

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 343 451**

51 Int. Cl.:

**E04H 12/12** (2006.01)

**E04H 12/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2006 E 06027134 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2015 EP 1889988**

54 Título: **Estructura y procedimiento de montaje de torres de hormigón para aerogeneradores**

30 Prioridad:

**16.08.2006 ES 200602204**

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

**13.11.2015**

73 Titular/es:

**INNEO21, S.L. (100.0%)  
Orense 12, 1º of. 2  
28020 Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**FERNÁNDEZ GÓMEZ, MIGUEL ÁNGEL y  
JIMENO CHUECA, JOSÉ EMILIO**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 343 451 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

Estructura y procedimiento de montaje de torres de hormigón para aerogeneradores.

La presente invención, procedimiento de montaje hormigón para aerogeneradores, se refiere a un original y novedosa estructura y su procedimiento de montaje asociado, para la construcción de torres de aerogeneradores, en parques eólicos.

5 Por esto, la presente invención será de especial interés para el sector de la industria suministradora de aerogeneradores para aprovechamiento de la energía eólica y para el sector de la industria de la construcción relacionado con obra civil de este tipo de instalaciones.

10 La estructura y procedimiento objeto de la presente invención, supone un avance respecto a lo conocido hasta el momento en el Estado de la Técnica, si bien se basa en determinadas invenciones desarrolladas por el mismo titular en un proceso de innovación continua en el campo al que se refiere el objeto de la presente invención.

Por otra parte, ésta permite el desarrollo de manera viable económica y técnicamente de grandes torres de hormigón, pudiendo superar en altura a las tradicionalmente empleadas de acero y superando determinados problemas estructurales, en especial de vibraciones y de fatiga que están suponiendo el principal obstáculo al desarrollo en altura de los aerogeneradores comercialmente instalados en la actualidad en parques eólicos.

15 En la actualidad es bien conocido el desarrollo de la energía eólica a nivel mundial y en especial en determinados países europeos entre los que destacan Alemania, España y Dinamarca.

20 Tras más de una década de considerable avance tecnológico en el desarrollo de aerogeneradores desde decenas de kW hasta MW en la actualidad, se ha venido poniendo de manifiesto la necesidad de ir a máquinas con rotores de mayor diámetro (de 90 metros en la actualidad) y a mayor altura de buje, superando ésta los cien metros. Esta evolución requiere el desarrollo de tecnologías que permitan la construcción, de manera viable en costos y tiempos, de torres progresivamente de mayor altura.

En este proceso de avance del Estado de la Técnica, cabe citar como referencia las siguientes tres invenciones del propio titular de la presente invención, al tratarse de invenciones pertenecientes al mismo campo de la técnica.

25 Así, el Modelo de Utilidad U200502266 "Molde perfeccionado para la ejecución de elementos de hormigón prefabricado para la construcción de torres modulares para aerogeneradores", es una invención que consiste en un encofrado metálico, de PVC, fibra de vidrio, o cualquier otro material, necesario para poder fabricar elementos de geometría complicada con tolerancias estrictas, necesarios para la fabricación de torres dentro del mismo campo de aplicación que el de la presente invención. En esta se resuelven satisfactoriamente determinados problemas asociados a la producción mediante prefabricados de hormigón de elementos para la construcción de torres modulares para aerogeneradores.

30 Por otra parte, el Modelo de Utilidad U200501400 "Estructura perfeccionada de juntas entre placas de torres modulares para aerogeneradores y otras aplicaciones", consiste en una novedosa y original estructura de unión entre las placas que constituyen las antes referidas torres de soporte de aerogeneradores.

35 Otra invención española, que se refiere a este mismo campo de la técnica, descrita en el Modelo de Utilidad U200402304, "Estructura perfeccionada de torre modular para aerogeneradores y otras aplicaciones", constituye otra invención del mismo titular en la que se reivindica la división de la torre en secciones limitadas por juntas horizontales y la división de cada sección de torre en diferentes elementos prefabricados, denominados dovelas, a modo de porciones, de manera que se alcancen unas dimensiones y pesos que permitan su fácil transporte desde fábrica hasta el parque eólico. En esta técnica se considera la unión de los distintos elementos estructurales, mediante conexiones armadas o pretensadas. Todo ello implica la necesidad de resolver la unión entre dichos elementos, de manera que se resuelvan problemas de resistencia y de deformaciones asociadas a las referidas uniones de diferentes materiales, en situación donde se requieren especiales características de estanqueidad y resistencia mecánica.

40 No obstante y pese al avance alcanzado en el Estado de la Técnica, por las anteriores invenciones, para alcanzar el objetivo de realizar estructuras de torres de hormigón mediante piezas prefabricadas y montadas en el emplazamiento final, que permitan alcanzar unas prestaciones superiores a la tecnología conocida y empleada en la actualidad en el Estado de la Técnica, resulta necesario idear una estructura y procedimiento que permita su realización de manera viable, en cuanto a resistencia mecánica resultante así como a costes y tiempos de ejecución, siendo este el objeto de la presente invención.

45 Así, el procedimiento de montaje de torres de hormigón para aerogeneradores, que constituye el objeto de esta invención y que se define por la reivindicación 1, consiste, entre otras cosas, en un proceso de montaje de torres de hormigón

5 constituido por distintas etapas o fases, que pueden ser desarrolladas en el tiempo en las distintas torres de un parque eólico, comprendiendo actividades de montaje y premontaje de las secciones de cada torre de un aerogenerador en el que cada sección de la estructura de las torres podrá estar compuesta de un número diferente de dovelas, o sectores longitudinales, en función de la situación de la sección en la altura de la torre. Este proceso comprende dos ciclos diferenciados, de premontaje de cada sección de torre y de montaje de los mismos, comprendiendo el ciclo de premontaje, para cada sección, un proceso dividido en las siguientes fases, para cada sección compuesto por distintas dovelas: una fase para el transporte y montaje de cada dovela, teniendo por tanto tantas fases como número de dovelas, seguido de una última fase de relleno de las juntas verticales de cada sección.

10 Finalmente, el documento ES2246734 divulga una torre modular prefabricada, que se utiliza como soporte para generadores eólicos y otras aplicaciones, caracterizada porque utiliza elementos prefabricados de espesor reducido, reforzados con una estructura interna de rigidizadores horizontales y verticales, preferiblemente de hormigón armado; estando dichos elementos tensados tanto horizontal como verticalmente mediante cables metálicos flexibles. Las principales ventajas de la invención presentada son que permite la construcción rápida de torres muy altas torres que utilizan un número limitado de elementos y que estos elementos no son pesados y son fáciles de transportar, todo lo cual conduce a un ahorro en los costes de fabricación, transporte e instalación.

15 Este documento divulga, en términos de la reivindicación 1, las siguientes características:

20 un procedimiento para el montaje de torres de hormigón usadas en aerogeneradores, que consiste de un procedimiento para el montaje torres de hormigón en diferentes etapas o fases, donde cada sección de la estructura de las torres se compone de un número de diferentes dovelas o secciones longitudinales con base en su posición en la altura de la torre, con juntas verticales que están llenas de cemento, las secciones se colocan en la parte superior de la otra hasta que se forme la torre completa.

25 Además, el referido ciclo de premontaje se puede realizar, para la primera sección de la torre del aerogenerador, directamente en el emplazamiento definitivo sobre la zapata de la base o cimentación del aerogenerador, mientras que las otras secciones intermedias se premontan sobre unas bases de montaje, que se colocan en el suelo sobre la zona de plataformas previstas en la proximidad a la base de cada aerogenerador o sobre la propia base, siendo colocadas las dovelas en su posición con la ayuda de unos puntales de arriostramiento y estabilidad.

Además, el ciclo de montaje, se inicia a continuación del primer ciclo de premontaje, en el mismo aerogenerador, y viene a consistir en la colocación de cada sección sobre la anterior, mediante izado, con la ayuda de grúa y encaje en el sistema de unión de cada sección.

30 El ciclo de Premontaje de la primera sección comprende también al menos las siguientes etapas, para el caso de que conste de cuatro dovelas:

- Verificación de la geometría, nivelación e implementos de la cimentación y colocación previa de las placas de nivelación con el espesor pre-ajustado para lograr la horizontalidad del apoyo de la pieza.

35 - Enganche de la primera dovela, provista de puntal, en los pernos de izado de coronación a la grúa de montaje y en los pernos inferiores a otra grúa de retenida o con un segundo polipasto de la grúa de montaje.

- Volteado de la dovela en el aire cuidando que las barras salientes inferiores (de anclaje a la zapata) no tropiecen y no se dañen o doblen. Una vez alcanzada la posición vertical, colocación de la dovela en la vertical de su emplazamiento definitivo.

40 - Descenso de la dovela introduciendo las barras de conexión en las vainas. Ajuste del extremo del puntal en la placa perforada de la cimentación.

- Comprobación de la posición de la dovela. Ajuste actuando sobre la regulación del puntal o con la grúa, y liberación de la grúa.

- Repetición de la operación con la dovela diametralmente opuesta.

45 - Montaje de la 3ª dovela, sin puntal, uniéndose a las dos dovelas ya colocadas mediante gatos mecánicos situados en las juntas verticales a diferentes cotas de altura. Comprobación de la abertura de las juntas verticales en toda su altura. Comprobación de la posición de la dovela y liberación de la grúa.

- Montaje de la dovela de cierre, sin puntal, fijándose a las anteriores, con el mismo proceso que en la 3ª.

- Introducción de las parrillas de las juntas verticales desde el extremo superior y de cuantos elementos requieran el uso de la grúa.

- Una vez montadas todas las dovelas comprobación de la posición del conjunto, incluso posición vainas, y realización de los posibles ajustes necesarios.

5 - Retirada de los puntales regulables mediante grúa.

- Encofrado de la junta horizontal inferior y vertido del mortero para solidarizar la 1era sección a la zapata.

Después o simultáneamente al vertido del mortero de la junta horizontal inferior, colocación del mortero en las juntas verticales.

Una vez alcanzada resistencia suficiente en el mortero de las juntas, retirada de los gatos de las juntas verticales.

10 Además, el ciclo de Premontaje de las secciones intermedias, constituidos por varias dovelas, comprende al menos las siguientes etapas, para el caso de que consten de tres dovelas:

- Colocación de la primera dovela sobre las bases de premontaje de forma análoga a la descrita para la 1era sección.

- En la colocación de la segunda dovela, además de actuar sobre el puntal, también se aprietan los gatos de la junta vertical entre las dos dovelas.

15 - El montaje de la dovela de cierre, es análogo al de la dovela de cierre de la primera sección y de igual modo no requiere puntal.

- La última sección viene premontada de fábrica, sobre camión, en posición horizontal.

20 - El ciclo de montaje, efectuado con una grúa de mayor potencia, consiste en la colocación sucesiva de cada sección sobre el anterior, encajando y ajustando el sistema de unión de las juntas horizontales. Para el volteo de la última sección, el enganche del extremo inferior se realiza abrazando el perímetro de la sección mediante cinta de nylon o similar fijada en un punto al borde inferior de la sección, mediante un gancho metálico, para evitar su deslizamiento.

Por último, en el caso de que el sistema de unión de las juntas horizontales sea por encaje de barras pasivas en vainas adecuadas, con mortero de conexión, la realización de las juntas horizontales comprenderá al menos las siguientes etapas:

- Producción del mortero sin retracción.

25 - Relleno de todas las vainas comprobando el volumen de mortero introducido.

- Tras el relleno controlado de las vainas, vertido del mortero rellenando el espacio de la junta horizontal entre las dos secciones hasta alcanzar un adecuado espesor que garantice el contacto total en la superficie de la junta entre cada 2 secciones.

30 A continuación se expone una detallada descripción del procedimiento de montaje de torres de hormigón para aerogeneradores, objeto de la presente invención, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que se representa, a simple título de ejemplo, no limitativo, una forma preferente de realización susceptible de todas aquellas variaciones de detalle que no supongan una alteración fundamental de las características esenciales de dichos perfeccionamientos.

En dichos planos se ilustran:

35 - Fig. 1.- Esquema de una dovela (1), con puntal (2), gatos (3) y barras salientes (9) y plataforma de trabajo (12), en una estructura y procedimiento de montaje de torres de hormigón para aerogeneradores.

- Fig 2.- Esquema de una sección (4) con las juntas verticales (8) entre dovelas, los pernos de izado (10) y el extremo de las vainas (11), en una estructura y procedimiento de montaje de torres de hormigón para aerogeneradores.

40 - Fig 3.- Esquema de la colocación de una dovela sobre las bases de apoyo (5) para el premontaje de una sección, enganchando en los pernos de izado (10) de coronación y en los inferiores (13), en una estructura y procedimiento de montaje de torres de hormigón para aerogeneradores.

- Fig 4.- Esquema del montaje de las secciones (4), con juntas horizontales (15) en una estructura y procedimiento de montaje de torres de hormigón para aerogeneradores.

- Fig 5.- Esquema del izado desde el camión de la sección de coronación, con la cinta (6) y el gancho (7) para el enganche de la sección inferior y elementos de enganche (14) en coronación, en una estructura y procedimiento de montaje de torres de hormigón para aerogeneradores.

- Fig 6.- Esquema del posicionamiento de una dovela sobre la base de apoyo (5) con el emisor (16) del rayo láser vertical (19) y la diana (17) fijada en una estructura ligera (18), en una estructura y procedimiento de montaje de torres de hormigón para aerogeneradores.

- Fig 7.- Esquema del posicionamiento de una sección con el emisor (16) del rayo láser vertical (19) y la diana (17) fijada a una estructura ligera (18), en una estructura y procedimiento de montaje de torres de hormigón para aerogeneradores.

Según el ejemplo de ejecución representado, el procedimiento de montaje de torres de hormigón para aerogeneradores que se ilustra en esta forma preferente de realización está constituido fundamentalmente por distintas etapas o fases, que pueden ir desarrollándose de manera paralela en el tiempo entre las distintas torres de un parque eólico, logrando un óptimo aprovechamiento logístico de los recursos materiales y de los tiempos necesarios de montaje.

El referido procedimiento comprende dos ciclos de actividad diferenciados y que pueden desarrollarse paralelos: el ciclo de Pre-montaje y el ciclo de Montaje. En el ejemplo de realización que se ilustra ambos ciclos tienen la misma capacidad productiva: dos torres por semana. El ciclo de premontaje comienza su actividad unas semanas antes, de forma que siempre lleva una ventaja mínima de varias torres sobre el ciclo de Montaje, evitando así interferencias de uno sobre otro.

Cada sección (4) de la estructura de las torres podrá estar compuesto de un número diferentes de dovelas (1), en función de su posición en la altura de la torre. Así, en este ejemplo, para una torre de 80 m de altura, la primera sección (0-20) correspondiente a los primeros veinte metros de altura de la torre se compone de cuatro dovelas, limitadas cada una por secciones verticales (8) de dicha sección de torre. La segunda sección (20-40), entre los veinte y los cuarenta metros de altura de la torre, se encuentra compuesto de tres dovelas, así como la tercera sección (40-60), es decir, desde los cuarenta hasta los sesenta metros de altura de la torre también compuesto de tres dovelas. La cuarta sección (60-80) se encuentra constituido sin embargo por dos dovelas que vienen premontadas de fábrica en una sola pieza.

El referido premontaje comprende para cada sección un proceso dividido en las siguientes fases, para cada sección compuesta por distintas dovelas: una fase para el transporte y montaje de cada dovela, teniendo por tanto tantas fases como número de dovelas, seguido de una última fase de relleno de las juntas verticales (8) de cada sección.

Así, en el presente ejemplo de realización, el premontaje de la primera sección (0-20) se realizará en seis fases, una de llegada y montaje de cada una de las cuatro dovelas, una quinta fase de relleno de la junta horizontal con la zapata y una sexta fase de relleno de las juntas verticales, mientras que las dos siguientes secciones (20-40) y (40-60) se montarán en cuatro fases cada uno, tres de llegada y montaje de cada dovela y una cuarta de relleno de las juntas verticales.

El premontaje de la primera sección se puede realizar directamente sobre la zapata o cimentación del aerogenerador, mientras que las otras secciones intermedias se premontarán sobre unas bases de montaje (5), que se pueden colocar en el suelo sobre la zona de plataformas previstas en la proximidad a la zapata de cada aerogenerador o sobre la propia zapata en posición anexa a la torre.

Así, el referido ciclo de Montaje, se inicia después del primer ciclo de premontaje, en un mismo aerogenerador, y viene a consistir en la colocación de cada sección sobre la anterior; en este caso, de tres secciones de 20 metros de altura cada uno. En esta operación cada sección se iza con la ayuda de una grúa.

Por lo tanto, el ciclo de premontaje se inicia con el montaje de las dovelas de la primera sección de la presente estructura de cada torre de hormigón para aerogeneradores, que en esta forma preferente de realización se encuentra constituido por los 20 primeros metros de torre. La estructura de dicha primera sección se encuentra constituida por cuatro dovelas (1) de forma de sección de tronco de cono de generatriz recta o curva, provistas de pernos de izado (10), pudiéndose montar directamente sobre la cimentación definitiva. Así, el premontaje de la primera sección de cada torre se encuentra comprendido de las etapas siguientes:

1. Verificación de la geometría, nivelación e implementos de la cimentación y colocación previa de las placas de nivelación con el espesor pre-ajustado para lograr la nivelación de la pieza. El espesor de partida de las placas es de 20 mm.

## ES 2 343 451 T3

2. Las dovelas se transportan y llegan a la obra, no se acopian en parque, pues se colocarán directamente desde el camión sobre la cimentación (o sobre los bases de premontaje en el caso de las dovelas de las secciones 2 y 3).
3. En el camión se engancha la primera dovela en los pernos de izado (10) de coronación a la grúa de montaje y en los pernos inferiores (13) a otra grúa de retenida o con un segundo polipasto de la grúa de montaje.
- 5 4. Voltar la dovela en el aire cuidando que las barras salientes inferiores (9) (de anclaje a la zapata) no tropiecen y no se dañen o doblen. Una vez alcanzada la posición vertical, soltar la retenida de los pernos inferiores (13) y colgar la dovela sólo de los pernos de coronación (10). Situar la dovela en la vertical de su emplazamiento definitivo.
5. Descender la dovela introduciendo las barras de conexión en las vainas. A la vez que baja la dovela actuar sobre el puntal (2), para ajustar el extremo en la placa perforada de la cimentación.
- 10 6. Comprobar la posición de la dovela. Ajustarla actuando sobre la regulación del puntal o con la grúa, aumentando o disminuyendo el espesor de las placas de nivelación, si fuese necesario.
7. Repetir la operación con la dovela diametralmente opuesta.
8. Montar la tercera dovela, uniéndola a las dos dovelas ya colocadas mediante gatos mecánicos (3) situados en las juntas verticales. Con la dovela ya en su cota, apretar los gatos y comprobar la abertura de ambas juntas verticales (8) en toda su altura. Comprobar la posición de la dovela y soltar la grúa.
- 15 9. Montar la cuarta dovela de cierre fijándola a las 2 primeras con el mismo proceso que en la tercera.
10. Una vez montadas las 4 dovelas, volver a comprobar la posición del conjunto y realizar los posibles ajustes necesarios.
11. Introducir las parrillas de las juntas verticales desde el extremo superior.
12. Retirar los 2 puntales (2) con la grúa, por la parte superior de la sección e introducir con la grúa cuantos elementos sea preciso.
- 20 13. Encofrar la junta horizontal en la zapata mediante un peto de 5 cm de altura por fuera y dentro de las dovelas, a unos 5 cm de separación de los paramentos de las mismas. Verter el mortero sin retracción.
14. Antes, después o simultáneamente al vertido del mortero de la junta horizontal inferior, colocar el mortero en las juntas verticales.
- 25 15. Una vez alcanzada resistencia suficiente en el mortero de las juntas verticales, retirar los gatos (3) de las juntas verticales.
- El proceso continua con el premontaje de las secciones 2 (20-40 m) y 3 (40-60 m).
- Es un proceso análogo al del montaje de la primera sección, con la particularidad de que se realiza sobre una cimentación provisional mediante bases (5) de premontaje y con las siguientes diferencias:
- 30 - La primera dovela que se monta está provista de puntal de arriostamiento (2) para garantizar su estabilidad provisional.
- Para la segunda dovela hay que apretar los gatos (3) de la junta vertical.
- El montaje de la tercera dovela de cierre, es análogo al de las dovela de cierre de la primera sección.
- No se hormigonará la junta horizontal inferior.
- A continuación, el procedimiento de montaje de torres de hormigón para aerogeneradores, continúa con el montaje de las secciones (4) conforme a las siguientes etapas:
- 35 1. Colocar en la coronación de la primera sección chapas de nivelación.
2. Colocar perimetralmente un perfil de espuma autoadhesivo, tangente al borde exterior de la superficie de coronación de la sección 1º, y un perfil con sección en L que sirve de encofrado interior.
3. Enganchar la grúa en los pernos de la coronación (10) de la segunda sección, mediante eslingas.

4. Acceder a la plataforma (12) de la sección anterior (el primero). Levantar la segunda sección, ya premontada, y situarla sobre el emplazamiento definitivo.

5. Descender la sección introduciendo la armadura saliente (9) en las vainas (11) de la primera sección hasta descansar sobre las chapas de nivelación.

5 6. Comprobar la nivelación de la segunda sección. Corregir la posición, si es necesario, actuando sobre el espesor de las chapas de acero, suspendiendo la sección con la grúa.

7. Acceder a la plataforma superior (12) de la segunda sección para desenganchar la grúa.

Repetir el procedimiento con la tercera sección.

Montaje de la cuarta sección, según las siguientes etapas:

10 1. La cuarta sección viene premontado de fábrica, sobre camión. Enganchar mediante eslingas la grúa de montaje en 2 elementos (14) metálicos de enganche que están atornillados en la coronación de la sección. Otra grúa de retenida u otro polipasto de la misma grúa engancharán en una cinta (6) que rodea la sección a un metro aproximadamente del extremo inferior y que pasa por un gancho (7) que abraza el nervio inferior de la sección e impide el deslizamiento de la cinta en la operación de volteo.

15 2. Levantar la cuarta sección un metro aproximadamente y retirar el vehículo de transporte.

3. Proceder al volteo de la sección elevando el extremo superior con la grúa de montaje mientras la grúa, o 2º polipasto, de retenida mantiene el extremo inferior a suficiente altura para que las barras salientes (9) no tropiecen con el suelo.

4. Una vez alcanzada la posición vertical, perder la carga de la grúa o 2º polipasto de retenida transfiriendo toda la carga a la grúa de montaje. Retirar la cinta y gancho del extremo inferior.

20 5. Situar la cuarta sección sobre el tercero y proceder de forma análoga a las secciones segunda y tercera para su emplazamiento definitivo.

Para la realización de las juntas horizontales (15), en el caso de sistemas de unión de las juntas horizontales mediante encaje de barras pasivas (9) en vainas (11) con mortero de conexión, se seguirán las siguientes etapas:

25 1. El mortero sin retracción se produce, mediante máquina especial de amasado con la dosificación acorde a las especificaciones del fabricante.

2. En primer lugar se rellenan todas las vainas en cada junta comprobando el volumen de mortero introducido. En cabeza de todas las vainas se prevén unas embocaduras para facilitar esta operación.

3. Tras el relleno controlado de las vainas, verter el mortero rellenando el espacio de la junta horizontal (15) entre las dos secciones.

30

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para el montaje de torres de hormigón usadas en aerogeneradores, que consiste de un procedimiento para el montaje torres de hormigón en diferentes etapas o fases, que son desarrolladas de forma paralela en el tiempo en las distintas torres de un parque eólico, en donde cada sección (4) de la estructura de las torres se compone de un número de diferentes dovelas (1) o secciones longitudinales con base en su posición en la altura de la torre, por lo que el procedimiento incluye dos ciclos diferenciados que son desarrollables a lo largo de líneas paralelas, que incluyen actividades de montaje y preensamblaje de las secciones (4) para cada torre de aerogeneradores logrando un mejor aprovechamiento logístico de los recursos materiales y de los tiempos necesarios de montaje:
- 10 - un ciclo de preensamblaje de cada sección de la torre (4), incluyendo el ciclo de preensamblaje un procedimiento dividido en las siguientes etapas, para cada sección (4) que comprende varias dovelas (1):
- una fase para el transporte y montaje de cada dovela (1), teniendo por tanto tantas fases como número de dovelas (1),
  - seguido de una última fase de relleno de las juntas verticales (8) de cada sección (4), y
- 15 - un ciclo de montaje que incluye un procedimiento para colocar dichas secciones preensambladas (4), en la parte superior de otra hasta que se forme la torre completa,
- en donde el ciclo de preensamblaje de la primera sección se puede realizar directamente sobre la zapata o cimentación del aerogenerador, mientras que las otras secciones intermedias se montarán sobre unas bases de montaje (5), que son colocadas en el suelo sobre la zona de plataformas provista en la proximidad a la zapata de cada aerogenerador.
- 20 2. Procedimiento para el montaje de torres de hormigón usadas en aerogeneradores, de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** en el ciclo de preensamblaje las dovelas (1) son colocadas en su posición con la ayuda de puntales de arriostramiento y estabilidad (2) y gatos de conexión (3) a lo largo de las juntas verticales (8).
- 25 3. Procedimiento para el montaje de torres de hormigón usadas en aerogeneradores, de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el ciclo de montaje, se inicia después del ciclo de preensamblaje, en el mismo aerogenerador y consiste en colocar cada sección (4) mediante izado, con la ayuda de grúa y ajuste en el sistema de conexión de las juntas horizontales (15) que consiste en ajustar la armadura (9) saliente de la sección superior en las vainas (11) para este propósito en la coronación de la sección inferior.
- 30 4. Procedimiento para el montaje de torres de hormigón usadas en aerogeneradores, de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la sección final es preensamblado en la fábrica, y montado en la sección anterior directamente desde el vehículo de transporte sin almacenamiento previo, procediendo a girar la sección de la posición horizontal a la vertical mediante el acoplamiento en el extremo inferior agarrando el perímetro de la sección con cinta de nylon o similar fijada al borde inferior de la sección mediante un gancho de metal, para evitar su deslizamiento.
- 35 5. Procedimiento para el montaje de torres de hormigón usadas en aerogeneradores, de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los ciclos de preensamblaje y montaje culminan con la ejecución de las juntas verticales (8) u horizontales (15) por medio del vertido del mortero no retráctil el cual, junto con la correspondiente armadura alcanzan solidez unificada del conjunto de la torre, alcanzando conexión efectiva entra las diferentes dovelas y secciones.
- 40 6. Procedimiento para el montaje de torres de hormigón usadas en aerogeneradores, de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la verificación de la posición correcta de las dovelas y de las secciones en el procedimiento de preensamblaje en el montaje se hace por medio de un emisor (16) de rayo láser vertical (19) que es autonivelante, colocado en el eje de la sección o un eje permanente de la torre, cerca del suelo, y una diana (17) fijada a cada dovela o sección, usando una estructura ligera (18), cercana a la coronación, de manera que la desviación del punto de láser con respecto al centro de la diana proporciona la indicación requerida para acuñar el elemento y rectificar su posición hasta que se alcance la situación correcta.
- 45 7. Procedimiento para el montaje de torres de hormigón usadas en aerogeneradores, de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la estabilidad provisional de las 2 primeras dovelas en el preensamblaje de cada sección es alcanzada usando un puntal (2) que se puede ajustar en longitud, el cual fija el punto de la dovela al que está anclado a un punto en la tierra o la base uniéndolo a una placa de metal perforada colocada previamente para este propósito.

5 8. Procedimiento para el montaje de torres de hormigón usadas en aerogeneradores, de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la unión provisional entre cada 2 dovelas a lo largo de las juntas verticales se alcanza por medio de un cierto número de gatos mecánicos (3) que están fijados a cada una de 2 placas perforadas, una en cada dovela en ambos lados de la junta (8) a diferentes alturas y que, además del arriostramiento de las diversas dovelas de una sección, sirven para regular la anchura de la junta (8) entre las dovelas, y cuando los gatos (3) para todas las juntas en una sección son colocados y ajustados, se eliminan los puntales (2) provisionales y cuando el mortero para rellenar las juntas verticales alcanza la resistencia adecuada, se eliminan los gatos mecánicos (3).

10 9. Procedimiento para el montaje de torres de hormigón usadas en aerogeneradores, de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** en el caso de juntas horizontales, el sistema de conexión es por medio de diversas barras con relleno de mortero no retráctil, las vainas (11) tienen la boca alargada para facilitar la recepción del vertido del mortero, el encofrado externo para la junta horizontal hecho con un perfil de espuma autoadhesiva, tangente al borde exterior de la superficie de coronación de la sección inferior que está atrapado entre las secciones, alcanzando el encofrado inferior con un perfil en forma de L o tubular o en forma de U, etc., aproximadamente de 5 cm de altura, localizado en la superficie de la coronación de la sección inferior a aproximadamente a 5 cm hacia el interior de la superficie interna de la sección superior.

15

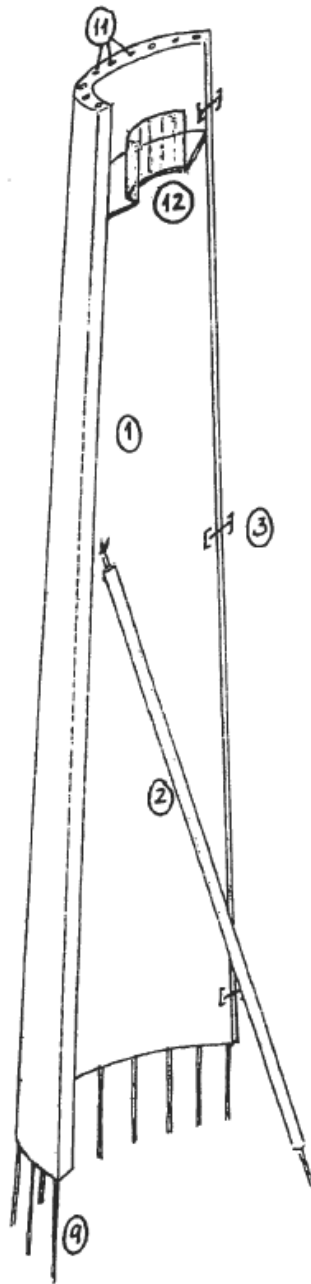


FIGURA 1

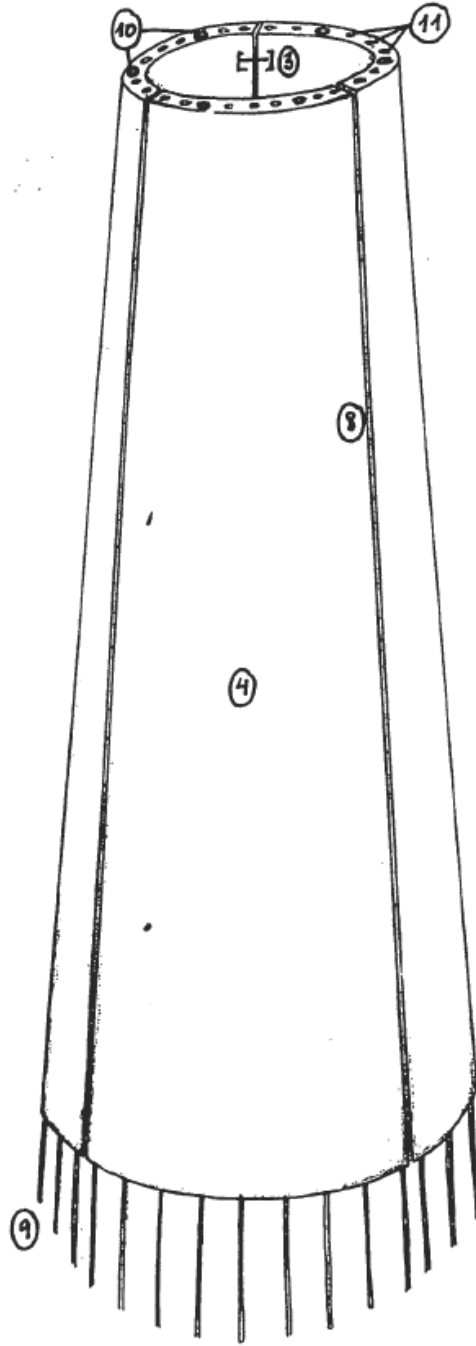


FIGURA 2

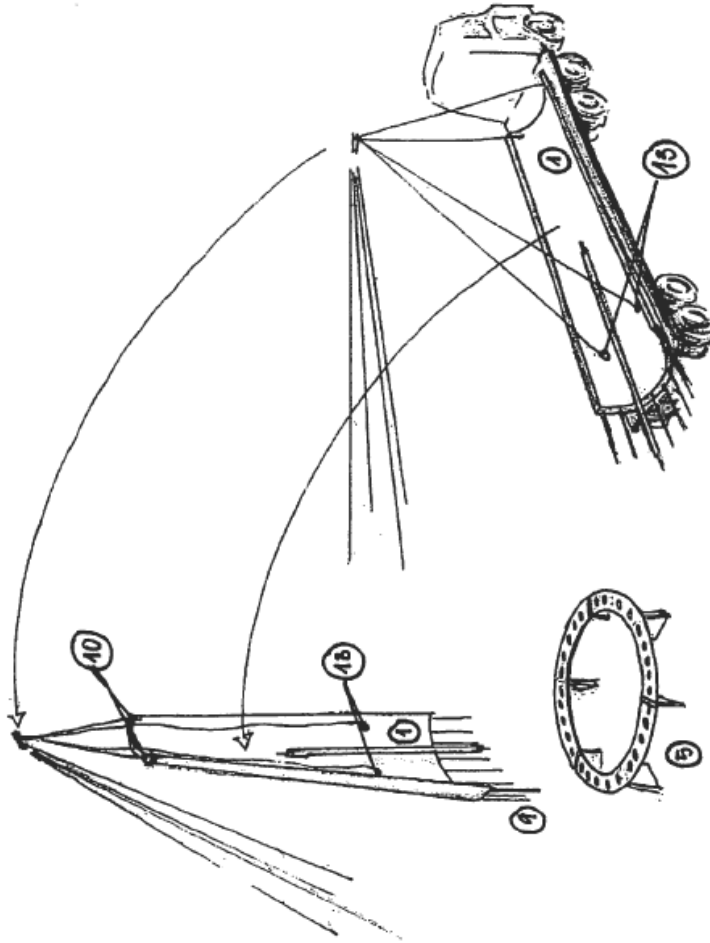


FIGURA 3

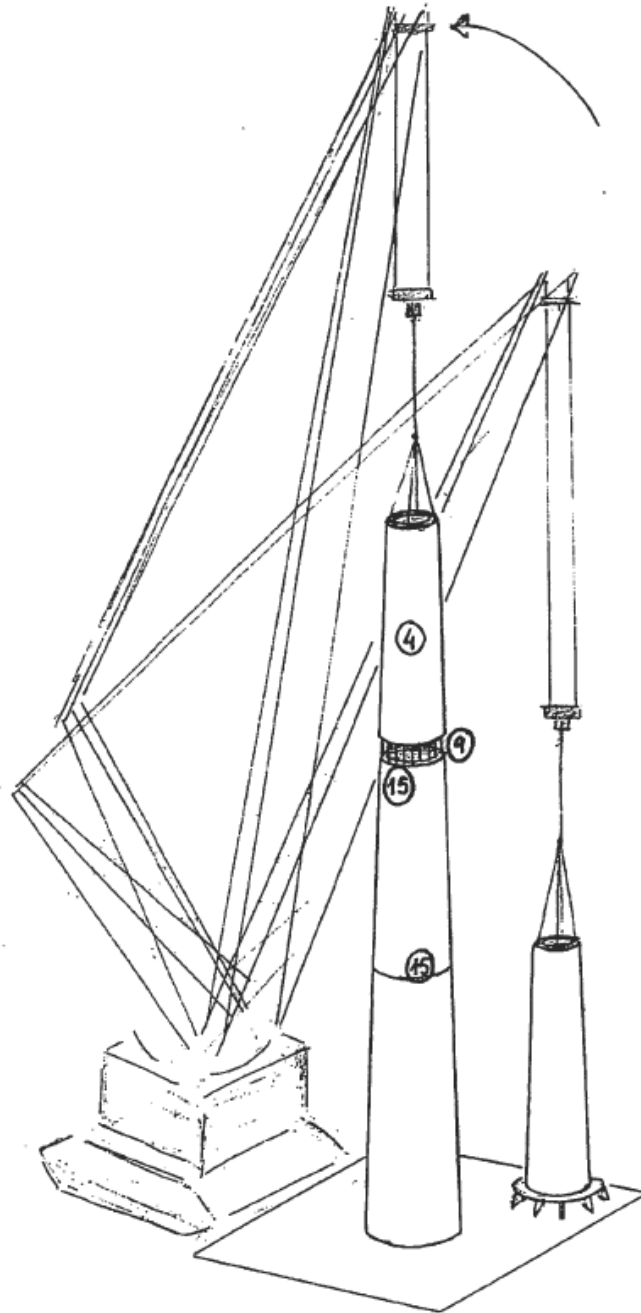


FIGURA 4

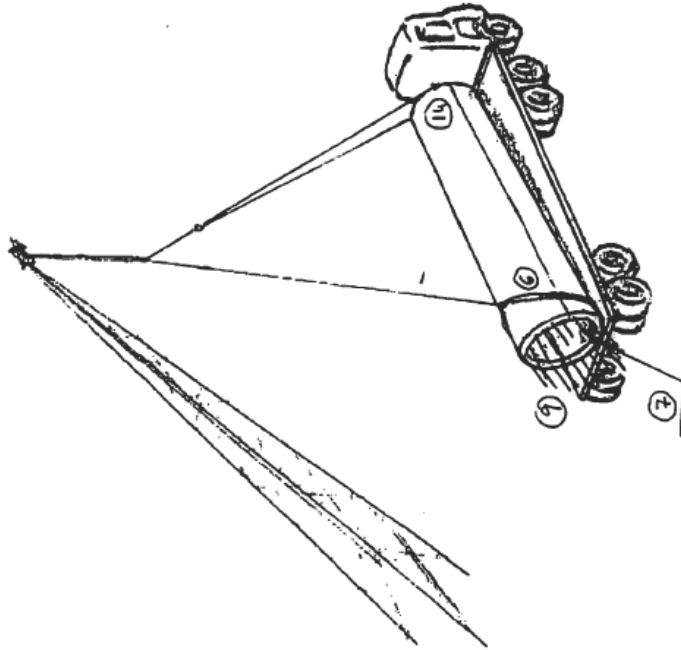


FIGURA 5

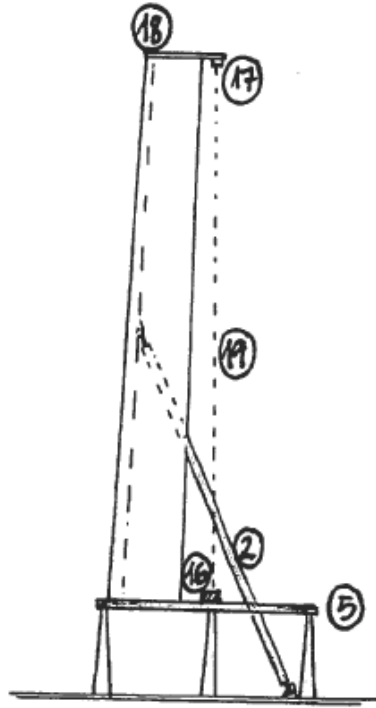


FIGURA 6

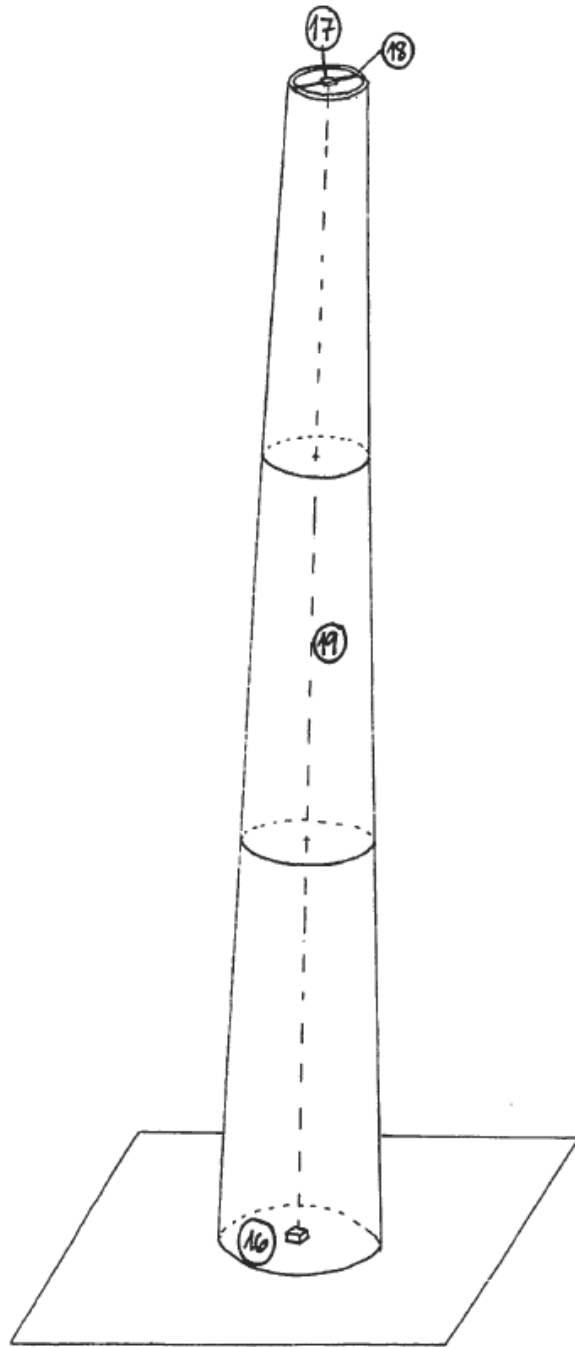


FIGURA 7