (2) de una dovela (6) y, posteriormente, de introducción de dicho cable calefactor (1) en el conducto (2) de otra dovela (6).

10

REIVINDICACIONES

1. Dovela para torre eólica que comprende:
 - 5 al menos un flanco de unión (3) configurado para establecer un límite para la formación de al menos una junta (4) entre dicha dovela y una dovela contigua empleando un material de relleno, al menos un conducto (2) configurado para recibir un cable calefactor, el al menos un conducto (2) se sitúa en la proximidad del al menos un flanco de unión (3) de la dovela,
 - 10 **caracterizada por que** el conducto (2) está dotado de una entrada (9) para la introducción de dicho cable calefactor y una salida (10) para la extracción de dicho cable calefactor.
2. Dovela para torre eólica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** en el interior del al menos un conducto (2) se aloja un cable calefactor (1).
- 15 3. Dovela para torre eólica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el al menos un conducto (2) tiene un recubrimiento (7) destinado a facilitar la inserción y la extracción de unos cables calefactores (1) en el conducto (2).
- 20 4. Dovela para torre eólica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el recubrimiento (7) comprende al menos una capa de material lubricante (7).
5. Dovela para torre eólica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** es de hormigón armado y las superficies que delimitan el al menos un conducto (2) son de hormigón.
- 25 6. Dovela para torre eólica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** es de hormigón armado y el al menos un conducto (2) está formado por un tubo (11) de un material de alta conductividad térmica embebido en el hormigón de la dovela.
- 30 7. Dovela para torre eólica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** las dovelas (6) comprenden ferralla en su interior y los conductos (2) están unidos a dicha ferralla.
8. Dovela para torre eólica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** las dovelas (6) comprenden ferralla en su interior y los conductos (2) son metálicos y forman parte de dicha ferralla.
- 35 9. Dovela para torre eólica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** los conductos (2) son ciegos y la entrada (9) y la salida (10) son coincidentes.
10. Dovela para torre eólica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** los conductos (2) se construyen en dirección vertical, paralelos a un flanco de unión vertical (3) de la dovela (6).
- 40 11. Dovela para torre eólica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** los conductos (2) se construyen en dirección horizontal, paralelos a un flanco de unión horizontal (3) de la dovela (6).
- 45 12. Dovela para torre eólica de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizada por que** los conductos (2) se construyen con la misma curvatura que la dovela (6) y con un tramo radial (8) en sus extremos destinado a facilitar la introducción del cable calefactor (1) en el conducto (2) por el orificio de entrada (9), y el tramo radial (8) de los conductos (2) comprende un codo de unión tiene un radio de curvatura lo suficientemente grande como para facilitar la inserción y retirada del cable calefactor (1).
- 50 13. Método de fabricación de una torre eólica empleando dovelas para torres eólicas como las descritas en las reivindicaciones 1 a 12, donde las dovelas incorporan al menos un cable calefactor (1) dentro de los conductos (2), que comprende las siguientes etapas:
 - 55 - disponer las dovelas (6) adyacentes entre sí, de manera que se conforma una junta de unión (4) entre dovelas,
 - hacer circular una corriente eléctrica por los cables calefactores (1),
 - verter un material de relleno en la junta entre dovelas (6), **caracterizado por que** comprende:
 - extraer los cables calefactores (1) de los conductos (2) a través de la salida (10) de los conductos (2), una vez que el mortero ha adquirido un grado de fraguado suficiente.

14. Método de fabricación de una torre eólica de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** comprende una etapa de colocar unos conectores (5) entre los extremos de los cables calefactores (1) que hay en los conductos (2) que permiten la conducción de corriente eléctrica entre dichos cables calefactores (1).
- 5
15. Método de fabricación de una torre eólica de acuerdo con las reivindicación 13, **caracterizado por que** los conductos (2) empleados están recubiertos de material lubricante y el método comprende una etapa de retirar el conducto (2) del interior de la dovela (6).
- 10
16. Método de fabricación de una torre eólica de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** la inserción del cable calefactor (1) en el conducto (2) se realiza utilizando un material lubricante (7) que facilita dicha inserción.
- 15
17. Método de fabricación de torre eólica de acuerdo con la reivindicación 13 **caracterizado por que** el método comprende una etapa de retirar el cable calefactor (1) del conducto (2) de una dovela (6) y una etapa posterior de insertar dicho cable calefactor (1) en el conducto (2) de otra dovela (6).

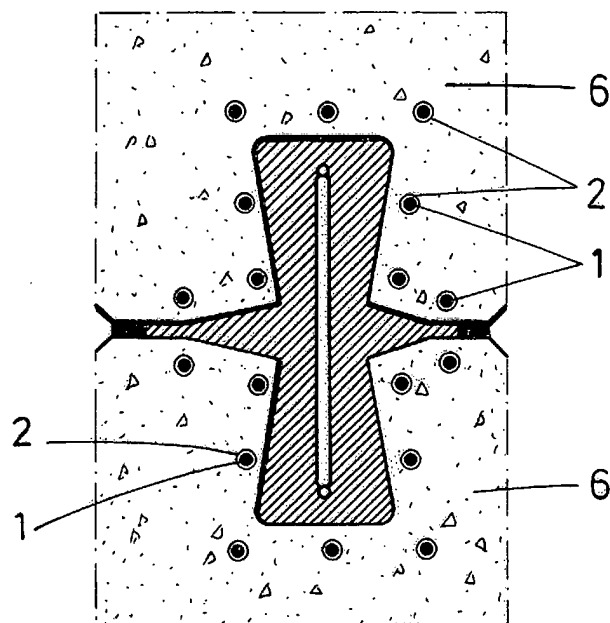


FIG.1a

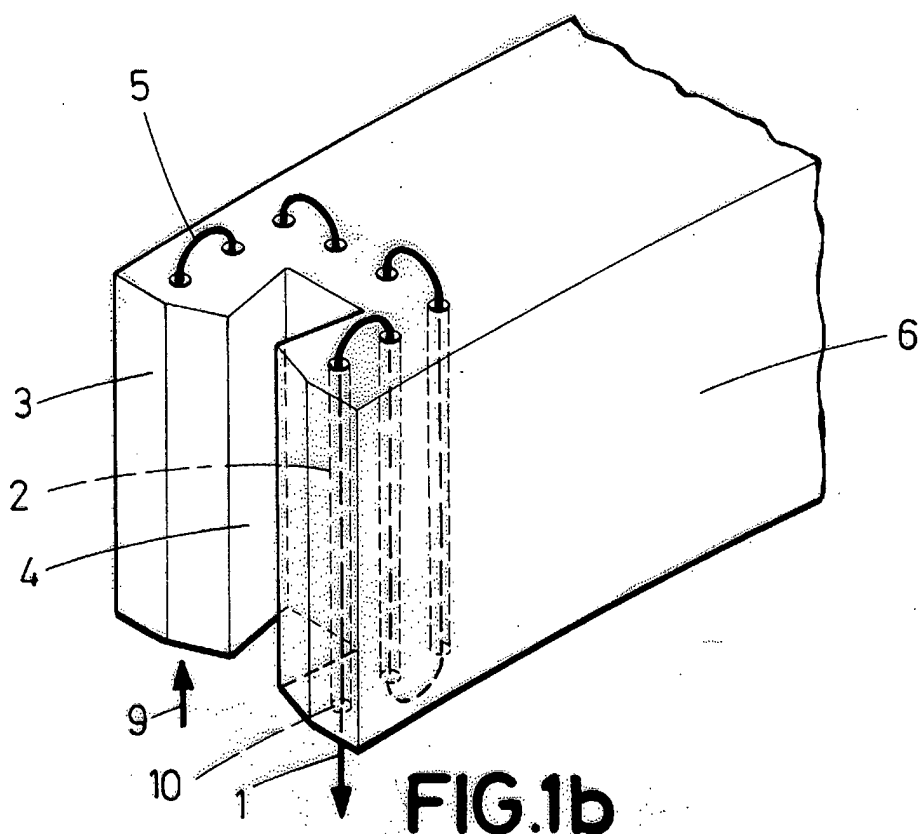
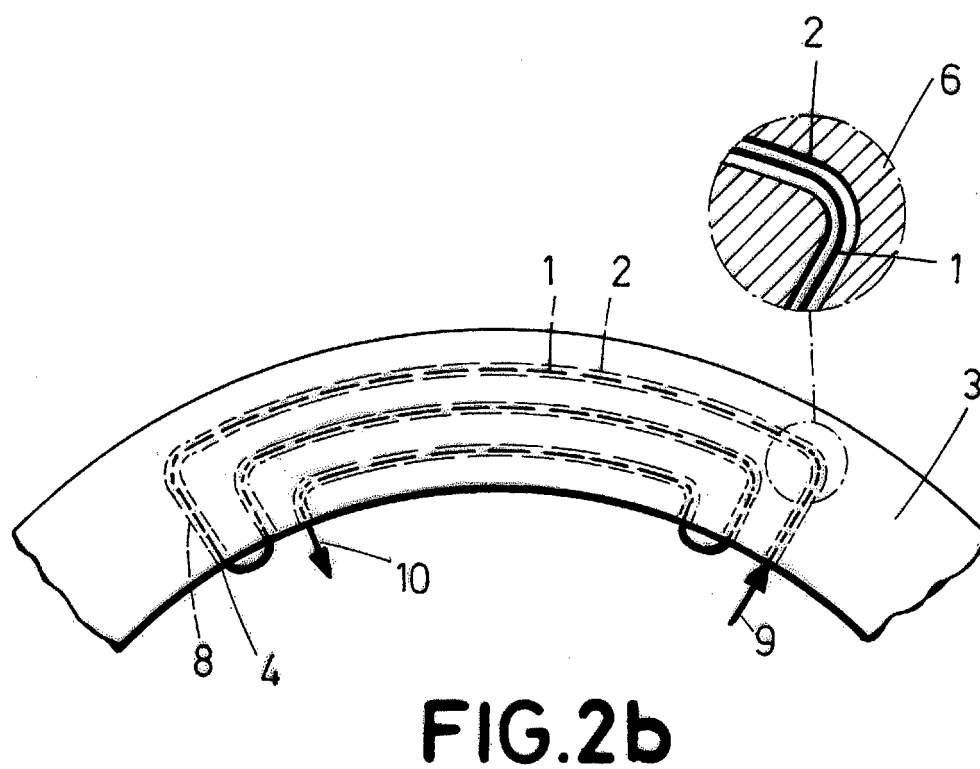
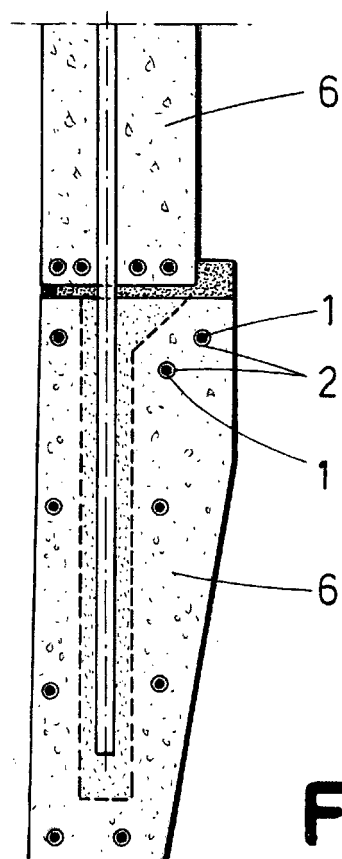


FIG.1b



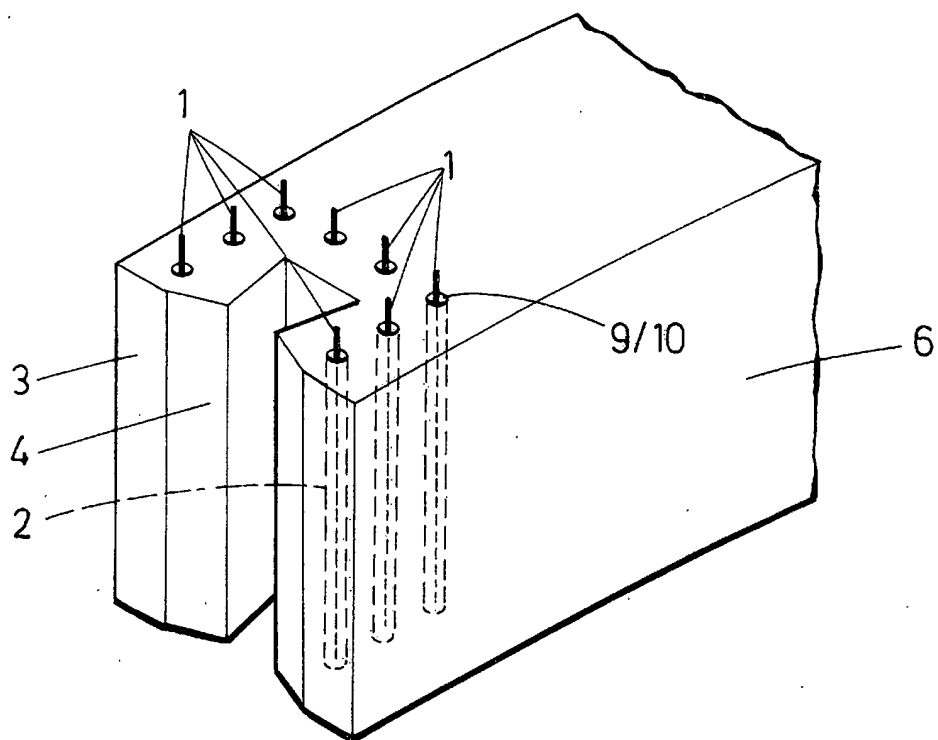


FIG. 3

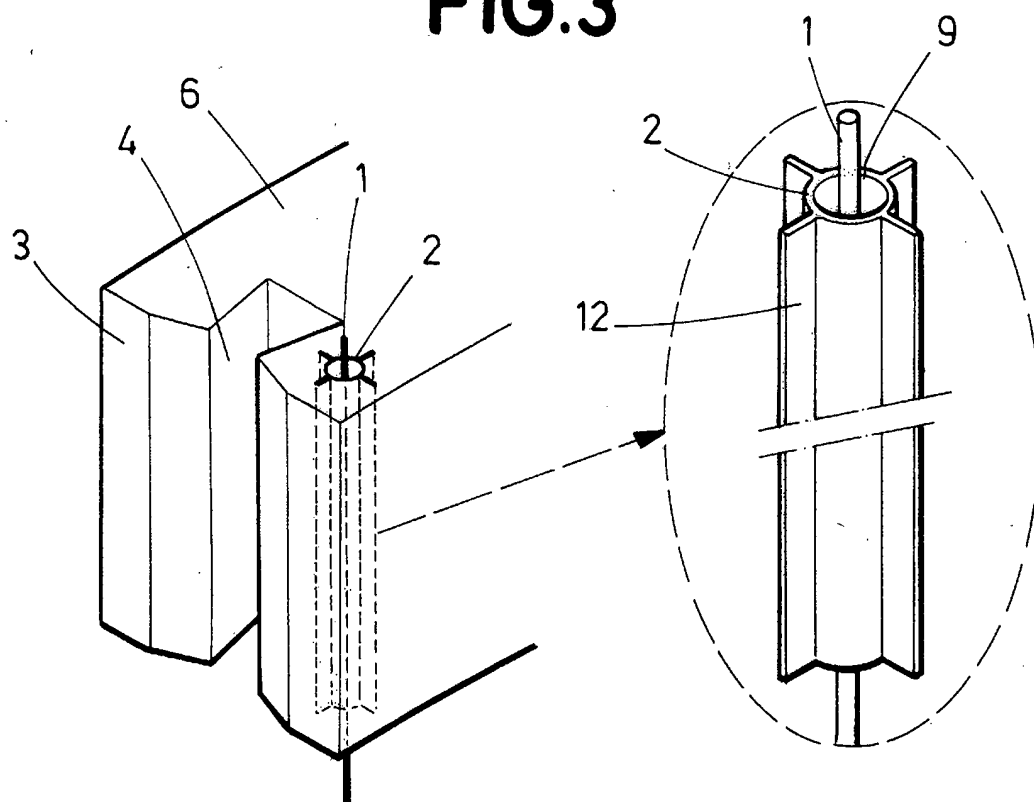


FIG. 4

