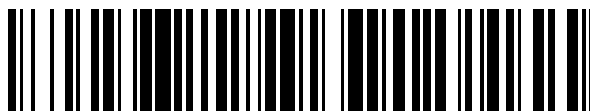


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 799 711**

51 Int. Cl.:

F03D 13/20 (2006.01)

F03D 1/00 (2006.01)

F03D 13/25 (2006.01)

E02D 27/42 (2006.01)

F03D 13/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.04.2017** **PCT/EP2017/059092**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.10.2017** **WO17178657**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2017** **E 17718512 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020** **EP 3443224**

54 Título: **Junta para turbina eólica**

30 Prioridad:

15.04.2016 EP 16165479

10.05.2016 EP 16168839

11.11.2016 EP 16198309

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.12.2020

73 Titular/es:

PUR WIND APS (50.0%)

Søgade 18

6000 Kolding, DK y

ROSEN SWISS AG (50.0%)

72 Inventor/es:

NISSEN PETERSEN, CLAU

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 799 711 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

Junta para turbina eólica

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una junta para montar estructuras de turbinas eólicas en alta mar, tal como una junta adaptada para su colocación entre una pieza de transición y una estructura de pilotes, tal como un monopilote de una turbina eólica, o un pilote para un trípode o un tetrápodo de una turbina eólica. La junta también es adecuada para montar otras estructuras relacionadas con las turbinas eólicas en alta mar, con las correspondientes geometrías estructurales, tal como múltiples secciones de torre.

Antecedentes de la invención

Las estructuras a gran escala, tal como las turbinas eólicas y las turbinas eólicas marítimas, suelen montarse sobre un conjunto formado por un monopilote y una pieza de transición. Un extremo del monopilote se fija al suelo o el fondo marino, y en el otro extremo (superior) del monopilote se monta la pieza de transición. Así, el conjunto proporciona una plataforma nivelada para montar la turbina en sí. Por lo tanto, la parte inferior de la pieza de transición se monta en la parte superior del monopilote.

El conjunto compuesto por la pieza de transición y el monopilote soporta la carga de la turbina eólica. Por lo tanto, es esencial que el conjunto sea estable y que la pieza de transición no se mueva en relación con el monopilote.

Convencionalmente, la pieza de transición se fija o estabiliza en relación con el monopilote uniéndolos mediante una lechada, con pernos o con una combinación de ambos. El monopilote y la pieza de transición son cuerpos cilíndricos dispuestos concéntricamente con un espacio intermedio, y a continuación, los dos cuerpos se montan y se fijan mediante una junta enlechada que se forma en el espacio anular entre el monopilote y la pieza de transición y/o fijando la pieza de transición y el monopilote mediante pernos, por ejemplo, uniendo mediante pernos las bridas correspondientes de los dos elementos.

Después de la instalación, el conjunto estará sometido a tensiones importantes, ya que las vibraciones ocasionadas por el funcionamiento, así como los movimientos del oleaje, el viento y la marea pueden provocar un movimiento del monopilote en relación con la pieza de transición. La lechada convencional tiende a agrietarse y a provocar fallos después de la instalación, lo que provoca la inestabilidad del conjunto, y la pieza de transición típicamente se desplazará gradualmente hacia abajo en relación con el monopilote con el tiempo.

Para reducir el riesgo de fisuras en la lechada y para minimizar el riesgo de fallo del sello, la lechada puede comprender componentes elásticamente comprimibles, tal como poliuretano espumado, tal y como se describe en el documento EP 2672016.

Alternativamente, o además de la lechada, pueden reducirse los movimientos entre la pieza de transición y el monopilote mediante el uso de múltiples partes de rodamiento discretas montadas entre la pieza de transición y el monopilote. Las partes de rodamiento discretas pueden comprender componentes elastoméricos, tal como poliuretano, tal y como se describe en el documento EP 2518306 o caucho, tal y como se describe en el documento EP 2604757.

Los componentes elastoméricos pueden tener ventajas adicionales. El documento DE 10 2013 019 288 describe un pilote en alta mar recubierto al menos en parte por un revestimiento reductor de vibraciones, que puede ser un polímero viscoelástico, caucho, caucho de silicona, poliuretano, elastómero, elastómero termoplástico o betún. Se describe el revestimiento para reducir el ruido durante la instalación del pilote en alta mar en el lecho marino.

Otros documentos relacionados con la conexión de estructuras tubulares entre sí son, por ejemplo, US20060185279 u EP3064309.

Para reforzar aún más las turbinas eólicas y las turbinas eólicas en alta mar, las estructuras a gran escala pueden montarse sobre estructuras de pilotes que no sean monopilotes. Otras estructuras de pilotes incluyen cualquier tipo de cimientado de celosía, tal como un cimientado de trípode o tetrápodo. Las turbinas eólicas pueden comprender además múltiples secciones de torre para aumentar la altura de la turbina eólica y/o mejorar las tolerancias de tensión de la estructura montada.

A pesar de los avances en las lechadas y/o las partes de rodamiento discretas, así como los avances estructurales de las estructuras de pilotes, existe la necesidad de una estabilización más duradera y eficiente a largo plazo la pieza de transición en relación con la estructura de pilotes, así como una estabilización de los elementos que constituyen la

pieza de transición, tal como las secciones de torre. Además, existe la necesidad de un procedimiento más sencillo y rentable para ensamblar y montar la pieza o piezas de transición y/o para ensamblar y montar la pieza o piezas de transición en la estructura de pilotes, tal como en un monopilote.

5 Resumen de la invención

La presente descripción se refiere a una junta para montar y fijar una pieza de transición a una estructura de pilotes, tal como un monopilote, que es particularmente adecuada para los monopilotes en alta mar. La presente descripción se refiere además a una junta para montar y fijar múltiples piezas de transición, tales como múltiples secciones de torre. La junta actualmente descrita proporciona un ensamblaje más estable y duradero a largo plazo de dos miembros, así como un procedimiento más sencillo para ensamblar dos miembros, tal como el monopilote y la pieza de transición, mejorando así la rentabilidad de la instalación de una turbina eólica. Así, la junta actualmente descrita está configurada para soportar y absorber la carga, por ejemplo, está configurada para soportar la carga de una estructura a gran escala, tal como una pieza de transición. La configuración para soportar la carga facilita aún más que dos miembros que no coincidan perfectamente en su geometría puedan ser montarse y fijarse el uno al otro. Por ejemplo, una estructura de pilotes y una pieza de transición que no es totalmente concéntrica y/o donde uno de los miembros es cilíndrico y el otro miembro es más ovalado cilíndrico. La junta actualmente descrita proporciona además una unión entre dos miembros a gran escala, de manera que se puede evitar el uso de mortero, lechada, arena, grava, cemento y/u hormigón. Así pues, la junta proporciona una mayor flexibilidad y simplicidad a la fabricación y ensamblaje de la junta en la estructura de pilotes y la pieza de transición. Por ejemplo, la junta puede fabricarse y solidificarse independientemente de la estructura de pilotes y la pieza de transición, por ejemplo, fabricarse como una parte independiente que se monta posteriormente en la estructura de pilotes y/o la pieza de transición.

Un primer aspecto de la presente descripción se refiere a una junta para ajustarse a la parte inferior de una pieza de transición de una turbina eólica, fabricándose la junta principalmente de un material elastomérico y teniendo forma de un cuerpo alargado hueco para rodear al menos una parte de la estructura de pilotes, tal como un pilote para un monopilote, un trípode o un tetrápodo, cuando se la monta entre la pieza de transición y la estructura de pilotes, de modo que la junta estabiliza la posición de la pieza de transición con respecto a la estructura de pilotes. Es decir, la junta típicamente rodea la superficie superior externa de la estructura de pilotes y colinda con la superficie inferior interna de la pieza de transición.

Además, la presente descripción es adecuada para ensamblar secciones de la pieza de transición. Otro aspecto de la invención se refiere a una junta para ajustarse a la parte inferior de una primera sección de pieza de transición, tal como la parte inferior de una primera sección de torre, fabricándose la junta principalmente de un material elastomérico y teniendo forma de un cuerpo alargado hueco para rodear al menos una parte de una segunda sección de pieza de transición, tal como la parte superior de una segunda sección de torre, cuando se la monta entre la primera sección de pieza de transición y la segunda sección de pieza de transición, de modo que la junta estabiliza la posición de la primera sección de pieza de transición con respecto a la segunda sección de pieza de transición.

Un segundo aspecto de la presente descripción se refiere a una junta, preferentemente adaptada para encajar con y/o ajustarse a la parte inferior de una pieza de transición de una turbina eólica. Por lo tanto, la junta puede tener forma de un cuerpo alargado hueco. En la realización preferida, la junta se fabrica principalmente de un material elastomérico, tal como PUR. La junta es preferentemente una estructura autoportante. De este modo, la junta puede rodear al menos una parte del monopilote cuando se la monta entre la pieza de transición y el monopilote, es decir, en una estructura tipo sándwich entre la pieza de transición y el monopilote, de modo que la junta estabiliza la posición de la pieza de transición con respecto al monopilote durante y después del ensamblaje de ambos elementos.

En una realización preferida del primer aspecto de la invención, la junta se ensambla a partir de múltiples partes. En otra realización preferida, la junta se ensambla a partir de múltiples partes, donde cada parte está configurada para encajar con las partes contiguas. Opcionalmente, las múltiples partes encajan entre sí de forma similar a un rompecabezas, donde los bordes de las partes contiguas solo pueden encajar de formas predeterminadas. En una realización preferida, las partes contiguas son cilíndricas o cónicas, donde las partes pueden colocarse una encima de otra, o una en extensión de otra, formando así un cilindro o cono con una altura que es la altura acumulada de las partes ensambladas. En otra realización preferida, las partes contiguas son cilíndricas o cónicas y al menos uno de los bordes a lo largo de los perímetros superiores e inferiores forman un ángulo agudo, se forma que las piezas contiguas puedan encajar o ensamblarse a modo de cuña.

Un tercer aspecto de la presente descripción se refiere al uso de la junta según el primer o segundo aspecto de la invención para montar estructuras en alta mar, por ejemplo, para montar una pieza de transición en una estructura de pilotes, tal como un monopilote, un pilote para un trípode o un tetrápodo y/o para montar la pieza de transición, por ejemplo, para montar múltiples secciones de torre.

Un cuarto aspecto de la presente descripción se refiere a un procedimiento para montar una pieza de transición de una turbina eólica en un monopilote. Una primera etapa puede ser el montaje de la junta actualmente descrita en la parte inferior de la pieza de transición. Este procedimiento de montaje se puede proporcionar en tierra, de forma que la junta se coloque, ajuste y fije en la parte inferior de la pieza de transición cuando se transporte al lugar donde se ubique el monopilote. Un paso adicional es el ensamblaje de la pieza de transición y del monopilote en el lugar donde se ha montado el monopilote en el suelo, por ejemplo, en una posición en alta mar. La pieza de transición y el monopilote pueden disponerse concéntricamente con la junta en medio. En ese caso, la junta garantiza que haya un sello fijo entre la pieza de transición y el monopilote. Y lo más importante: el ensamblaje de la pieza de transición en el monopilote se puede proporcionar sin usar lechada ni una fijación mediante pernos, lo que hace que la junta y el procedimiento actualmente descritos sean una solución muy rentable para la instalación de turbinas eólicas en alta mar.

Un quinto aspecto de la presente descripción se refiere a un procedimiento para montar múltiples secciones de torre para una turbina eólica, realizándose dicho método opcionalmente en tierra o en alta mar, y que comprende las etapas de: proporcionar una primera sección de torre, montar la junta según el primer aspecto en un primer extremo de la primera sección de torre, ensamblar una segunda sección de torre en el primer extremo de la primera sección de torre, de modo que la junta quede intercalada entre las dos secciones, y repetir el proceso para todas las secciones de torre.

Un sexto aspecto de la presente descripción se refiere a un procedimiento para montar los cimientos de pilote de una turbina eólica, tal como unos cimientos de celosía, que comprende las siguientes etapas: proporcionar una o más patas para los cimientos, donde cada pata comprende una parte inferior para el contacto con el lecho marino y una o más partes superiores para el contacto con la pieza de transición, montar la junta según el primer aspecto a las patas de la parte inferior ensamblando las patas de la parte inferior a las patas de la parte superior, de modo que la junta quede intercalada entre las dos partes de las patas.

En una realización preferida del sexto aspecto de la invención, los cimientos son cimientos de celosía, tales como unos cimientos de trípode o tetrápodo.

Un séptimo aspecto de la presente descripción se refiere a la fabricación de una junta para que se ajuste a la parte inferior de una pieza de transición de una turbina eólica en una estructura de pilotes. En una realización preferida, la junta se fabrica mediante un proceso de fundición, tal como fundición en molde, y la junta y la pieza de transición se pueden ensamblar in situ en alta mar o en tierra. En otra realización preferida, la junta se fabrica mediante un procedimiento de pulverización o un procedimiento de recubrimiento, tal como pulverización térmica o secado por pulverización, sobre la superficie interna de la pieza de transición o la parte inferior de la pieza de transición. Preferiblemente, la pieza de transición se recubre con la junta antes del montaje, ya sea en alta mar o en tierra. Opcionalmente, la pieza de transición se recubre en tierra, por ejemplo, en el sitio de producción de la pieza de transición. En otra realización preferida, la junta se fabrica pulverizando una solución de poliurea, por lo que la junta se forma como un recubrimiento de poliurea.

Una realización preferida del séptimo aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para fabricar una junta para la parte inferior de una pieza de transición de una turbina eólica, comprendiendo dicho método las etapas de:

- pulverizado gradual de material elastomérico fluido sobre la superficie inferior interna de una sección de la pieza de transición que se ensamblará en una estructura de pilote, de modo que se forme una capa de material elastomérico, y

- Curado de la capa de material elastomérico de manera que se forme una junta.

Otra realización preferida del séptimo aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para fabricar una junta para la parte inferior de una pieza de transición de una turbina eólica, comprendiendo dicho método las etapas de:

- Vertido de material elastomérico fluido en uno o más moldes preformados, y

- Curado del material elastomérico para que forme una junta que comprende una o más partes.

Descripción de los dibujos

En los párrafos siguientes se describirá la invención más en detalle en relación con los dibujos adjuntos.

La figura 1 muestra una pieza de transición **(2)** montada en un monopilote **(1)** donde la parte superior del monopilote **(1)** está encerrada en una realización de la junta **(3)** **actualmente descrita**.

La figura 1A muestra el conjunto en una vista lateral en perspectiva, donde la línea D-D indica la dirección central y longitudinal del monopilote (1). La junta no es visible en la fig. 1A.

La Figura 1B muestra una sección transversal vertical del conjunto, donde se incluye la línea D-D de la figura 1A como referencia. La junta (3) ahora es visible intercalada entre la pieza de transición (2) y el monopilote (1).

La figura 2 muestra una realización de la junta actualmente descrita (3) en forma de cono hueco truncado que tiene una brida 4 en la parte superior. El centro longitudinal y la dirección longitudinal del monopilote se indican mediante la línea D-D.

La figura 2A muestra una vista en perspectiva desde la parte inferior de la junta (3).

La figura 2B muestra vistas en sección transversal verticales, donde se ve la forma de cono truncado y además, se indican dimensiones ejemplares de la junta.

La figura 2C muestra una vista en sección transversal horizontal del cono que ilustra los diámetros inferior y superior del cono truncado y la brida (4). Se indican además dimensiones ejemplares.

La figura 2D muestra una vista ampliada de una realización de la brida (4) de la junta (3). La vista ampliada corresponde al área indicada como "E" en la figura 2B. La brida (4) comprende una porción de brida que se extiende en la dirección horizontal y radial del cono, por lo que la porción horizontal de la brida forma un ángulo de más de 90° con respecto a la pared del cono. Se indican dimensiones ejemplares del grosor de pared y la extensión de la porción de brida horizontal.

La figura 3 muestra otra realización de la junta actualmente descrita (3') con forma de cono hueco truncado, donde la superficie curva del cono comprende además múltiples orificios.

La figura 3A muestra una vista en perspectiva desde la parte inferior de la junta (3').

La figura 3B muestra vistas en sección transversal verticales, donde se ve la forma de cono truncado y además, se indican dimensiones ejemplares de la junta (3'). La dirección central y longitudinal del monopilote se indica mediante la línea D-D.

La figura 3C muestra una vista en sección transversal horizontal del cono que ilustra los diámetros inferior y superior del cono truncado, además de la posición de los orificios.

Se indican además dimensiones ejemplares de los diámetros inferior y superior y de la junta (3').

La figura 3D muestra una vista ampliada de la brida (4) de la junta (3'). La vista ampliada corresponde al área indicada como "E" en la figura 3B. La brida (4) comprende una porción de brida que se extiende en la dirección horizontal y radial del cono, por lo que la porción horizontal de la brida forma un ángulo de más de 90° con respecto a la pared del cono. Se indican dimensiones ejemplares del grosor de pared del cono y la extensión de la porción de brida horizontal.

Las figuras 4A y 4B muestran la realización de la fig. 1 de la junta (3), que comprende la porción de brida (4) que se extiende en la dirección horizontal y radial del cono y que, además, está configurada para acoplarse a la parte superior del monopilote (1).

La figura 5 muestra otra realización de la junta actualmente descrita (3'') con forma de cono hueco truncado, donde el cono se ensambla a partir de las tres partes (1-3).

La figura 5A muestra una vista en perspectiva desde la parte inferior de la junta (3'').

La figura 5B muestra vistas en sección transversal verticales, donde se ve la forma de cono truncado y se indican las tres partes (1-3). Se indican además dimensiones ejemplares de la junta (3'') y las partes (1-3). La dirección central y longitudinal del monopilote se indica mediante la línea D-D.

La figura 5C muestra una vista en sección transversal horizontal del cono que ilustra los diámetros inferior y superior del cono truncado. Se indican además dimensiones ejemplares de los diámetros inferior y superior y de la junta (3'').

La Figura 5D muestra una vista ampliada de la brida (4) de la junta (3''), Parte 3. La vista ampliada corresponde al área indicada como "E" en la figura 5B. La brida (4) comprende una porción de brida que se extiende en la dirección horizontal y radial del cono, por lo que la porción horizontal de la brida forma un ángulo de más de 90° con respecto a

la pared del cono. Se indican dimensiones ejemplares del grosor de pared del cono y la extensión de la porción de brida horizontal.

La figura 6 muestra una realización en sección transversal de una torre de aerogenerador ensamblada a partir de tres secciones de torre (5), donde las secciones se ensamblan y montan con una realización de la junta (3'') según la presente descripción. Las secciones de torre tienen forma cónica, y la junta se monta en el extremo con el diámetro más pequeño en la sección más baja. Las partes se ensamblan bajando el extremo con el diámetro más grande de la sección más alta de forma que la junta quede intercalada en el área de contacto en forma de cono entre las dos secciones.

La figura 7 muestra una realización en sección transversal de la torre de aerogenerador que se muestra en la figura 6, donde la torre se coloca en alta mar en una pieza de transición (2), ubicada al nivel del mar (7).

La figura 8 muestra una realización de unos cimientos de celosía, donde los cimientos son un trípode que comprende tres patas (1').

La figura 9 muestra una realización de unos cimientos de celosía, donde los cimientos son un tetrápodo que comprende cuatro patas (1').

La figura 10 muestra una vista en despiece de una realización de una pata de cimiento (1') que comprende una parte inferior para el contacto con el lecho marino (8) y una parte superior para el contacto con la pieza de transición (9), donde la parte inferior y la parte superior forman un conjunto cilíndrico ajustado. La junta (3''') está montada en la parte inferior y, una vez ensamblada, la junta queda intercalada en el área de contacto entre las dos partes.

La figura 11 muestra una vista en despiece de una realización de una pata de cimiento (1') que comprende una parte inferior para el contacto con el lecho marino (8') y una parte superior para el contacto con la pieza de transición (9'), donde la parte inferior y la parte superior forman un conjunto cerrado tubular ajustado. La junta (3''') está montada en la parte inferior y, una vez ensamblada, la junta queda intercalada en el área de contacto entre las dos partes.

La figura 12 muestra una realización de la descripción donde la junta comprende cinco partes en forma de cono (partes 3-1, 3-2, 3-3, 3-4 y 3-5) configuradas para ser ensambladas en una junta con forma de cono. La figura muestra la junta en una vista en sección transversal, y al menos uno de los bordes perimetrales de cada parte forma un ángulo agudo, de modo que las partes contiguas se ensamblan a modo de cuña. El área de contacto con la pieza de transición (2) se indica como la posición relativa a la pieza de transición (2) se muestra en el lado derecho de la figura 12.

Descripción detallada

La junta actualmente descrita (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3'''), (3-1) puede sustituir la lechada y la unión mediante pernos, que son los procedimientos estándar actuales cuando se monta una pieza de transición en un monopilote. La lechada solo se puede aplicar en la parte del monopilote que está por encima del nivel del mar y solo en determinadas condiciones climáticas, por ejemplo, por encima de cierta temperatura. Unir los dos elementos mediante pernos también es un procedimiento complicado, lento y costoso. La junta actualmente descrita (3, 3', 3'', 3''', 3''', 3'''), (3-1) puede usarse en situaciones en las que el ensamblaje entre el monopilote y la transición está por debajo del nivel del mar, lo que permite bajar el punto de ensamblaje entre la pieza de transición y el monopilote. En algunos casos, el punto de ensamblaje de la pieza de transición y el monopilote se puede bajar hasta 10 metros con el uso de la junta actualmente descrita, lo que reduce significativamente el centro de masa de toda la construcción de la turbina eólica.

Además, la junta actualmente descrita no depende de las condiciones climáticas en el mismo grado que la lechada. La junta también se puede instalar en la parte inferior de la pieza de transición en tierra antes del transporte hasta la ubicación del monopilote. Por ejemplo, una parte inferior de la pieza de transición, tal como la superficie interna de una pieza de transición cilíndrica, puede recubrirse o pulverizarse para formar una junta que se fija a la pieza de transición. La junta que se describe en esta invención puede proporcionar una reducción de costes significativa para la instalación de turbinas eólicas, especialmente de turbinas eólicas en alta mar.

Además, la junta actualmente descrita puede reducir al mínimo los movimientos relativos entre el monopilote y la pieza de transición; por ejemplo, movimientos inducidos por vibraciones, las olas, el viento y la marea durante el funcionamiento de una turbina eólica. Además, la junta actualmente descrita puede actuar como un sello entre el monopilote y la pieza de transición. Asimismo, la junta actualmente descrita puede ser capaz de adaptarse a un desajuste de tolerancias geométricas entre el monopilote y la pieza de transición.

La figura 1 muestra un monopilote (1) con forma ligeramente cónica, casi cilíndrica, y una realización de la junta actualmente descrita (3) que rodea una parte del monopilote (1). La figura 1A muestra el conjunto de monopilote y

pieza de transición en una vista lateral donde la junta no es visible, y la figura 1B muestra una sección transversal vertical del conjunto donde la junta (3) es visible intercalada entre el monopilote (1) y la pieza de transición. En la figura 1, se ve que la junta (3) tiene forma de un cuerpo alargado hueco, en este caso un cono truncado.

- 5 La parte inferior de la pieza de transición (2) se montará en la parte superior o alrededor de la junta (3) como se ilustra mejor en las figuras 1 y 4. Después del ensamblaje e instalación de la turbina eólica, se puede inducir el movimiento del monopilote (1) y/o la pieza de transición (2) debido a las vibraciones y al clima. Los movimientos crearán tensiones que se transfieren a la junta (3). Dependiendo de las propiedades de la junta, las tensiones pueden transferirse además a otras partes del conjunto.

- 10 Para reducir al mínimo los movimientos dentro del conjunto y de este modo, estabilizar la posición de la pieza de transición con respecto al monopilote, es ventajoso que la junta (3) pueda absorber las tensiones. Un material elastomérico es viscoelástico, es decir, tiene propiedades tanto viscosas como elásticas, y por lo tanto, es adecuado para absorber tensiones.

- 15 Por lo tanto, la junta de la presente descripción se fabrica preferiblemente principalmente de un material elastomérico y, por lo tanto, está configurada para absorber tensiones, donde las tensiones pueden ser cualquier tipo de tensión y la tensión puede tener cualquier dirección.

- 20 En una realización, la junta está configurada para estabilizar la posición de la pieza de transición con respecto al monopilote absorbiendo compresión, tensión y/o tensiones de cizallamiento que se producen debido a los movimientos de la pieza de transición y/o del monopilote uno con respecto al otro.

- La junta puede estar expuesta a compresión, tensión y/o tensiones de cizallamiento. No obstante, durante el funcionamiento de una turbina eólica, prevalecerá la compresión de la junta. Por lo tanto, un fallo de la junta debido a las elevadas fuerzas de compresión es crítico y debe evitarse. Por lo tanto, en otra realización de la invención, la junta está configurada para tolerar fuerzas de compresión superiores a 10 N/mm², más preferiblemente superiores a 15 N/mm², y más preferiblemente superiores a 20 N/mm².

- 30 La junta de la presente descripción está configurada para soportar cargas. Por lo tanto, es esencial que el material elastomérico posea una cierta dureza. La junta puede fabricarse a partir de tipos de materiales elastoméricos seleccionados conocidos en la técnica y fabricados mediante procedimientos seleccionados conocidos en la técnica que permitan obtener la dureza requerida.

- 35 La junta puede fabricarse mediante un proceso de fundición, por ejemplo, fundición en moldes. Un procedimiento de fundición incluye verter una forma fluida del material elastomérico, o un precursor del mismo, en uno o más moldes preformados. A continuación, el material se cura o se endurece para formar la junta. Por lo tanto, la junta puede fundirse en una o más piezas que son unidades independientes. Cuando se funden varias partes, las múltiples partes fundidas se pueden ensamblar posteriormente para formar la junta. La junta de fundición y/o las piezas de la junta pueden ensamblarse tanto in situ en alta mar como en tierra.

- La junta también puede fabricarse mediante un proceso de pulverización o un proceso de recubrimiento, tal como pulverización térmica o secado por pulverización. Un proceso de pulverización o recubrimiento incluye pulverizar una forma fluida del material elastomérico o un precursor del mismo sobre una superficie, tal como la superficie de la pieza de transición. El proceso puede estar restringido a ciertas partes de la superficie, tal como la superficie interna inferior de una sección de la pieza de transición que se ensamblará con una estructura de pilotes. El recubrimiento pulverizado forma una capa de material elastomérico que posteriormente se cura o endurece, con lo que se forma la junta.

- En este caso, la junta se forma como un recubrimiento que se aplica en la parte inferior de la pieza de transición, tal como la superficie interna de una pieza de transición cilíndrica. En este caso, también es ventajoso que la pieza de transición pueda recubrirse con la junta antes de su ensamblaje, ya sea en tierra o en alta mar. Opcionalmente, la pieza de transición se recubre/pulveriza en tierra, por ejemplo, en el sitio de producción de la pieza de transición. La pulverización o el recubrimiento es típicamente un proceso de fabricación más costoso que la fundición, pero tiene la ventaja de que el transporte de las materias primas para la pulverización/recubrimiento es más rentable que el transporte de una junta fundida. Una ventaja adicional del procedimiento de pulverización/recubrimiento es que garantiza que la junta se ajuste a la superficie interna real de la pieza de transición.

- Los materiales elastoméricos que pueden configurarse para soportar carga incluyen poliuretanos (PUR). En otra realización, el material elastomérico se selecciona de entre el grupo que consiste en: poliuretano (PUR), caucho, nylon, polioximetileno (POM), polietileno (PE), poliurea y cualquier combinación de los mismos. El material más preferido es el poliuretano (PUR) y/o la poliurea

Los materiales elastoméricos pueden fabricarse mediante procedimientos de fundición o procedimientos de pulverización. Para ciertos materiales elastoméricos, puede ser ventajoso usar un proceso de pulverización debido a las propiedades físicas del elastómero líquido. En una realización preferida, el sistema de pulverización es un sistema de poliuretano, tal como sistemas de poliurea fundidos en caliente y en frío. En otra realización preferida, la junta
5 fabricada por pulverización consiste en poliurea.

En otra realización, el material elastomérico tiene una dureza Shore A según ASTM D2240 de al menos 70, más preferiblemente de al menos 80, más preferiblemente de al menos 85, incluso más preferiblemente de entre 70-120, más preferiblemente de entre 80-100 y lo más preferiblemente de entre 85-95. En otra realización, el material
10 elastomérico tiene una dureza Shore D de al menos 50, más preferiblemente de al menos 60 y lo más preferiblemente de al menos 75. En una realización adicional, la junta comprende poliurea con una dureza Shore D de al menos 75, donde la junta se fabrica preferiblemente mediante un procedimiento de pulverización/recubrimiento.

La junta se fabrica preferiblemente principalmente de un material elastomérico, y la capacidad de la junta para absorber tensiones dependerá de la cantidad de material elastomérico. Cuanto mayor sea la cantidad de material elastomérico, mejor será la absorción de tensiones. Por lo tanto, la junta puede comprender entre un 70-100 % de material elastomérico, más preferiblemente un 90-100 %, e incluso más preferiblemente un 95-100%, y lo más preferiblemente un 99-100% de material elastomérico.
15

20 Además, puede ser ventajoso que la junta comprenda ciertos tipos de poliuretanos.

Los elastómeros de poliuretano se preparan a partir de la reacción de diisocianatos, polioles de cadena larga y extensores de cadena corta. Las propiedades de los elastómeros de poliuretano se pueden ajustar variando cada componente para satisfacer las necesidades de aplicaciones específicas.
25

Se puede formar un elastómero de poliuretano fundido por reacción entre diisocianatos y polioles de poliéter/poliéster para formar un prepolímero y la reacción posterior entre dichos prepolímeros y los extensores de cadena. Tras la reacción y el curado, se forma una estructura tridimensional del elastómero.

30 En una realización preferida, los diisocianatos se seleccionan de entre el grupo de: diisocianato de tolueno (TDI), diisocianato de difenilmetano (MDI), isocianatos alifáticos y no convencionales y cualquier combinación de los mismos.

En una realización preferida, los polioles se seleccionan de entre el grupo de: polioles de poliéter y/o poliéster. En otra realización preferida, los polioles de poliéter y/o poliéster se seleccionan de entre el grupo de: polipropilenglicol (PPG),
35 politetrametilen éter glicol (PTMEG), poliadipato, policaprolactona, polioles no convencionales y cualquier combinación de los mismos.

En una realización preferida, los prepolímeros formados por reacción entre diisocianatos y poliéter/poliéster se seleccionan de entre el grupo de: la línea de prepolímeros Desmodur®, que incluye: TDI convencional y prepolímeros
40 basados en poliéster y poliéter terminados con MDI procesados usando procedimientos de fundición en caliente; sistemas de MDI sin mercurio; prepolímeros con bajo contenido de TDI sin reaccionar para reducir la exposición del operario al TDI; prepolímeros cuasi-MDI con esqueletos de éter o éster; prepolímeros de MDI reticulados con aminas con perfiles de procesamiento comparables a prepolímeros de TDI; y prepolímeros terminados con diisocianatos especiales.

45 La invención abarca todos los plásticos sólidos, que comprenden principalmente macromoléculas. Los ejemplos de estos incluyen termoplásticos (tal como polietileno o polipropileno, etc.), termoestables (tal como resinas epoxídicas o de melamina, etc.), elastómeros (tal como caucho natural o sintético, etc.) y elastómeros termoplásticos (tal como copoliamidas termoplásticas o elastómeros de poliéster).

50 Preferiblemente, pero no exclusivamente, se usan compuestos híbridos de poliuretano, poliurea o poliuretano-poliurea en el contexto de esta invención. En adelante, estos se denominan productos de poliadición de poliisocianatos.

Estos incluyen, en particular, productos de poliadición de poliisocianatos compactos, tal como elastómeros, durómeros,
55 resinas de fundición de poliadición de poliisocianatos o productos de poliadición de poliisocianatos termoplástico y espumas basadas en productos de poliadición de poliisocianatos, tales como espumas flexibles, espumas semirrígidas, espumas rígidas o espumas integrales, y recubrimientos y aglutinantes de productos de poliadición de poliisocianatos.

En el contexto de la invención, los productos de poliadición de poliisocianatos también deben entenderse como
60 mezclas de polímeros que contienen productos de poliadición de poliisocianatos y otros polímeros, así como espumas procedentes de estas mezclas de polímeros.

Se da preferencia a productos de poliadicción de poliisocianatos compactos, recubrimientos o espumas integrales, más preferiblemente a productos y recubrimientos de poliadicción de poliisocianatos compactos, particularmente resinas de productos de poliadicción de poliisocianatos, elastómeros y recubrimientos de poliadicción de poliisocianatos termoplástico y productos y recubrimientos de poliadicción de poliisocianatos de poliisocianato termoplástico y muy particularmente preferiblemente a resinas de fundición de productos de poliadicción de poliisocianatos, también denominadas durómeros de productos de poliadicción de poliisocianatos, y elastómeros y recubrimientos de productos de poliadicción de poliisocianatos.

Dentro del alcance de la invención, un poliuretano compacto o un poliuretano sólido debe entenderse como un cuerpo sólido esencialmente libre de inclusiones gaseosas. En este caso, "sustancialmente libre de inclusiones de gas" significa que el poliuretano contiene preferiblemente menos del 20 % en volumen, particularmente preferiblemente menos del 10 % en volumen, en particular menos del 5 % en volumen y muy particularmente menos del 2 % de inclusiones de gas

Los poliuretanos termoplásticos deben entenderse como productos de poliadicción de poliisocianatos compactos que exhiben propiedades termoplásticas. Por propiedades termoplásticas debe entenderse que el producto de poliadicción de poliisocianatos termoplástico puede fundirse repetidamente durante el calentamiento y exhibe flujo plástico durante el calentamiento.

Resinas de fundición de productos de poliadicción de poliisocianatos deben entenderse como productos de poliadicción de poliisocianatos compactos que se obtienen mezclando las materias primas y posteriormente, fundiendo la mezcla de reacción en moldes.

Para recubrir superficies de mayor tamaño, las resinas de fundición se vierten y se distribuyen, por ejemplo, mediante dosificación o utilizando cuchillas dosificadoras.

Alternativamente, estos sistemas se pueden aplicar mediante pulverización. Se hace una distinción entre elastómeros de fundición no químicamente reticulados y durómeros o resinas de fundición altamente reticulados.

Dentro del alcance de la invención, y como una realización de la invención, se entiende que las espumas de productos de poliadicción de poliisocianatos son espumas de acuerdo con DIN 7726.

Los aglutinantes de productos de poliadicción de poliisocianatos incluyen aglutinantes para gránulos de goma, desechos de espuma rígida de productos de poliadicción de poliisocianatos y productos inorgánicos.

Para preparar una realización de la invención, los poliisocianatos se hacen reaccionar con compuestos que tienen al menos dos átomos de hidrógeno reactivos frente a isocianatos (como grupos OH- o NH₂) y un peso molecular de al menos 350 g / mol, opcionalmente extensores de cadena de bajo peso molecular y / o agentes de reticulación, si procede, catalizadores, opcionalmente propulsores y opcionalmente otros aditivos para formar una mezcla de reacción y reaccionar al producto de poliadicción de poliisocianatos.

El componente de poliisocianato utilizado para producir los productos de poliadicción de poliisocianatos según la invención comprende todos los poliisocianatos. Estos incluyen, por ejemplo, los isocianatos alifáticos, cicloalifáticos y aromáticos divalentes o polihídricos conocidos de la técnica anterior, así como cualquier mezcla de los mismos. Los ejemplos incluyen diisocianato de 2,2'-, 2,4'- y 4,4'- difenilmetano, que comprende mezclas de diisocianatos de difenilmetano monoméricos y homólogos de núcleo superior del diisocianato de difenilmetano (polímero MDI), diisocianato de isoforona (IPDI) o sus oligómeros, 2,4- o 2,6-tolilendiisocianato (TDI) o mezclas de los mismos, tetrametilendiisocianato o sus oligómeros, hexametilendiisocianato (HDI) o sus oligómeros, naftilendiisocianato (NDI) o mezclas de los mismos.

El componente de poliisocianato se puede usar en forma de prepolímeros de poliisocianato.

Los polioles y las poliaminas son conocidos por un experto en la materia. Tienen al menos dos átomos de hidrógeno reactivos y un peso molecular de al menos 350 g/mol, y pueden utilizarse como compuestos que tienen al menos dos átomos de hidrógeno reactivos frente a isocianatos y un peso molecular de al menos 350 g/mol. Estos tienen, por ejemplo, una funcionalidad de 2 a 8 y un peso molecular de 350 a 12.000. g/mol. Esto incluye, por ejemplo: poliéter(éster, carbonato)poliaminas, politiopoliéter(éster, carbonatos), poliéter(éster, carbonato)amidas y / o poliacetales que contienen grupos hidroxilo y policarbonatos y acrilatos alifáticos o mezclas de los mismos.

60 **Forma**

La junta está configurada preferiblemente para rodear al menos parte del monopilote. Dado que la sección transversal

de un monopilote suele ser circular y la forma externa de la parte superior suele ser un cono truncado, la junta actualmente descrita tiene forma preferiblemente de un cuerpo alargado hueco, es decir, un cuerpo que encaja entre la pieza de transición correspondiente y el monopilote. Además, la junta puede adaptarse para que se ajuste al interior de la parte inferior normalmente hueca de la pieza de transición. Dependiendo de la forma del monopilote y la pieza de transición correspondiente, puede ser ventajoso que la junta actualmente descrita tenga forma de cilindro hueco, cono truncado hueco o cualquier combinación de los mismos.

Por lo tanto, en una realización, el cuerpo alargado hueco se selecciona de entre el grupo que consiste en: cilindro hueco, cono truncado hueco y cualquier combinación de los mismos.

La figura 2 muestra una realización de la junta (3) con forma de cono hueco truncado. La dirección central y longitudinal del monopilote se indica mediante la línea D-D. La figura 2A muestra una vista en perspectiva de la junta (3). La figura 2B muestra vistas en sección transversal verticales, donde se ve la forma de cono truncado y además, se indican dimensiones ejemplares de la junta. En la figura 2B, la altura del cono es de 9382,7 mm y el grosor de pared del cono es de 75 mm. La figura 2C muestra una vista en sección transversal horizontal del cono que ilustra los diámetros inferior y superior del cono truncado. Si la realización de la figura 2C se fabrica de PUR con las propiedades de material que se indican en esta invención, el peso de la junta sería de aproximadamente 15,7 toneladas métricas.

Las dimensiones de la junta están determinadas en parte por las dimensiones del monopilote y la pieza de transición correspondientes a los que generalmente debe ajustarse la junta, y en parte por la capacidad de absorción de tensión y los costos de material. Cuanto mayores sean las dimensiones de la junta, mayor será la resistencia y la capacidad de absorción de tensión de la junta. Sin embargo, unas dimensiones mayores también se asocian a un mayor peso y costos de la junta.

En una realización adicional, el cuerpo alargado hueco tiene un grosor de pared de al menos 10 mm, más preferiblemente de al menos 20 mm, incluso más preferiblemente de al menos 30 mm, aún más preferiblemente de al menos 40 mm, y más preferiblemente de al menos 50 mm, aún más preferiblemente de al menos 60 mm, lo más preferiblemente de al menos 70 mm, o entre 30-100 mm, más preferiblemente entre 50-80 mm, y lo más preferiblemente entre 60-80 mm.

En una realización adicional de la invención, el cuerpo alargado hueco tiene una altura de al menos 2 m, o al menos 3 m, o al menos 5 m, o al menos 7 m, o al menos 8 m, o entre 5-20 m, más preferiblemente de entre 7-15 m, y lo más preferiblemente de entre 9-12 m.

En una realización adicional, el cuerpo alargado hueco es un cono truncado hueco definido por los diámetros inferior y superior, donde el diámetro inferior está entre 4-14 m, más preferiblemente entre 6-9 m, y el diámetro superior está entre 5-15 m, más preferiblemente entre 7-10 m.

En otra realización, la junta es autoportante, es decir, es una estructura autoportante. Así, la junta puede fabricarse por separado, y no como parte del monopilote o la pieza de transición, y por lo tanto, típicamente el cuerpo no será un revestimiento.

Brida

La junta está configurada preferiblemente para rodear al menos parte del monopilote y además, está preferiblemente adaptada para ajustarse a la parte inferior de la pieza de transición. En una realización adicional, la junta actualmente descrita comprende una brida horizontal superior (4) que tiene una porción de brida que se extiende en la dirección radial de la junta, como se ilustra en las figuras 4A-B. La longitud horizontal / radial de la porción de brida es solo una pequeña parte del diámetro superior de la junta. La brida 4 se puede proporcionar para garantizar un mejor ajuste en el interior de la pieza de transición, por ejemplo, para acoplar / colindar con otra porción de brida en la parte inferior de la pieza de transición. El monopilote también puede comprender una porción de brida sobre la cual puede descansar la brida de la junta. En ese caso, la brida de la junta puede configurarse para fluctuar con la brida del monopilote durante los movimientos. No obstante, la brida no es una característica esencial de la junta. Por ejemplo, con un monopilote en forma de cono, una pieza de transición en forma de cono correspondiente y una junta correspondiente en medio, no es necesaria una brida superior para obtener la funcionalidad deseada de la junta.

Aberturas en la superficie de la brida

Las dimensiones de la junta se correlacionan positivamente con la resistencia y la capacidad de absorción de tensión de la junta, así como con el peso y el costo de la junta. De manera ventajosa y sin poner en peligro la resistencia y la capacidad de absorción de tensión, la junta puede comprender aberturas en la superficie, lo que permite reducir el peso y los costos de material.

La figura 3 muestra una realización de una junta (3) con forma de cono hueco truncado, donde la superficie curvada del cono comprende además múltiples aberturas (5) con forma de orificios circulares. La figura 3A muestra una vista en perspectiva de la junta. La figura 3B muestra vistas en sección transversal verticales, donde se ve la forma de cono truncado y además, se indican dimensiones ejemplares de la junta. La dirección central y longitudinal del monopilote se indica mediante la línea D-D. La figura 3C muestra una vista en sección transversal horizontal del cono que ilustra diámetros inferior y superior ejemplares del cono truncado, además de la posición de las aberturas. Las aberturas pueden tener forma circular u ovalada o cualquier combinación de las mismas. Aunque las juntas de las figuras 2 y 3 tienen dimensiones similares, una diferencia son las aberturas superficiales en la realización de la fig. 3. Si se fabrica en PUR, el peso de la junta de la figura 3 sería de aproximadamente 12,7 toneladas métricas, es decir, la provisión de las aberturas como se ilustra en la figura 3 puede reducir el peso de la junta en aproximadamente tres toneladas métricas. Otra forma de reducir el peso de la junta es proporcionarla como una estructura de malla.

En cuanto a la junta sin aberturas que se muestra en la figura 2, la junta con aberturas puede comprender además una porción de brida radial, y opcionalmente horizontal. La figura 3D muestra una vista ampliada del área indicada como "E" en la figura 3B que ilustra una porción de brida que se extiende en la dirección horizontal y radial del cono, por lo que la porción horizontal de la brida forma un ángulo de más de 90° con respecto a la pared del cono.

En una realización adicional, el área total de las aberturas constituye entre el 10-70% del área de la superficie del cono, más preferiblemente entre el 20-50%, y lo más preferiblemente entre el 25-40%. En el ejemplo de

En una realización adicional de la invención, las aberturas están situadas a cierta distancia de los dos extremos del cuerpo alargado hueco, es decir, la parte superior y la parte inferior de la junta no comprenden aberturas, porque la parte superior y la parte inferior soportarán la mayor parte de la tensión inducida cuando la pieza de transición se mueve debido, por ejemplo, al viento. Por lo tanto, en una realización, las aberturas pueden estar situadas a una distancia de entre 1-5 m desde la parte inferior y la parte superior del cuerpo alargado hueco, más preferiblemente a una distancia de entre 2-4 m, y lo más preferiblemente a una distancia de entre 3-4 m.

Junta ensamblada a partir de partes

La junta actualmente descrita puede ser una sola estructura fabricada principalmente de un material elastomérico y con forma de cuerpo alargado hueco. Sin embargo, la junta actualmente descrita (3) o (3') también puede ensamblarse a partir de múltiples partes. Una junta ensamblada a partir de múltiples partes facilita el ensamblaje entre la pieza de transición y el monopilote al reducir los requisitos para el equipo de ensamblaje y el equipo de fabricación de la junta. El peso de una junta, o de una junta ensamblada, para cubrir un monopilote puede ser significativo. En una realización de la invención, el peso de la junta o junta ensamblada está entre 10000 - 20000 kg, más preferiblemente entre 14000 - 18000 kg, y lo más preferiblemente entre 15000 - 17000 kg.

Por lo tanto, para una junta que comprende múltiples partes, la instalación de la junta se vuelve más flexible y puede instalarse en tierra o bajo del nivel del mar, dependiendo de cuál sea logísticamente más rentable, lo que supone una posible reducción de los costos. Por lo tanto, en una realización de la presente descripción, la junta se ensambla a partir de múltiples partes.

Las figuras 5A-B muestran una realización de una junta (3'') ensamblada a partir de tres partes, donde la primera parte (Parte 1) debe colocarse más abajo, la tercera parte (Parte 3) debe colocarse en la parte superior del monopilote y la segunda parte (Parte 2) debe colocarse entre las otras partes. La figura 5A muestra una vista en perspectiva desde la parte inferior de la junta (3'') y la figura 5B muestra vistas en sección transversal verticales donde se ve la forma del cono truncado y se indican las tres partes Parte 1, Parte 2 y Parte 3. Se indican además dimensiones ejemplares de la junta (3'') y las Partes (1-3). La dirección central y longitudinal del monopilote se indica mediante la línea D-D.

Desde el punto de vista de la rentabilidad, el número de partes preferido depende del peso de cada parte. La junta (3'') puede ensamblarse a partir de al menos 2 partes, más preferiblemente a partir de al menos 3 partes, incluso más preferiblemente a partir de al menos 4 partes. En una realización adicional, la junta (3'') se ensambla a partir de 6 partes, más preferiblemente a partir de 5 o 4 partes, y lo más preferiblemente a partir de 2 o 3 partes.

En las figuras 5A-B, cada parte de la junta (3'') tiene forma de cono truncado hueco, que puede definirse mediante los diámetros primero y segundo, donde el primer diámetro superior es más pequeño que el segundo diámetro inferior. En una junta (3'') ensamblada a partir de una pluralidad de partes, el diámetro más grande de una parte corresponde, por lo tanto, preferiblemente al diámetro más pequeño de otra parte que sigue a continuación en el monopilote y en la parte inferior de la pieza de transición. Esto facilita que las partes de la junta puedan ensamblarse secuencialmente, de modo que la parte 1 se coloca primero, seguida de la parte 2, y luego de la parte 3. En una realización de la presente descripción, cada parte tiene, por lo tanto, forma de cono truncado hueco.

Para una estabilización máxima de la posición de la pieza de transición con respecto al monopilote, o para una absorción de tensión máxima, la junta ensamblada (3'') forma ventajosamente un cono truncado hueco continuo y por lo tanto, rodea por completo la parte del monopilote. Esto puede obtenerse haciendo que los múltiples conos de la junta (3'') tengan diámetros que están configurados de forma que las partes puedan ensamblarse para estar inmediatamente adyacentes, con lo que cubren por completo el monopilote, como se muestra en las figuras 5A y 5B en los bocetos a la derecha. Por lo tanto, en una realización de la presente descripción, los diámetros de los múltiples conos están configurados de forma que los conos ensamblados formen un cono truncado hueco continuo.

- 10 La figura 5C muestra una vista en sección transversal horizontal del cono ensamblado que ilustra los diámetros inferior y superior del cono truncado. Se indican además dimensiones ejemplares de los diámetros inferior y superior y de la junta (3'').

- 15 La parte 3 de la junta ensamblada (3'') puede comprender además una brida (4). La figura 5D muestra una vista ampliada de la brida (4) de la junta (3''), Parte 3. La vista ampliada corresponde al área indicada como "E" en la figura 5B. La brida (4) comprende una porción de brida que se extiende en la dirección horizontal y radial del cono, por lo que la porción horizontal de la brida forma un ángulo de más de 90° con respecto a la pared del cono. Se indican dimensiones ejemplares del grosor de pared del cono y la extensión de la porción de brida horizontal en la figura.

- 20 La figura 12 muestra una realización adicional de una junta que comprende y se ensambla a partir de múltiples partes. La posición con respecto a la pieza de transición (2) se muestra en el lado derecho de la figura.

- Para simplificar el transporte y el ensamblaje de la junta, es ventajoso que la junta comprenda múltiples partes, donde las partes contiguas están configuradas para encajar de una manera predeterminada. Por ejemplo, las múltiples partes pueden encajar entre sí de forma similar a un rompecabezas, donde las partes contiguas solo pueden encajar de formas predeterminadas.

- 30 Para una junta con forma cónica que comprende múltiples partes cónicas, colocadas una encima de la otra, o en extensión, como se muestra en la figura 12, las partes contiguas son los bordes que forman el perímetro inferior y superior del cono truncado. Los bordes contiguos pueden formar un ángulo agudo con respecto a la superficie externa del cono, por lo que las partes cónicas se ensamblan de forma anidada o a modo de cuña cuando se colocan una encima de la otra.

- 35 En una realización preferida, las partes contiguas son cilíndricas o cónicas y al menos uno de los bordes a lo largo de los perímetros superiores e inferiores forman un ángulo agudo, se forma que las piezas contiguas puedan encajar o ensamblarse a modo de cuña.

- 40 La junta que se muestra en la figura 12 comprende cinco partes cónicas (3-1), (3-2), (3-3), (3-4) y (3-5). Para las tres partes colocadas en el medio (3-2), (3-3), (3-4), los perímetros superior e inferior son contiguos a un cono vecino y ambos bordes del perímetro forman un ángulo agudo. Para las dos partes (3-1), (3-5) colocadas en la parte superior e inferior del cono de la junta ensamblada, solo el borde del perímetro inferior y el borde del perímetro superior, respectivamente, son contiguos a un cono vecino. Por lo tanto, opcionalmente solo uno de los bordes del perímetro forma un ángulo agudo.

- 45 La junta según la presente descripción puede formar un área de contacto superficial continua a la pieza de transición como se ilustra en la realización de las figuras 1 y 4. Además o alternativamente, la junta puede formar un área de contacto superficial discontinua a la pieza de transición como se ilustra en La realización de la figura 12.

Aplicaciones

- 50 La junta actualmente descrita se puede usar para montar cualquier estructura relacionada con turbinas eólicas en tierra o en alta mar. Esto incluye que es adecuada para montar una pieza de transición en una estructura de pilotes, por ejemplo, para montar una pieza de transición en un monopilote, o para montar la pieza de transición en cualquier otro tipo de estructura de cimientos para el contacto con el lecho marino, tal como un pilote para un trípode o un tetrápodo. Cada una de los tres o cuatro pilotes o patas, respectivamente, de un trípode o un tetrápodo, puede considerarse equivalente a un monopilote.

- La junta actualmente descrita también es adecuada para montar otras estructuras relacionadas con las turbinas eólicas en alta mar, con las correspondientes geometrías estructurales como la pieza de transición de una estructura de pilotes.

- 60 Las estructuras de turbinas eólicas pueden tener una pieza de transición o una torre que comprende múltiples elementos o secciones. Las secciones pueden comprender una forma de conjunto tubular o cónica similar a la pieza

de transición de la estructura de pilotes. Por lo tanto, la junta puede ser adecuada para montar múltiples elementos de una pieza de transición, o para montar múltiples secciones de torre.

Para producir torres de aerogeneradores de mayor tamaño y, por lo tanto, más eficientes, la torre se produce
5 prácticamente ensamblando un múltiplo de secciones de torre. La figura 6 muestra una realización en sección transversal de una torre de aerogenerador ensamblada a partir de tres secciones de torre (5), donde las secciones se ensamblan y montan con una realización de la junta (3''') según la presente descripción. Las secciones de torre tienen forma cónica, y la junta se monta en el extremo con el diámetro más pequeño en la sección más baja. Las partes se
10 ensamblan bajando el extremo con el diámetro más grande de la sección más alta de forma que la junta quede intercalada en el área de contacto en forma de cono entre las dos secciones.

Las secciones de torre ensambladas son equivalentes al conjunto de la pieza de transición y el monopilote, donde la sección de torre situada más abajo corresponde al monopilote y la sección de torre situada más arriba corresponde a la pieza de transición.

15 Además de facilitar la producción de torres de mayor escala, la junta también puede proporcionar flexibilidad a la torre. Por lo tanto, cuando la torre está expuesta a tensiones tanto del entorno ambiental como de las partes móviles de la turbina, mejora la tolerancia a la tensión de la torre.

20 El ensamblaje de las secciones de torre puede realizarse en tierra (6), es decir, en tierra, antes de su colocación en alta mar. La figura 7 muestra una realización en sección transversal de la torre de aerogenerador que se muestra en la figura 6, donde la torre se coloca en alta mar al nivel del mar (7) y se monta en una pieza de transición (2).

Las secciones de torre son estructuras a gran escala y, por lo tanto, es ventajoso que la junta se pueda ajustar a las
25 dimensiones de la torre.

En una realización de la invención, el grosor de la junta es de entre 10-60 mm, más preferiblemente de entre 20-50 mm o de entre 30-40 mm. En una realización adicional, la altura de la junta es de entre 2000-7500 mm, más preferiblemente de entre 2500-6500 mm, o de entre 3000-6000 mm.

30 La estructura de la turbina eólica se monta en el suelo, por ejemplo, mediante un monopilote que se introduce en el lecho marino. De manera equivalente a un monopilote, las estructuras a gran escala pueden montarse sobre unos cimientos de celosía, tales como un cimiento de trípode o tetrápodo. Los cimientos de celosía pueden proporcionar unos cimientos más resistentes y flexibles, ya que el peso de la estructura está soportado por múltiples pilotes o patas,
35 en lugar de un único monopilote.

La figura 8 muestra una realización de unos cimientos de celosía, donde los cimientos son un trípode que comprende tres patas (1'). La figura 9 muestra una realización de unos cimientos de celosía, donde los cimientos son un tetrápodo que comprende cuatro patas (1').

40 Para facilitar el montaje de los cimientos y proporcionar flexibilidad a los cimientos, puede ser ventajoso que el pilote o pilotes, o pata o patas, de los cimientos se ensamblen por juntas de múltiples partes, tal como una pata de la parte inferior para el contacto con el lecho marino y una pata de la parte superior para el contacto con la pieza de transición.

45 Así, una pata de cimiento ensamblado es equivalente al conjunto del monopilote y la pieza de transición, donde la pata de la parte inferior corresponde al monopilote y la pata de la parte superior corresponde a la pieza de transición

La figura 10 muestra una vista en despiece de una realización de una pata de cimiento (1') que comprende una parte inferior para el contacto con el lecho marino (8) y una parte superior para el contacto con la pieza de transición (9),
50 donde la parte inferior y la parte superior forman un área de contacto ajustada con forma de cono. La junta (3''') está montada en la parte inferior y, una vez ensamblada, la junta queda intercalada en el área de contacto con forma de cono entre las dos partes.

La pata (1') que se muestra en la figura 10 puede constituir los cimientos de cualquier estructura de turbina eólica. En
55 una realización de la invención, la pata forma parte de un monopilote. En una realización adicional de la invención, los cimientos son unos cimientos de celosía, tal como unos cimientos de trípode o tetrápodo que comprenden respectivamente tres o cuatro patas.

La pata ensamblada puede ensamblarse con otras geometrías como se ilustra en la figura 11, donde la junta (3''')
60 está cerrada por un extremo, encerrando así un extremo de la parte inferior (8') para el contacto con el lecho marino. Por lo tanto, cuando la parte superior para el contacto con la pieza de transición (9') y la parte inferior se ensamblan, la junta queda intercalada en el área de contacto completa entre las dos partes.

Ambas figuras 10 y 11 muestran realizaciones donde la junta es un cuerpo alargado hueco. Sin embargo, para la realización con una junta de extremo cerrado, el área de contacto entre la junta y la pata de los cimientos es mayor. Un área de contacto mayor puede ser ventajoso para mejorar la flexibilidad de la pata de los cimientos. En una
5 realización preferida de la invención, el cuerpo alargado hueco está cerrado por un extremo.

Las patas de los cimientos son estructuras a gran escala y, por lo tanto, es ventajoso que la junta se pueda ajustar a las patas.

- 10 En una realización de la invención, el grosor de la junta es de entre 10-60 mm, más preferiblemente de entre 20-50 mm o de entre 30-40 mm.

En una realización adicional, la altura de la junta es de entre 3000-7000 mm, más preferiblemente de entre 3500-6500 mm, o de entre 4000-6000 mm.

- 15 En una realización adicional, el diámetro de la junta es de entre 500-5000 mm, más preferiblemente de entre 1000-4000 mm, o de entre 1200-2650 mm.

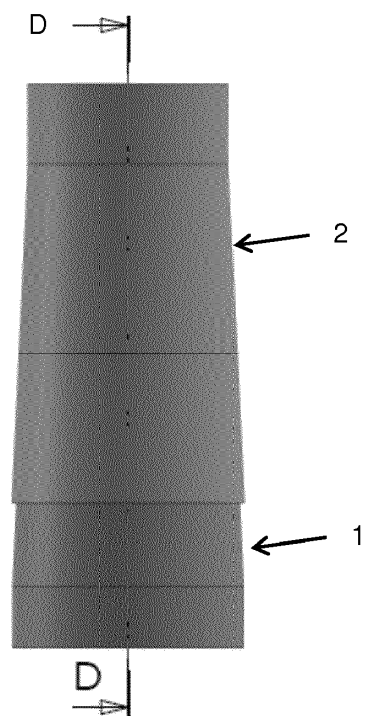
REIVINDICACIONES

1. Una junta (3) para ajustarse a la parte inferior de una pieza de transición (2) de una turbina eólica, fabricándose la junta principalmente de un material elastomérico y teniendo forma de un cuerpo alargado hueco para rodear al menos una parte de la estructura de pilotes, tal como un pilote para un monopilote (1), un trípode o un tetrápodo, cuando se la monta entre la pieza de transición y la estructura de pilotes, de modo que la junta estabiliza la posición de la pieza de transición con respecto a la estructura de pilotes.
2. La junta según la reivindicación 1, donde la junta está configurada para estabilizar la posición de la pieza de transición con respecto a la estructura de pilotes absorbiendo compresión, tensión y/o tensiones de cizallamiento que se producen debido a los movimientos de la pieza de transición y/o de la estructura de monopilotes.
3. La junta según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la junta está configurada para tolerar fuerzas de compresión superiores a 10 N/mm², más preferiblemente superiores a 15 N/mm², y lo más preferiblemente superiores a 20 N/mm².
4. La junta según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el material elastomérico se selecciona de entre el grupo que consiste en: poliuretano (PUR), caucho, nylon, polioximetileno (POM), polietileno (PE) y cualquier combinación de los mismos, más preferiblemente es un poliuretano, tal como poliurea, y/o donde el material elastomérico tiene una dureza Shore A según ASTM D2240 de al menos 70, más preferiblemente de al menos 80, más preferiblemente de entre 70-120, más preferiblemente de entre 80-100, y lo más preferiblemente de entre 85-95, o tiene una dureza shore D de al menos 50, más preferiblemente de al menos 60, y lo más preferiblemente de al menos 75.
5. La junta según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, fabricada por un procedimiento de fundición o un procedimiento de pulverización, y/o que comprende al menos un 95% de material elastomérico.
6. La junta según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la forma del cuerpo alargado hueco se selecciona de entre el grupo que consiste en: cilindro hueco, cono truncado hueco y cualquier combinación de los mismos, y/o donde el cuerpo alargado hueco tiene un grosor de pared de al menos 20 mm, más preferiblemente de al menos 30, 40 o 50 mm, y/o donde el cuerpo alargado hueco tiene una altura de al menos 7 m, más preferiblemente de 6,5, 6, 5, 4 o 3 m, y/o donde el cuerpo alargado hueco es una estructura autoportante.
7. La junta según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el cuerpo alargado hueco comprende además una brida superior que se extiende en la dirección radial del cuerpo, o donde el cuerpo alargado hueco está cerrado por un extremo.
8. La junta según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el cuerpo alargado hueco tiene una superficie que comprende una o más aberturas, opcionalmente donde el área de las aberturas constituye al menos el 25 % del área superficial del cuerpo alargado hueco.
9. La junta según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la junta se ensambla a partir de múltiples partes, opcionalmente donde la junta se ensambla a partir de 6 partes, más preferiblemente a partir de 5 o 4 partes, y lo más preferiblemente a partir de 2 o 3 partes, o donde la junta se ensambla a partir de al menos 2 partes, más preferiblemente a partir de al menos 3 partes, incluso más preferiblemente a partir de al menos 4 partes, y/o donde cada parte tiene forma de un cono truncado hueco, preferiblemente donde los diámetros de los múltiples conos están configurados de forma que los conos ensamblados forman un cono truncado hueco continuo, y/o donde las múltiples partes están configuradas para colindar a modo de cuña.
10. El uso de la junta según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-9 para montar estructuras de turbinas eólicas en alta mar, por ejemplo, para montar una pieza de transición en una estructura de pilotes, tal como un monopilote, un pilote para un trípode o un tetrápodo, sin utilizar lechada ni pernos, y/o para montar partes de la pieza de transición, tal como múltiples secciones de torre.
11. Un procedimiento para montar una pieza de transición de una turbina eólica en un monopilote que comprende las etapas de
 - montar la junta según cualquiera de las reivindicaciones 1-9 en la parte inferior de la pieza de transición, y
 - ensamblar la pieza de transición en el monopilote en el lugar donde el monopilote se ha fijado al suelo, tal como en una ubicación en alta mar, de modo que la junta quede intercalada entre la pieza de transición y el monopilote.
12. Un procedimiento para montar múltiples secciones de torre para una turbina eólica, realizándose el

procedimiento opcionalmente en tierra o en alta mar, y comprendiendo las etapas de:

- a) proporcionar una primera sección de torre,
 - b) montar la junta según cualquiera de las reivindicaciones 1-9 en un primer extremo de la primera sección de torre,
 - 5 c) ensamblar una segunda sección de torre en el primer extremo de la primera sección de torre de forma que la junta quede intercalada entre las dos secciones,
 - d) repetir las etapas a-c para otras secciones de torre.
13. Un procedimiento para montar los cimientos de monopilotes, tal como unos cimientos de celosía, que
10 comprende las etapas de:
- proporcionar una o más patas para los cimientos, donde cada pata comprende una parte inferior para el contacto con el lecho marino y una o más partes superiores para el contacto con la pieza de transición,
 - montar la junta según cualquiera de las reivindicaciones 1-9 en las patas de la parte inferior,
 - 15 - ensamblar las patas de la parte inferior en las patas de la parte superior, de modo que la junta quede intercalada entre las dos partes de las patas,
- opcionalmente donde los cimientos son unos cimientos de celosía, tal como unos cimientos de trípode o tetrápodo.
- 20 14. Un procedimiento para fabricar una junta para la parte inferior de una pieza de transición de una turbina eólica, donde la junta es la junta según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- pulverizado gradual de material elastomérico fluido sobre la superficie inferior interna de una sección de la pieza de transición que se ensamblará en una estructura de pilote, de modo que se forme una capa de material elastomérico, y
 - 25 - curado de la capa de material elastomérico de manera que se forme una junta.
15. Un procedimiento para fabricar una junta para la parte inferior de una pieza de transición de una turbina
30 eólica, donde la junta es la junta según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- vertido de material elastomérico fluido en uno o más moldes preformados, y
 - curado del material elastomérico para que forme una junta que comprende una o más partes.

A)



B)

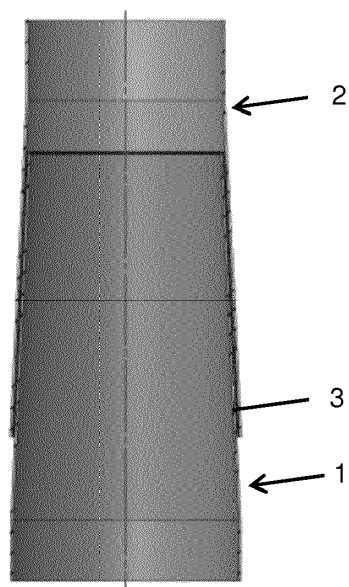
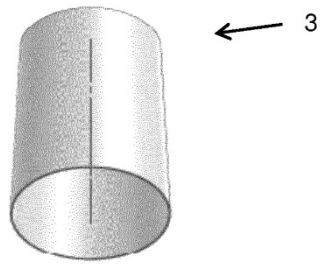
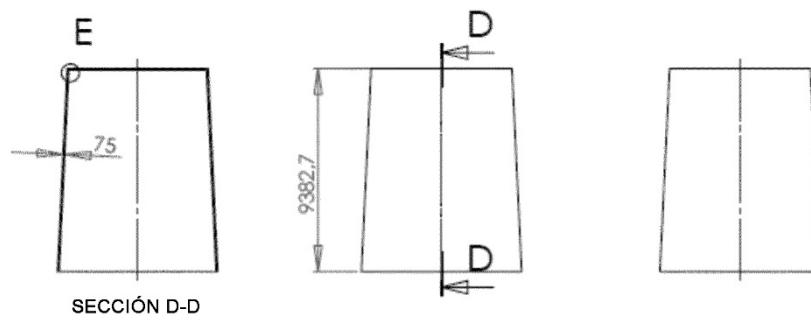


Fig. 1

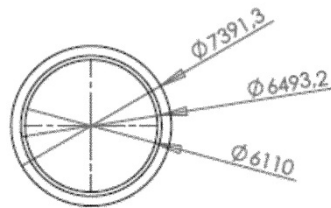
A)



B)



C)



D)

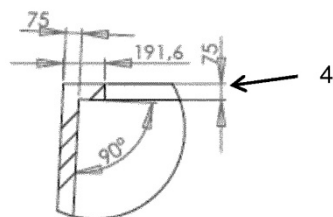
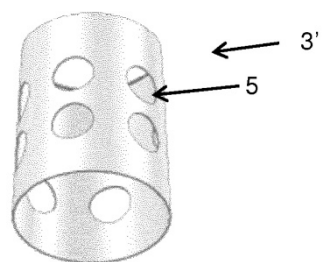
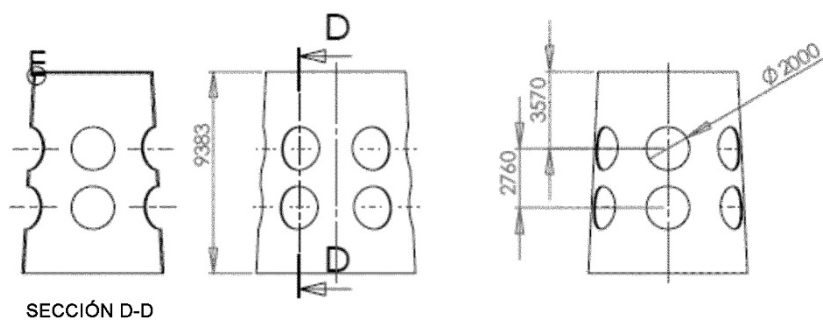


Fig. 2

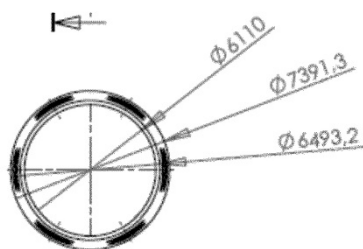
A)



B)



C)



D)

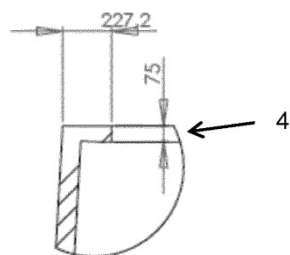


Fig. 3

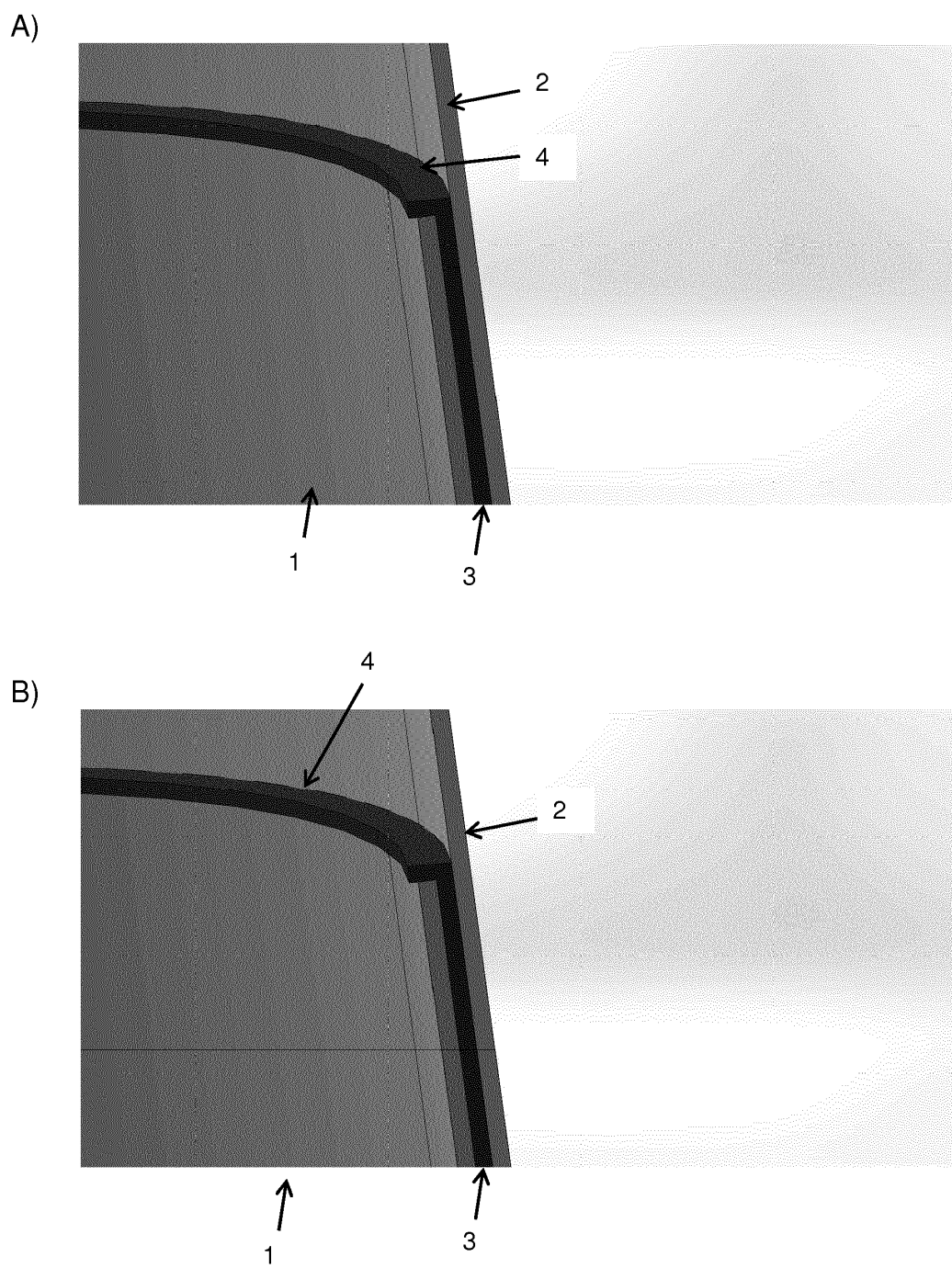
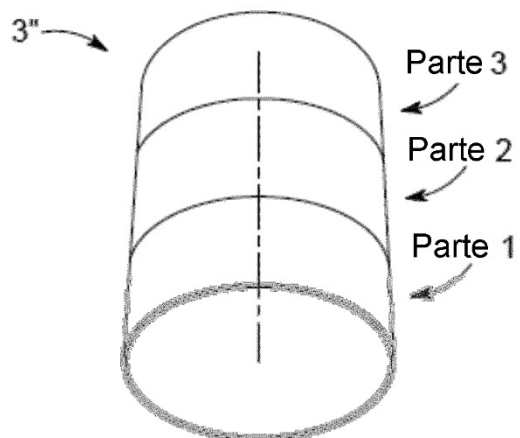


Fig. 4

A)



B)

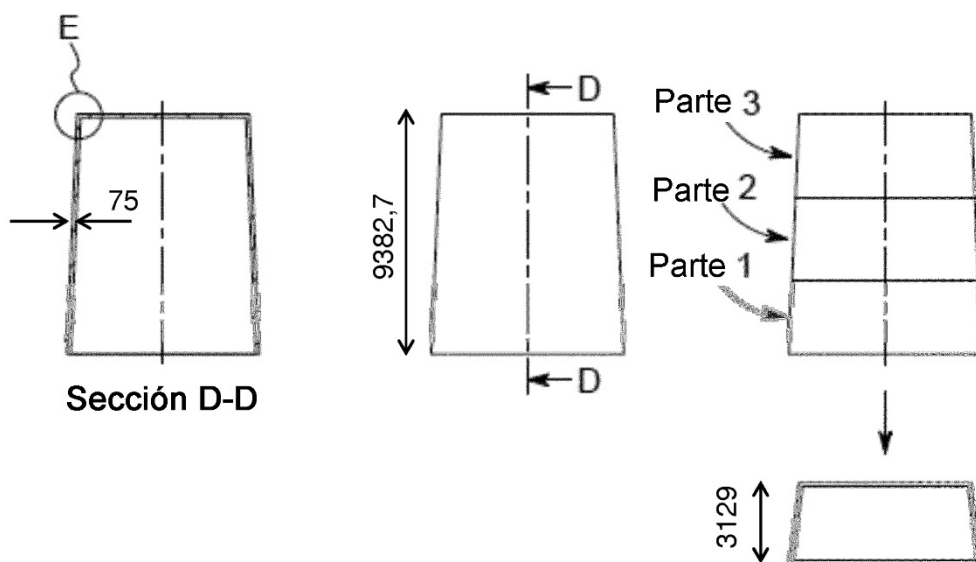
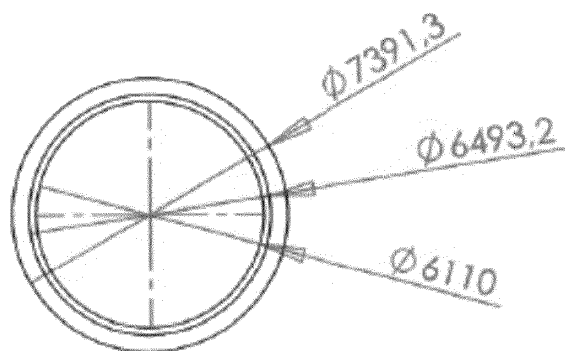


Fig. 5 (A,B)

C)



D)

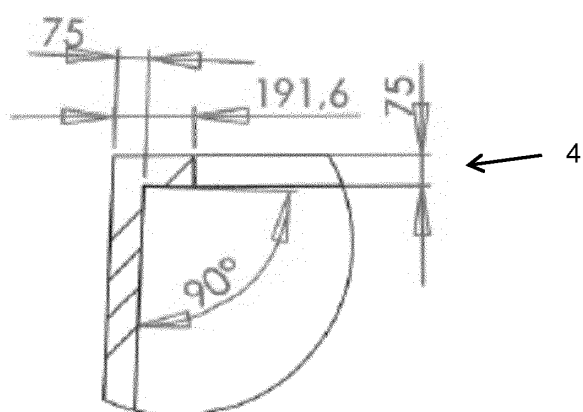


Fig. 5 (C,D)

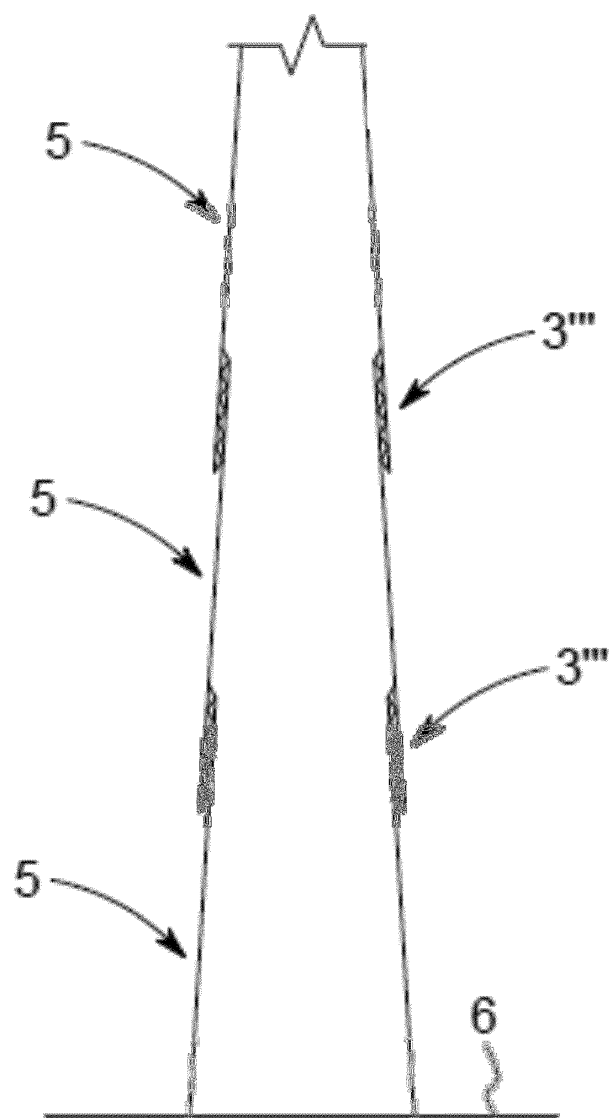


Fig. 6

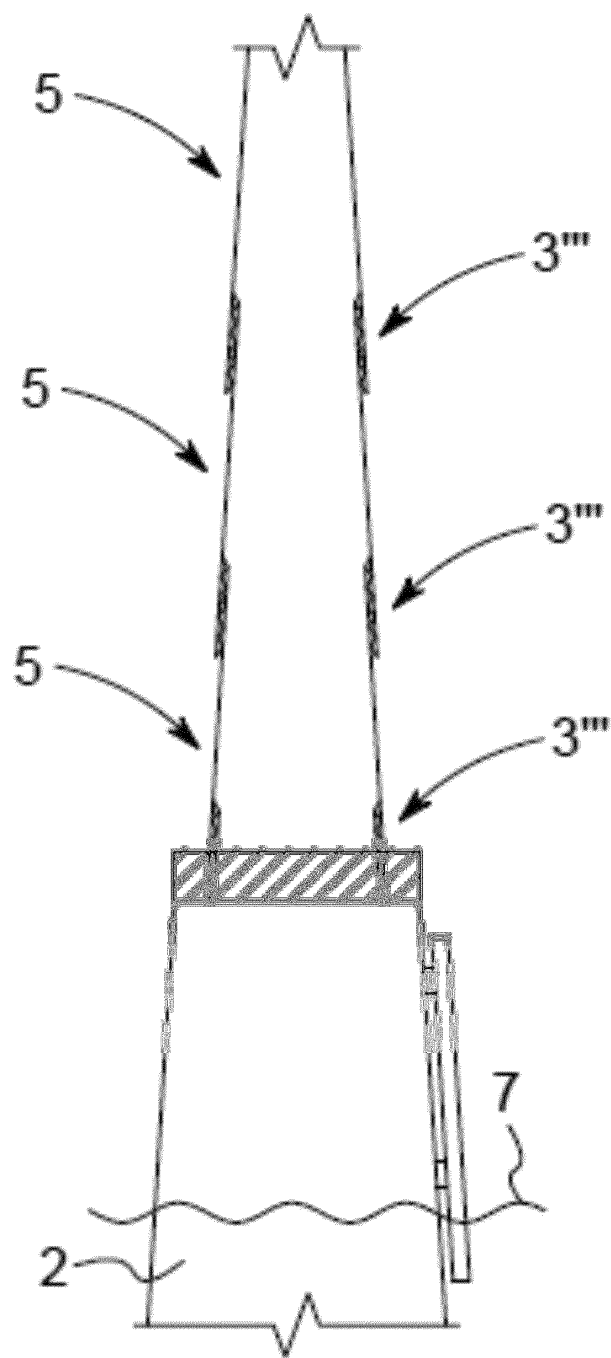


Fig. 7

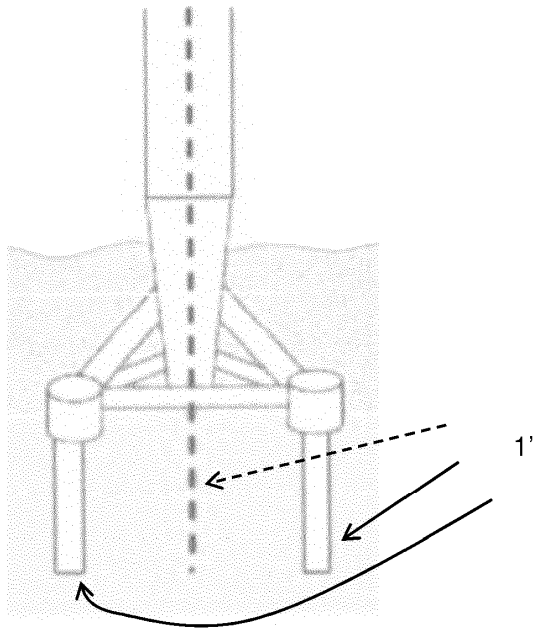


Fig. 8

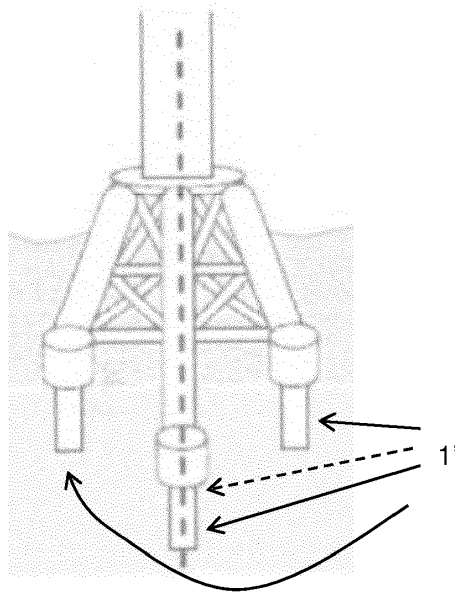


Fig. 9

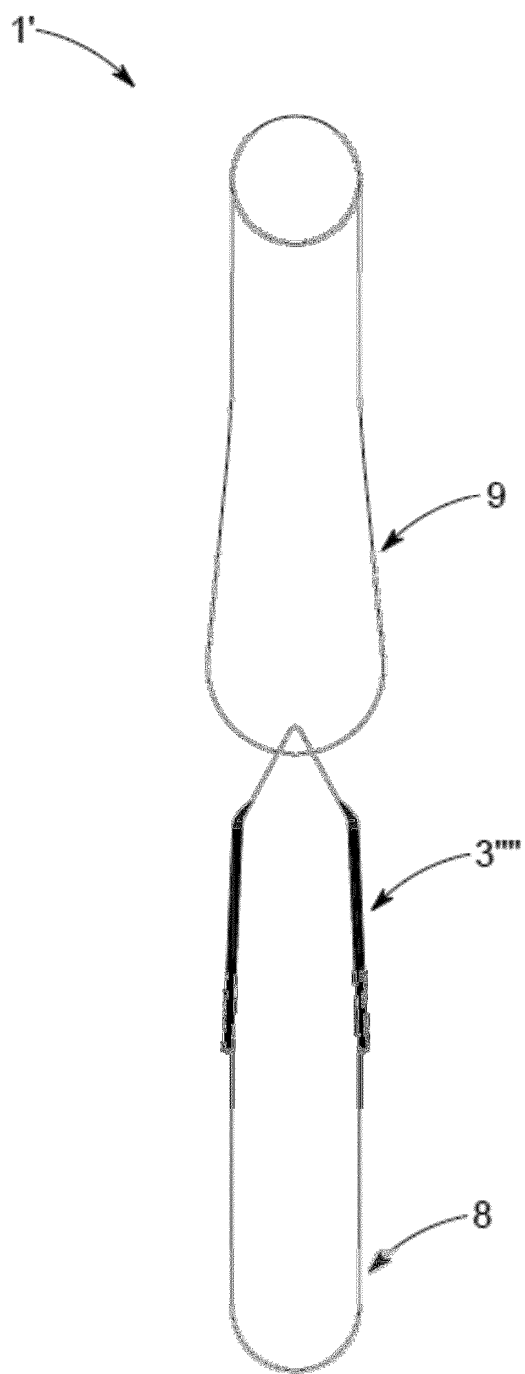


Fig. 10

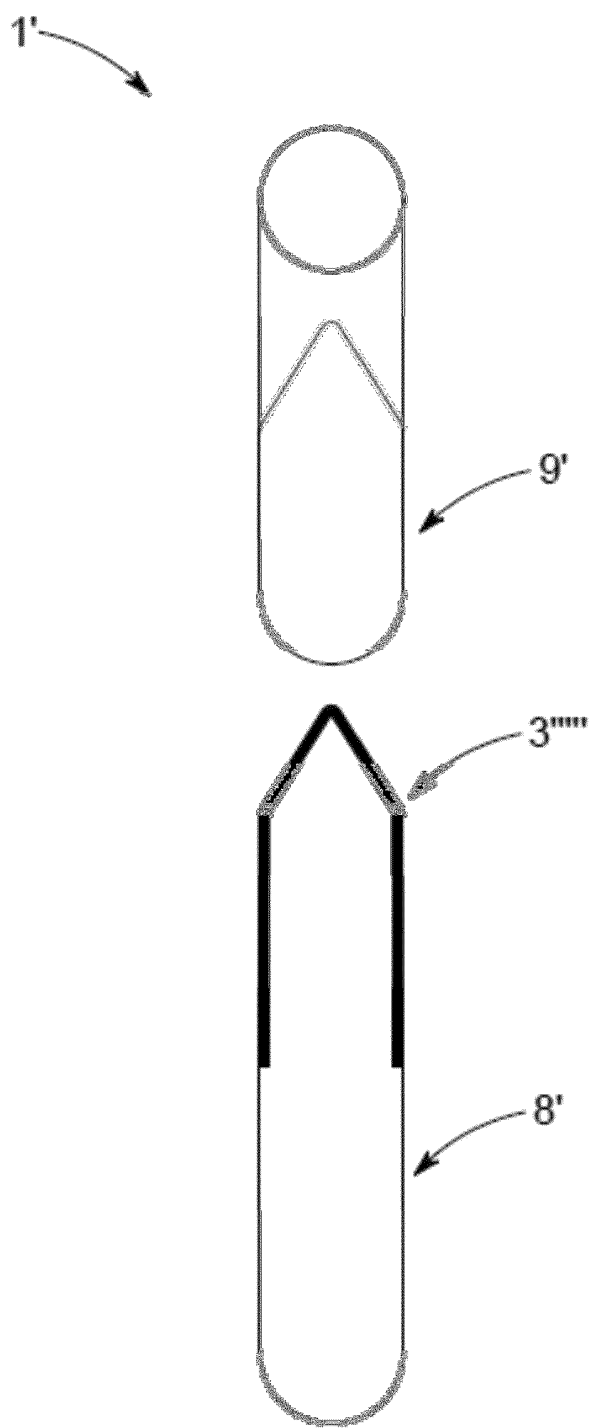


Fig. 11

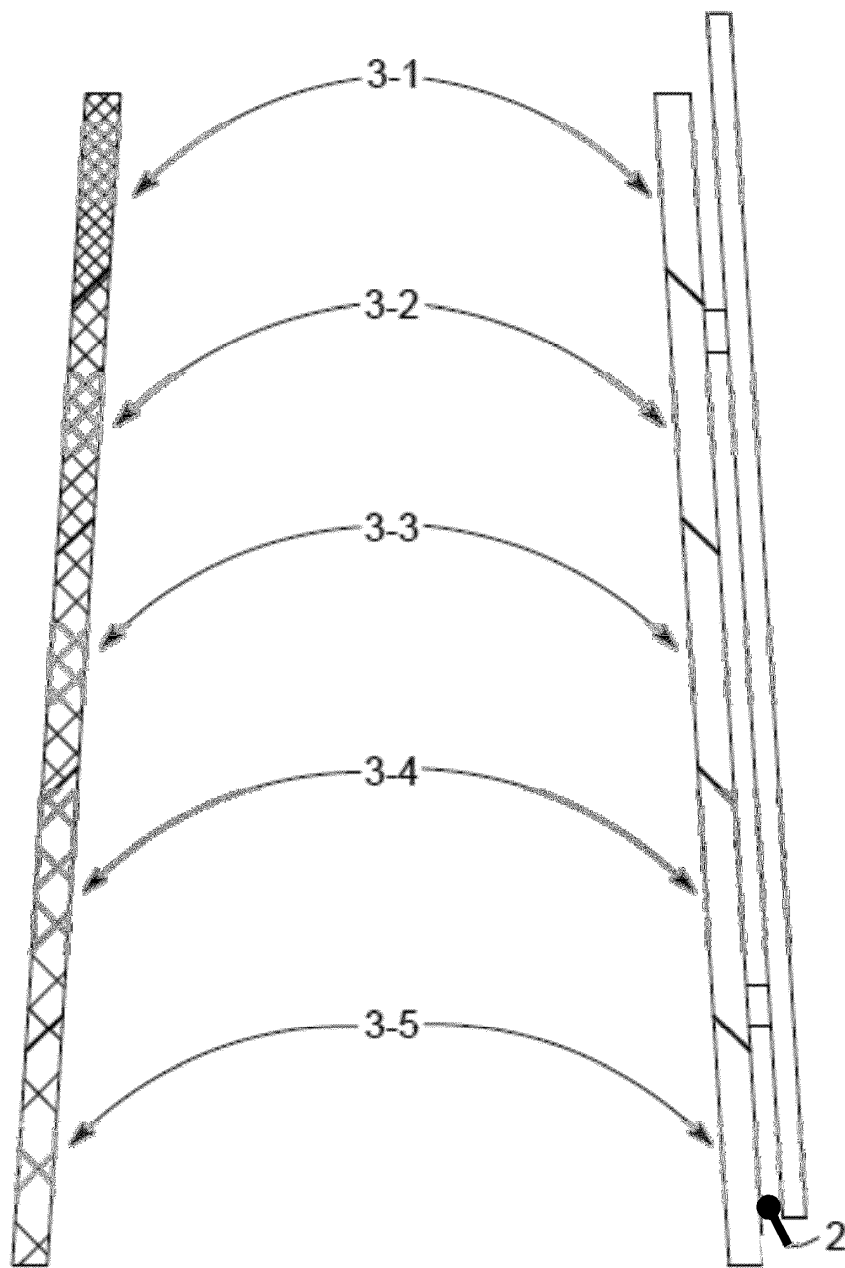


Fig. 12