

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 504**

21 Número de solicitud: 201730186

51 Int. Cl.:

F03D 13/25 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

15.02.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.04.2017

Fecha de concesión:

19.01.2018

45 Fecha de publicación de la concesión:

26.01.2018

73 Titular/es:

**BERENGUER INGENIEROS S.L. (100.0%)
C/ NURIA 36, 2, 2
28034 MADRID (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

BERENGUER COBIAN, Jose

74 Agente/Representante:

CASTELLET I TORNE, Mari Angels

54 Título: **ESTRUCTURA FLOTANTE AUTOINSTALABLE DE TIPO SPAR PARA SOPORTE DE AEROGENERADORES DE GRAN POTENCIA**

ES 2 608 504 B1

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 504**

21 Número de solicitud: 201730186

57 Resumen:

Estructura flotante de tipo Spar que sirve como base para aerogeneradores off-shore de gran tamaño constituida por un cajón triangular inferior de hormigón armado, y otro superior metálico, también triangular, sobre el que apoya el fuste del aerogenerador, unidos mediante tres columnas elevables, dispuestas en los vértices.

La estructura propuesta, pertenece a la tipología de las plataformas Spar, por basar fundamentalmente su funcionamiento en el descenso del centro de gravedad del conjunto, pero tiene también componentes de semisumergible por tener tres flotadores en la línea de flotación que aumentan su par restaurador.

Su bajo calado inicial (en torno a los 10 m), aumenta notablemente la disponibilidad de muelles cercanos al lugar de implantación para su construcción y montaje. Por otra parte, la sencilla geometría de su base, permite realizarse mediante un sistema de construcción sencillo y eficaz, similar al empleado para la elaboración de cajones portuarios.

Tiene un sistema innovador de puesta en servicio del tanque de lastrado que permite remolcar la estructura con el aerogenerador completamente instalado "on-shore" con gran estabilidad naval, y una vez llegado a su posición de trabajo, sin la necesidad de empleo de ningún medio de elevación auxiliar (Jack-up, grúas heavylift...), se lastra sólo con agua y se desciende a gran profundidad asegurando significativas menores inclinaciones para el correcto funcionamiento del aerogenerador.

A diferencia de otros sistemas Spar existentes, el tanque de lastrado es izable y reflotable y permite remolcar de nuevo la plataforma con el aerogenerador, para poder hacer labores de reparación o mantenimiento en puerto.

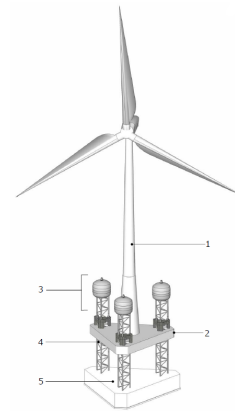


FIG. 1

ES 2 608 504 B1

**ESTRUCTURA FLOTANTE AUTOINSTALABLE DE TIPO SPAR PARA
SOPORTE DE AEROGENERADORES DE GRAN POTENCIA**

DESCRIPCIÓN

5

OBJETO DE LA INVENCION

El objeto de la invención es una estructura flotante de tipo Spar que sirve como base para aerogeneradores off-shore de gran tamaño (8-10 MW), y que presenta grandes ventajas para su construcción, transporte, puesta en posición y operación, gracias a las novedades
10 que introduce en su diseño frente a otros tipos existentes.

Se pueden distinguir tres tipos de plataformas: semisumergibles (estabilizadas por flotabilidad), Spar (estabilizadas por lastre) y TLP (estabilizadas por líneas de amarre).

En los últimos años, las plataformas Spar para soporte de aerogeneradores de gran potencia, están cobrando relevancia entre las estructuras flotantes, por su simplicidad
15 (menor coste) y su gran capacidad de respuesta a las acciones ambientales. Las plataformas flotantes semisumergibles, por lo general, para dar respuestas algo similares, o bien requieren muy grandes dimensiones, o bien sistemas de lastre variable que complican notablemente su funcionamiento. Las TLP (Tension Leg Platform) son muy estables y ligeras, pero confían toda su integridad en los anclajes y cables que las unen al fondo,
20 siendo éste un aspecto muy costoso por el gran riesgo que supone cualquier problema que se presente en ellos.

El funcionamiento de las plataformas Spar se basa en bajar el centro de gravedad lo máximo posible, por debajo del centro de flotación, de tal forma que cuanto más se separen, mayor será el par restaurador que compense el par desestabilizador que viento y oleaje
25 producen. La estructura se compone de cuatro elementos principales:

- Torre eólica
- Tanque o tanques flotadores
- Estructura de conexión entre flotadores y lastrado
- Tanque de lastrado

Por lo general, la mayor parte de las plataformas Spar existentes, consisten en un gran fuste cilíndrico de gran longitud donde se incorporan estos cuatro elementos simplemente modificando su composición interior por zonas. Dado su gran calado resultante, se han de remolcar en posición horizontal, girar en su lugar de funcionamiento, lastrar con agua y lastre sólido y finalmente incorporar el aerogenerador con medios auxiliares offshore muy escasos y costosos.

La presente invención tiene un sistema innovador de puesta en servicio del tanque de lastrado que permite remolcar la estructura con el aerogenerador completamente instalado “on-shore” con bajo calado y gran estabilidad naval. Una vez trasladada hasta su posición de trabajo, el tanque de lastrado se llena de agua y se descende a gran profundidad asegurando unas inclinaciones del aerogenerador significativamente menores que el resto de plataformas existentes. A diferencia de otros sistemas Spar, el tanque de lastrado es izable y reflotable, permitiendo remolcar de nuevo la plataforma con el aerogenerador, para poder hacer labores de reparación o mantenimiento en puerto.

Otra innovación importante es la configuración del sistema de flotación. Se dispone un tanque principal de flotación que se une al aerogenerador y que está sumergido para minimizar las acciones del oleaje sobre él, y otros tres flotadores de menor tamaño, que quedan semisumergidos, y que contribuyen a aumentar el par restaurador del sistema Spar.

La estructura propuesta, posibilita pues un sistema muy seguro y estable de remolcado, de puesta en servicio sin la necesidad de empleo de ningún medio de elevación auxiliar (jackups, grúas heavylift...), y de operatividad del aerogenerador óptima.

Otras características básicas que presenta son:

- Tiene dos configuraciones de flotación, ambas de gran estabilidad, siendo la de menor calado la empleada para su traslado mediante remolque al lugar de instalación.
- Opone mínima resistencia y baja resonancia a las acciones de las corrientes y oleaje, siendo muy reducida la superficie de oposición en su parte emergida.
- Capacidad para trasladar el aerogenerador completamente instalado y resistir las sollicitaciones transmitidas en las fases de construcción, transporte, puesta en posición y operación.

Los componentes de la estructura están bien diferenciados (ver figura 1):

- **Los elementos de flotación** que permiten mantener a flote la plataforma, contrarrestando el enorme peso del tanque de lastre. Se distinguen dos tipos de elementos de flotación:

5

- **Flotador principal**, aporta la flotabilidad fundamental del conjunto, y queda completamente sumergido para que le afecten lo menos posible las acciones del oleaje.
- **Flotadores semisumergidos**, aportan una rápida respuesta a las inclinaciones de la torre, minimizando también en lo posible su resistencia al oleaje.

10

- **Las columnas elevables de conexión** que sirven de unión entre el flotador principal y el tanque de lastre y posibilitan su ascenso y descenso para mantener la estructura con una elevada estabilidad, tanto en las fases de remolque como en la de servicio.

15

- **El tanque de lastre** que da flotabilidad a la estructura con bajo calado para que se pueda realizar su traslado mediante remolcado, y en su fase de servicio se rellena con lastre de agua y se descende a su posición de trabajo para bajar al máximo el centro de gravedad del conjunto. Es pues también el elemento fundamental de aporte de estabilidad a la plataforma.

20

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La estructuras que soportan aerogeneradores offshore, o bien se fijan en fondo mediante cimentaciones de gravedad, monopilotes, trípodes o jackets, o bien permanecen flotando en su fase de servicio. Las soluciones de gravedad son las más empleadas a bajas profundidades, y por encima de los 30-35 m se suelen plantear soluciones tipo monopilote.

25

Los trípodes y jackets se disponen normalmente en profundidades de hasta 50 ó 60 m. Las soluciones flotantes se indican para las profundidades mayores.

30

El diseño y fabricación de las estructuras flotantes para el soporte de aerogeneradores, se basa actualmente en la tecnología desarrollada por la industria petrolera (Oil & Gas). De este modo, como ya se explicó anteriormente, se pueden distinguir tres tipos fundamentales de plataformas: Semisumergible, Spar y TLP. Estos tres tipos, corresponden a tres sistemas de estabilización de la estructura frente a las acciones exteriores (viento, oleaje y corrientes):

- Estabilización por flotabilidad
- Estabilización por lastre para descender el centro de gravedad
- Estabilización por líneas de amarre

La estructura propuesta, pertenece a la tipología de las plataformas Spar, por basar
5 fundamentalmente su funcionamiento en el descenso del centro de gravedad del conjunto
mediante lastrado, pero tiene también componentes de semisumergible por tener tres
flotadores en la línea de flotación y algo de estabilización por las líneas de amarre que la
anclan al fondo.

Para ello, la parte inferior de la invención, está constituida por un gran cajón de hormigón
10 cuya construcción está basada en la tecnología, ampliamente empleada en España, de
cajones portuarios para la construcción de diques y muelles. Se trata de estructuras de
gravedad, fabricadas en dique flotante (normalmente llamado “cajonero”), que son
transportadas por flotación hasta su lugar de servicio. Son grandes estructuras de hormigón
armado, normalmente paralelepípedicas, cuyo interior está compuesto por una serie de
15 paramentos verticales que forman células de aligeramiento y que dotan al conjunto su
capacidad de flotación. Su construcción es muy versátil, mediante la técnica de encofrado
deslizante, que permite una producción continua muy eficaz, y una puesta en flotación
directa según se construye.

Los cajones presentan una serie de condicionantes constructivos que pueden limitar sus
20 dimensiones como son las características de las infraestructuras donde se construyen, esto
es, por los calados de los muelles y de los canales de navegación así como las
características de las instalaciones donde se construyen, que limitan la eslora, la manga y el
puntal de los cajones.

Las estructuras flotantes Spar presentan importantes ventajas sobre las otras flotantes:

- 25 - Suelen tener una geometría sencilla lo que posibilita su construcción mediante
procesos de fabricación en serie
- No necesitan complejos y delicados sistemas para asegurar su estabilidad, como
puede ser el lastrado variable de las semisumergibles, o los anclajes de alta
resistencia de las TLP
- 30 - Tienen una excelente estabilidad y bajas aceleraciones frente a las acciones del
oleaje y viento

Pero por el contrario, la mayor parte de ellas tienen el inconveniente de tener un largo fuste sumergido que requiere elevadas profundidades para su implantación y después dificulta notablemente su remolcado de vuelta a puerto para posibles reparaciones. Además, por lo general, el ensamblado de la turbina se ha de realizar offshore mediante embarcaciones especiales y grandes y costosas grúas.

Entre las plataformas tipo Spar (fundamentalmente estabilizadas por su bajo centro de gravedad) empleadas como soporte de aerogeneradores, se pueden distinguir fundamentalmente dos tipologías:

10 - **Remolcadas en posición horizontal y posterior instalación offshore del aerogenerador**

Son aquellas cuyo sistema de flotación, zona de transición y tanque de lastre se disponen a lo largo de un cilindro de sección prácticamente constante. Por ejemplo, la patente con número WO2006132539 que corresponde a uno de los proyectos más maduros de eólica flotante, cuyo prototipo original se dispuso en la costa de Noruega en 2007. Su realización preferida se basa en una solución larga (profunda), delgada, preferiblemente cilíndrica, diseñada para dar lugar a pequeños movimientos por las olas. Esta configuración, supone elevadísimos calados en su posición de servicio con el aerogenerador instalado. Por tanto si se quisiera remolcar en esta posición harían falta unas rutas con el calado suficiente desde el sitio de construcción hasta el lugar de instalación. Esto ha sido posible en los fiordos Noruegos, pero por lo general se hace imposible el traslado de este modo, por lo que habitualmente, se ha de remolcar el cilindro del que se compone, en posición horizontal, y posteriormente se gira, lastra con lastre sólido e instala el aerogenerador. En tal caso, ya sería dificultosísimo volver a puerto para hacer reparaciones.

La patente WO2013093160, tiene una configuración muy similar, pero está realizada en hormigón pretensado de un modo monolítico, junto a la torre del aerogenerador. Se trata pues de una geometría simple de hormigón, sin juntas, que favorece la durabilidad en el medio marino. No obstante, debido a su configuración alargada, el oleaje le produce importantes esfuerzos de flexión, de tal forma que para que no se produzcan fisuraciones, hay que pretensarlo. Los problemas de instalación y vuelta a puerto son los mismos de la patente anterior.

- **Remolcadas en posición vertical con el aerogenerador integrado**

Son aquellas que tienen un menor calado en su fase de servicio, o las que en una primera fase de flotación, tienen la suficiente estabilidad para portar el aerogenerador y posteriormente se lastran para aumentar su par restaurador.

5 La patente WO2010110329 corresponde a una tipología similar a las dos anteriores (alargados cilindros verticales), pero a través de un sistema telescópico de plegado de la torre del aerogenerador, y un método de instalación específico, podría montarse todo el conjunto en puerto (salvo las palas) y ser trasladado así a su ubicación definitiva. En este caso, el calado todavía es bastante importante, y por
10 tanto, habrá dificultades para encontrar puertos y canales de navegación aptos para ello.

La patente JP2015009591 presenta una plataforma Spar compuesto por un gran tanque de flotación (en torno a los 50 m de diámetro), una zona de transición de mucho menor diámetro (en torno a los 8 m), y un tanque inferior de lastre con un
15 diámetro similar al de flotación que hace descender notablemente el centro de gravedad. El tanque superior (el que aporta la flotabilidad) queda parcialmente emergido y por su gran tamaño, aporta una gran inercia en la superficie de flotación. De este modo, se trata de una plataforma Spar (con el centro de gravedad por debajo del centro de flotación), pero con un componente muy importante de
20 semisumergible. Este doble sistema de estabilidad permite descender su calado hasta aproximadamente la tercera parte del de las Spar convencionales de tipo cilíndrico, y así poder remolcarse con el aerogenerador, hasta su posición de trabajo. El gran inconveniente es que toda la superficie emergida del flotador está sometida a las acciones del oleaje, y su capacidad de respuesta al momento volcador está
25 reducida precisamente por su bajo calado.

La patente WO2014177729, está configurada a partir de cuerpos huecos de hormigón unidos entre sí mediante brazos también huecos a través de los que pasa agua de unos a otros. Esta solución, al igual que la de la patente anterior, por su bajo calado inicial, permite ser remolcada con el aerogenerador completamente instalado
30 y además soluciona el problema de las grandes acciones del oleaje sobre el flotador, ya que los cuerpos perimetrales quedan completamente sumergidos en su posición de servicio. El problema que tiene, es que, por su configuración, el volumen que produce la flotabilidad no está muy separado del volumen que aporta el peso. Por tanto, para poder compensar las inclinaciones que produce el viento sobre la

plataforma, es necesario emplear un sistema activo de trasvase de lastre de unos cuerpos a otros.

La patente ES2555500, describe una obra flotante que comprende un cuerpo de flotación susceptible de ser relleno selectivamente con lastre y un cuerpo pesado inferior suspendido por unos cables que sirve para producir el descenso del centro de gravedad. En caso de portar un aerogenerador, éste se trasladaría plegado hasta su lugar de trabajo, donde se extendería telescópicamente para operar. Con esta configuración, todo el conjunto, salvo el cuerpo inferior, flota con bajo calado y se puede remolcar. Posteriormente, por diferentes procedimientos habría que instalar el peso sumergido.

A diferencia de las patentes anteriormente descritas, La estructura flotante objeto de este documento, presenta simultáneamente las siguientes características:

- Debido a la gran separación entre el centro de gravedad y el centro de carena, presenta un gran par estabilizador a las acciones del viento y oleaje, por lo que es apta para los aerogeneradores de mayor potencia, sin necesidad de ningún tipo de sistema activo de trasvase de lastre.
- El remolque al lugar de implantación, se realiza en posición vertical, con el aerogenerador completamente instalado y con bajo calado (menor de 10 m), y no requiere ningún sistema naval auxiliar para su puesta en funcionamiento.
- La estabilidad naval, y su seguridad durante el remolque es muy superior a todas las descritas, puesto que se hace con un francobordo de más del triple de altura que la mejor de ellas y el centro de gravedad más bajo.
- El tanque de lastre, elemento fundamental de la plataforma, tiene una geometría sencilla que permite una construcción similar a la de los cajones portuarios, sin juntas y sin necesidad de pretensado, lo que le confiere una vida útil superior a los 50 años.

Se ha de destacar que la configuración triangular con tres columnas perimetrales elevables, normalmente de tipo celosía o tubular, es la habitual en las plataformas Jack-up, ampliamente conocidas en el mundo offshore. Incluso hay algunas que son empleadas para soportar aerogeneradores. Pero estas plataformas están diseñadas para apoyarse sobre el fondo marino y requieren unos equipos y un sistema tractor muy importante que permita elevar su carga por encima del oleaje.

Por el contrario, la presente invención no se apoya en el fondo marino y no requiere ningún sistema tractor, ni para descender, ni para elevar las torres, puesto que emplea la gravedad y la flotabilidad para ello. Tan sólo haría falta un sencillo sistema de retención y bloqueo para controlar su velocidad. Estas características la hacen muy diferente a las anteriores, ya que sus dimensiones, funcionamiento y solicitaciones, como estructura flotante que es, no tienen nada que ver con las apoyadas en el fondo marino.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCÓN

Estructura flotante de tipo Spar que sirve como base para aerogeneradores off-shore de gran tamaño constituida por un cajón triangular inferior de hormigón armado, y otro superior metálico, sobre el que apoya el fuste del aerogenerador, unidos mediante tres columnas elevables dispuestas en los vértices y en cuyo extremo superior se disponen tres flotadores.

El cajón inferior permite el remolcado de la estructura con el aerogenerador instalado con gran estabilidad y bajo calado y que, en su posición de servicio, una vez descendido y llenado de agua, constituye un pesado tanque de lastre. El cajón superior, que en su posición de servicio queda sumergido, aporta la flotabilidad al sistema y una rígida conexión con el fuste del aerogenerador (ver figura 1).

La plataforma es remolcada desde el muelle donde fue montada en su integridad, con un bajo calado (inferior a 10 m), con los dos cajones juntos y las torres completamente elevadas (ver figura 2).

Una vez que alcanza su posición de servicio, el cajón inferior de hormigón es lastrado con agua hasta que compensa su flotabilidad, quedando éste prácticamente sin peso aparente (ver figura 3).

En este momento, es descendido controladamente por gravedad, mediante un sistema de retención dispuesto en las columnas situadas en sus vértices. Cuando alcanza su posición de trabajo (ver figura 4), se bloquean mediante unos pasadores dispuestos en las guías de desplazamiento de las torres (ver figura 9) hasta que sea necesario reflotar el tanque para volver a puerto.

Se termina de lastrar el cajón inferior hasta que los flotadores superiores quedan semisumergidos en posición de servicio, y se ancla al fondo marino mediante varias líneas que salen del cajón superior (ver figura 5). La plataforma ya puede entrar en funcionamiento.

Las características de sus componentes son las siguientes (ver figura 6):

- **El tanque de lastre**

El tanque inferior está compuesto por un cajón de hormigón celular, de base triangular, truncada en los vértices, con un interior conformado por celdas triangulares.

5 Para su definición, se ha tomado como base el parámetro "A", que es la distancia a ejes que hay entre dos nodos consecutivos de la trama triangular en la que se basa. Este valor es variable para poder adaptarse a geometría de la superestructura que soporta. También es variable el número de particiones triangulares interiores. Para describir la estructura, partiremos de un ejemplo con siete particiones de lado (7A),
10 pero no es indicativo de que no pueda tener más o menos (ver figuras 7 y 8).

En planta, es un triángulo equilátero truncado que resulta ser un hexágono irregular de 3 lados mayores de 7A de longitud y tres menores, o chaflanes, de 1A. El conjunto queda inscrito aproximadamente en un cuadrado de 8A de lado.

15 Los espesores de los paramentos verticales interiores (E1) y exteriores (E2), así como los espesores de losa inferior (LI), su ancho de tacón (T), o de losa superior (LS), dependen de las condiciones a las que se va a someter el cajón. Su fabricación se hará en dique seco o flotante, ya sea ejecutado mediante encofrados convencionales, trepantes, deslizantes o mediante el ensamblaje de piezas prefabricadas.

20 Las celdas de las que se compone, están provistas de sistemas de comunicación entre ellas y están dotadas de dispositivos para el vaciado y llenado que permiten la regulación del nivel de lastrado.

25 Como es habitual en los cajones marítimos, los espesores de los paramentos exteriores, y los que sirven de anclaje a las columnas elevables, son mayores que los de los paramentos interiores, pero en cualquier caso, serán para cada configuración los necesarios para soportar las acciones a las que va a ser sometida la estructura.

- **El flotador principal**

30 Se trata de otro tanque superpuesto, esta vez metálico, que permite mantener a flote la plataforma cuando el tanque inferior de lastre está lleno (ver figura 9). En su posición de servicio queda completamente sumergido para ser afectado lo menos posible las acciones del oleaje.

Sus dimensiones y geometría, así como unos huecos que se encuentran en sus vértices (ver figura 9), se adaptan a las del cajón inferior para que sea posible la conexión mediante las columnas elevables.

- **Las columnas elevables de conexión**

- 5 Conectan el flotador principal y el tanque de lastre y posibilitan su ascenso y descenso. Pueden estar constituidas por celosías metálicas de sección triangular, de tipo similar a las patas de las plataformas jackup, o bien estructuras tubulares de gran sección. Su altura dependerá de las condiciones a las que se someterá y de la potencia del aerogenerador que soporte.
- 10 En su parte superior se disponen tres flotadores que quedarán semisumergidos en su posición de servicio para aumentar el par estabilizador del sistema Spar y así poder soportar aerogeneradores de mayor tamaño (ver figura 10).

VENTAJAS QUE SE DERIVAN DE LA INVENCION

- 15 La estructura propuesta tiene grandes ventajas sobre las plataformas tipo Spar existentes en el mercado:
- Tiene la suficiente capacidad para transportar el aerogenerador completamente instalado, evitando la necesidad de montaje "offshore" por un medio de elevación auxiliar (grúa flotante, heavylift).
- 20
- Se remolca hasta su ubicación en posición vertical, presentando una gran estabilidad naval y baja resistencia al desplazamiento debido a su bajo calado, forma de quilla de la estructura y el elevado periodo natural con en que se balancea.
 - El proceso de puesta en servicio de la estructura se realiza simplemente mediante el lastrado de sus celdas con agua de mar, sin necesidad de ningún medio adicional,
- 25
- ni embarcaciones auxiliares especiales de grandes capacidades, ni de elementos de flotación ajenos a la estructura en sí.
 - Su bajo calado inicial (en torno a los 10 m), aumenta notablemente la disponibilidad de muelles cercanos al lugar de implantación para su construcción.
- 30
- El doble sistema de generar el par estabilizador frente a las acciones externas (Spar y semisumergible), permite soportar generadores de mayor potencia que los existentes.

- 5 - El tanque inferior de lastre se trata de una estructura de hormigón armado, con una geometría sencilla compuesta únicamente por paramentos verticales y horizontales (nunca inclinados), lo cual permite emplear en su sistema constructivo, los conocimientos y la experiencia de la tecnología para la ejecución de cajones portuarios, ampliamente desarrollados en España que permite simplificar, abaratar y optimizar este tipo de estructuras.
- 10 - Para realizar el mantenimiento o reparaciones, se puede elevar el tanque de lastre y trasladarse de nuevo íntegra a puerto sin la necesidad de medios auxiliares.
- 10 - La geometría de la estructura es adaptable a muy diferentes configuraciones de aerogenerador, modificando el parámetro A (separación entre los nodos de la malla triangular) que puede moverse en el rango razonable de los 5 a 8 m, y el número de módulos triangulares de los que se compone el lado del cajón, que pueden ser desde 3 hasta "n".
- 15 - Cumple sobradamente todos los requerimientos en cuanto a seguridad frente a situaciones accidentales durante el remolque manteniendo las condiciones de estabilidad y mantenimiento a flote.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

20 **Figura 1.-** Es una vista en perspectiva de la Estructura acorde con la presente invención. Como elementos esenciales de la pieza se enumeran los siguientes:

1. Torre eólica
2. Flotador principal
3. Flotadores semisumergibles
4. Columnas elevables de conexión
- 25 5. Tanque de lastre

Figura 2.- Es una vista en alzado de la estructura en su posición de remolque

Figura 3.- Es una vista en alzado de la estructura con medio lastrado del cajón inferior

Figura 4.- Es una vista en alzado de la estructura con medio lastrado del cajón inferior y descendido hasta su posición inferior

Figura 5.- Es una vista en alzado de la estructura en su posición de servicio definitiva, con el tanque inferior completamente lastrado con agua

Figura 6.- Detalle de la perspectiva de la estructura donde se representan los elementos de los que se compone descritos en la figura 1

5 **Figura 7.-** Sección horizontal del tanque inferior de lastrado. Las dimensiones principales están acotadas en función del parámetro "A", que es la distancia a ejes que hay entre dos nodos consecutivos de la trama triangular de la que está constituida. Se distinguen los siguientes tipos de paramentos:

6. Paramentos exteriores

10 7. Paramentos interiores sencillos

8. Paramentos interiores reforzados

9. Losa superior del tanque de lastrado

10. Losa inferior del tanque de lastrado

Figura 8.- Sección vertical del tanque inferior de lastrado.

15 **Figura 9.-** Es una vista en perspectiva del tanque principal de flotación unido a la torre eólica. Se distinguen los siguientes elementos:

11. Hueco en el tanque de flotación para paso de las torres de conexión

12. Guías para el desplazamiento de las torres

20 **Figura 10.-** Es una vista en perspectiva de las columnas elevables de conexión con los flotadores semisumergibles en su parte superior y el tanque de lastre en la inferior. En las columnas se sitúan unos topes de desplazamiento, para poder fijarlas en su posición definitiva

13. Topes de desplazamiento de las torres

25 **Figura 11.-** Es una vista en perspectiva de las columnas elevables de conexión en su posición inicial para el remolque de la estructura.

Figura 12.- Es una vista en perspectiva de las columnas elevables de conexión en su posición final, habiendo descendido el cajón de lastre hasta la profundidad de servicio.

REIVINDICACIONES

- 5
1. Estructura flotante de tipo Spar que sirve como base para aerogeneradores off-shore de gran tamaño constituida por un cajón triangular inferior de hormigón armado (5), cuyo interior está compuesto por una trama triangular de paramentos verticales (7), y otro superior metálico (2), también triangular, sobre el que apoya el fuste del aerogenerador (1), unidos mediante tres columnas elevables dispuestas en los vértices (4). En la parte superior de las torres se disponen flotadores que quedan semisumergidos y mejoran el par restaurador de la estructura (3).
- 10
2. Estructura flotante de tipo Spar, según la reivindicación anterior, cuyo sistema de puesta en servicio se caracteriza por realizarse del siguiente modo:
 - La plataforma es remolcada desde el muelle donde fue montada en su integridad, con un bajo calado (inferior a 10 m), con los dos cajones juntos y las torres completamente elevadas (figuras 2 y 11).
 - Una vez que alcanza su posición de servicio, el cajón inferior de hormigón es lastrado con agua hasta que compensa su flotabilidad, quedando éste prácticamente sin peso aparente (figura 3).
 - En este momento, se desciende controladamente por gravedad mediante las columnas dispuestas en sus vértices, hasta su posición definitiva, donde quedan bloqueadas hasta que sea necesario volver a puerto (figura 4).
 - Se termina de lastrar el cajón inferior hasta que los flotadores superiores quedan semisumergidos en posición de servicio, y se ancla al fondo marino mediante varias líneas de fondeo que salen del cajón superior (figuras 5 y 12).
- 15
3. Estructura flotante de tipo Spar, según las reivindicaciones anteriores, que presenta una variabilidad en sus dimensiones para adaptarse a muy diversos escenarios y configuraciones del aerogenerador que sustenta, mediante la variación de del parámetro A (separación entre vértices de malla) y el número de particiones triangulares interiores (figuras 7 y 8).
- 20
4. Estructura flotante de tipo Spar, según las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por tener un tanque inferior de lastre de hormigón armado (5), construido en dique seco o flotante, ya sea ejecutado mediante encofrados convencionales, trepantes, deslizantes o mediante el ensamblaje de piezas prefabricadas.
- 25
- 30

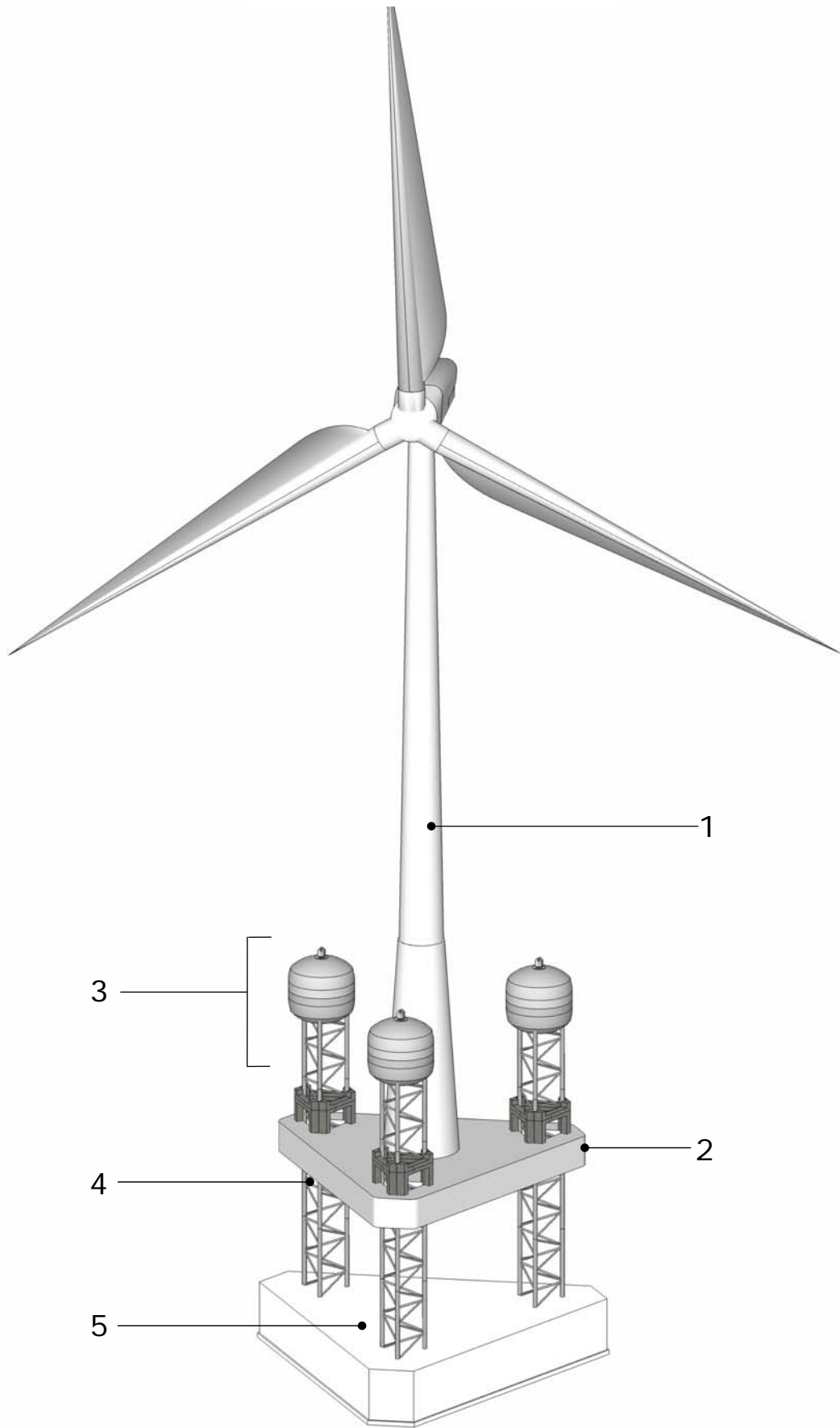


FIG. 1

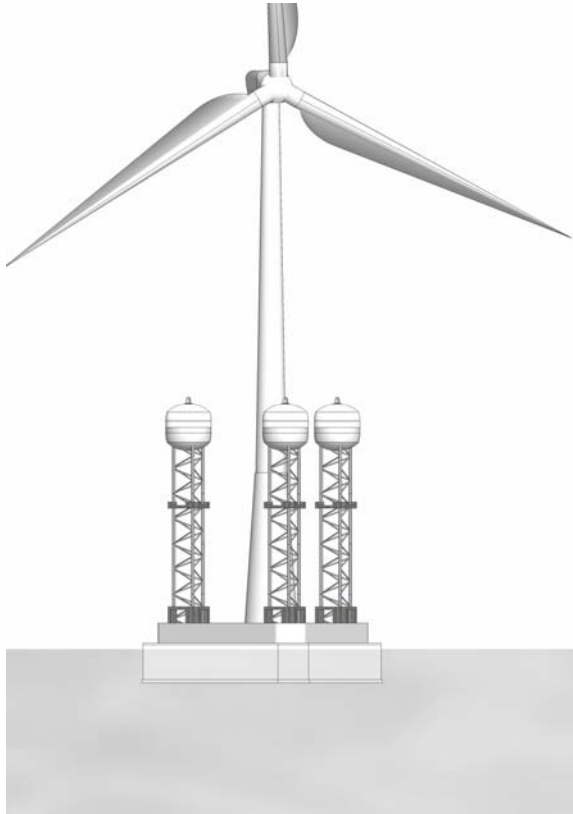


FIG. 2

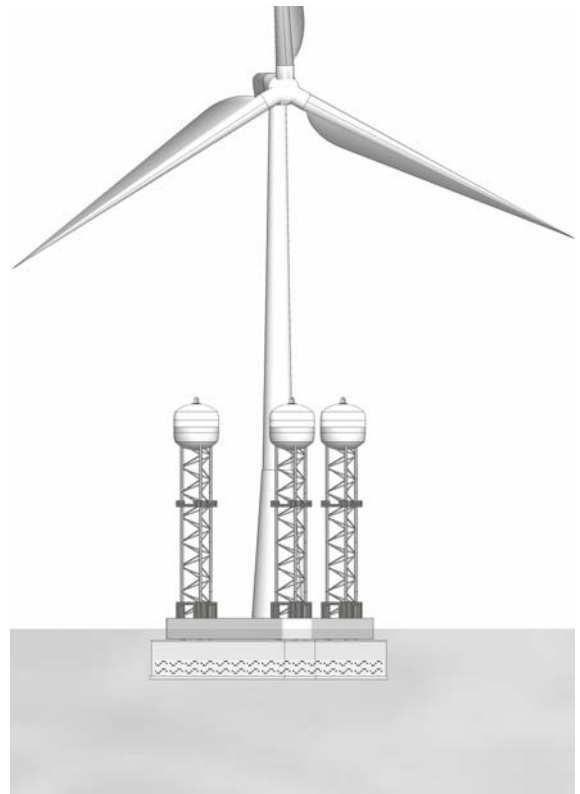


FIG. 3

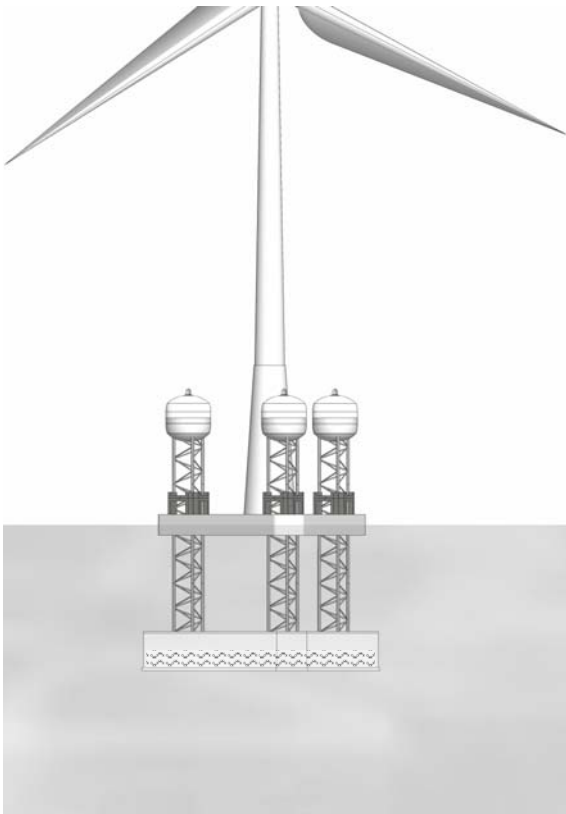


FIG. 4

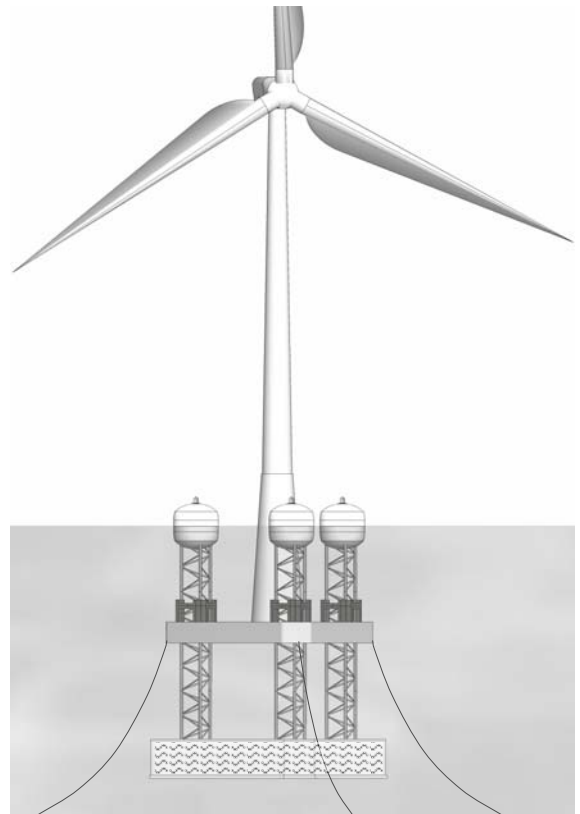


FIG. 5

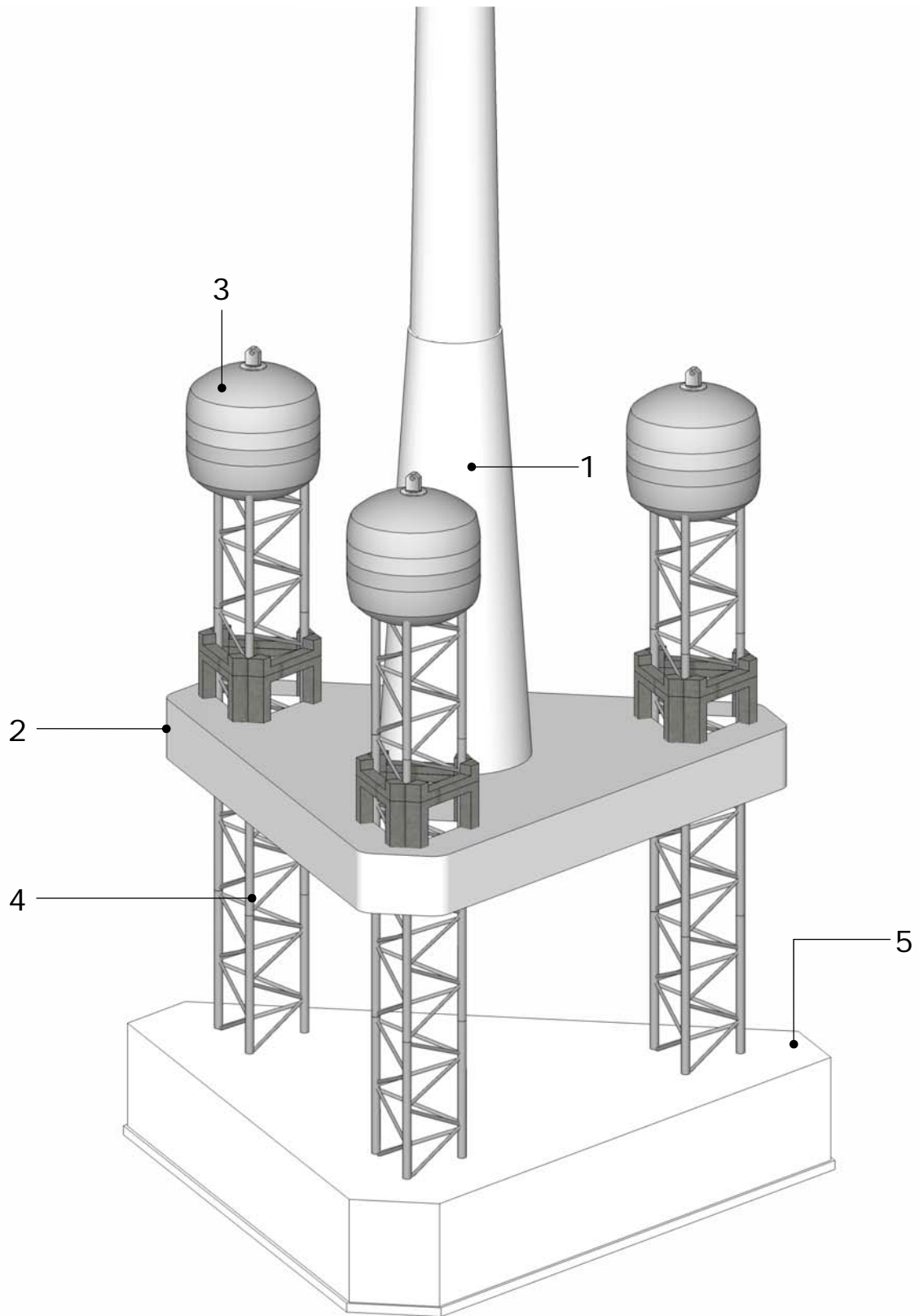


FIG. 6

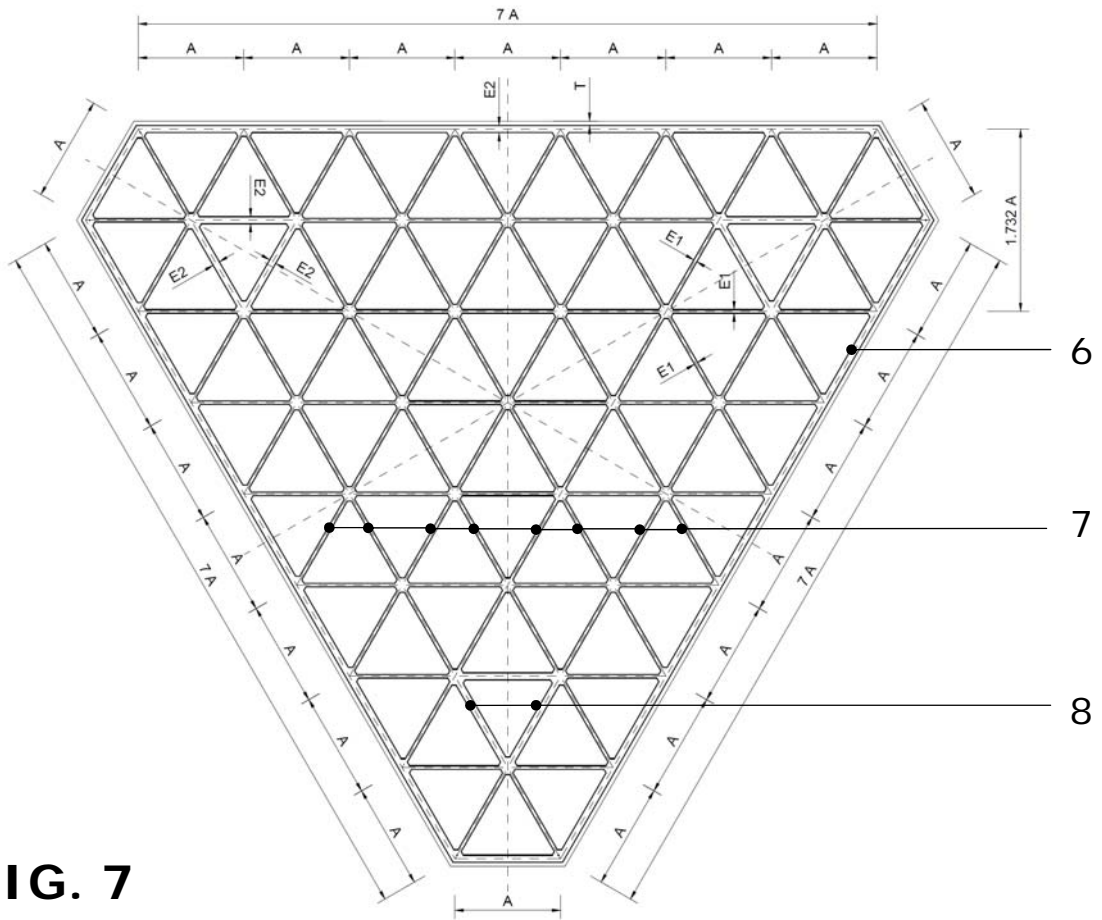


FIG. 7

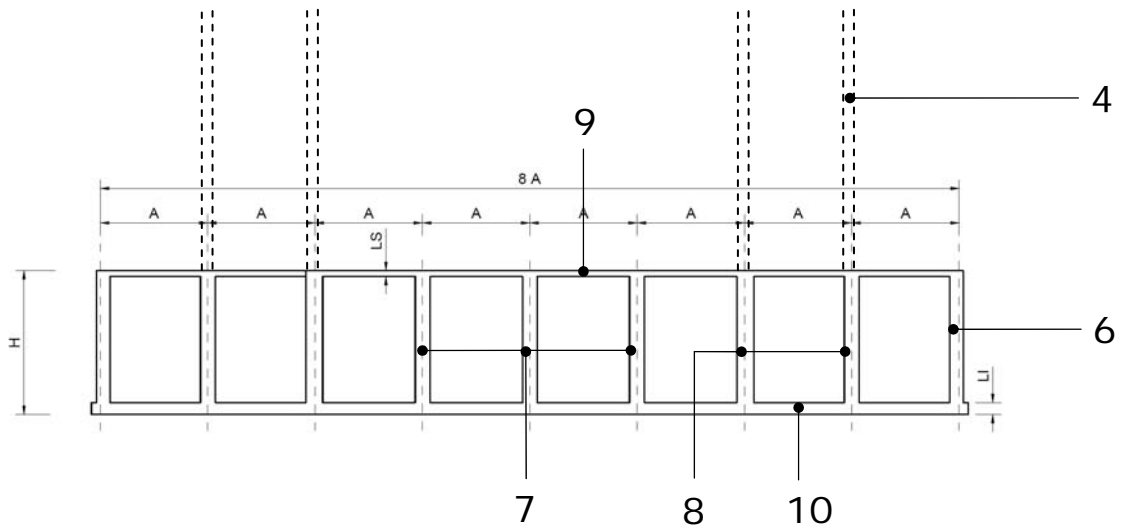


FIG. 8

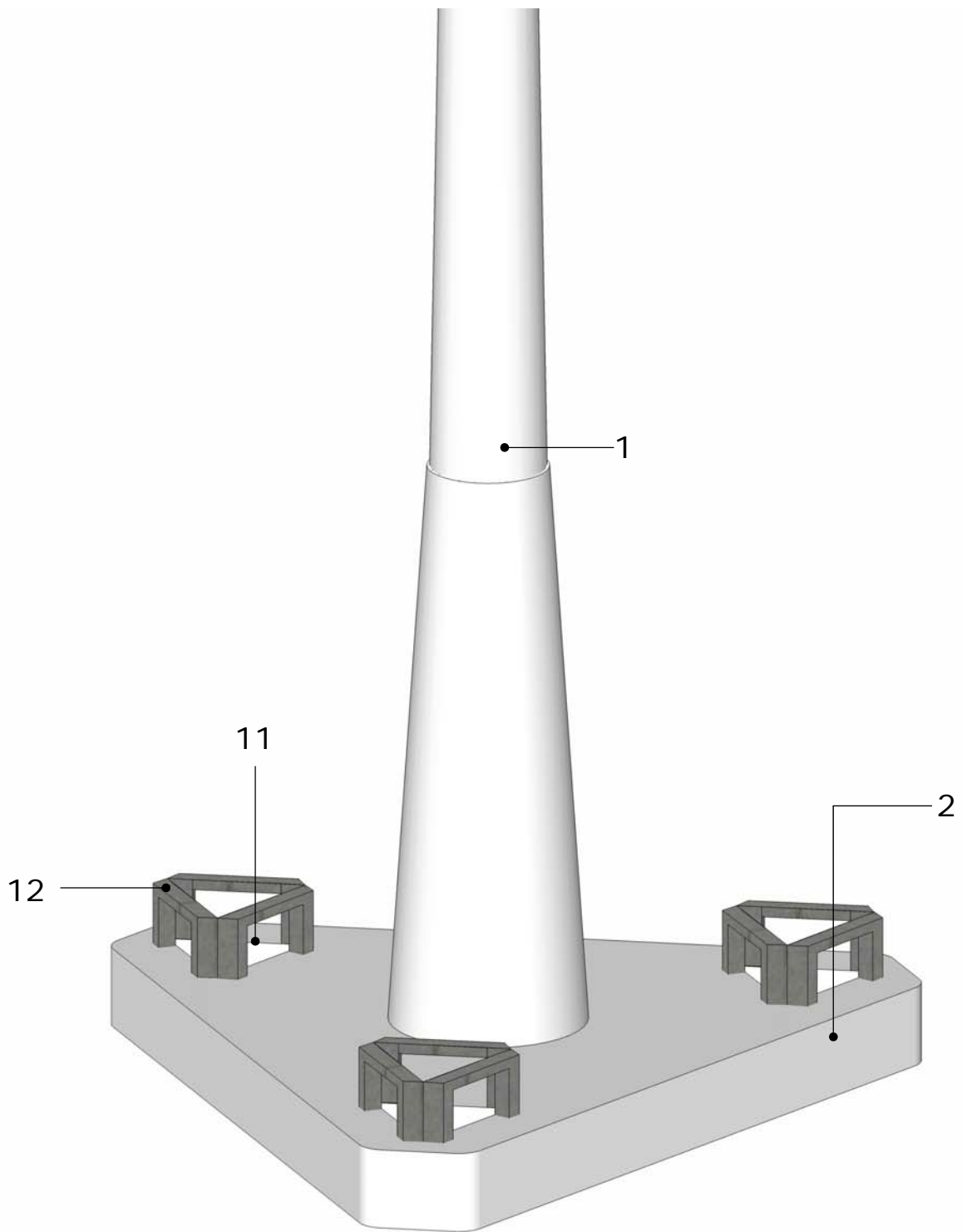


FIG. 9

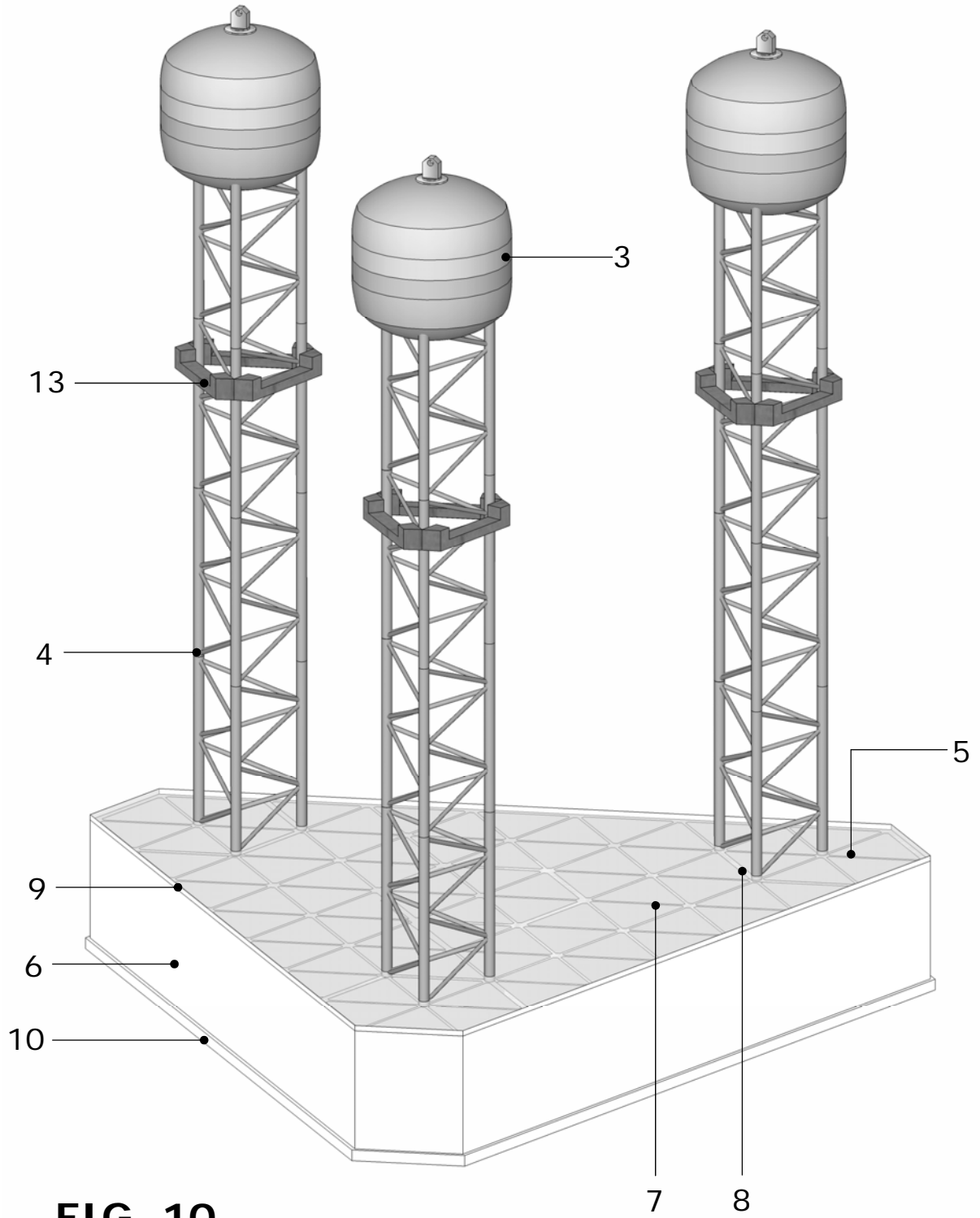


FIG. 10

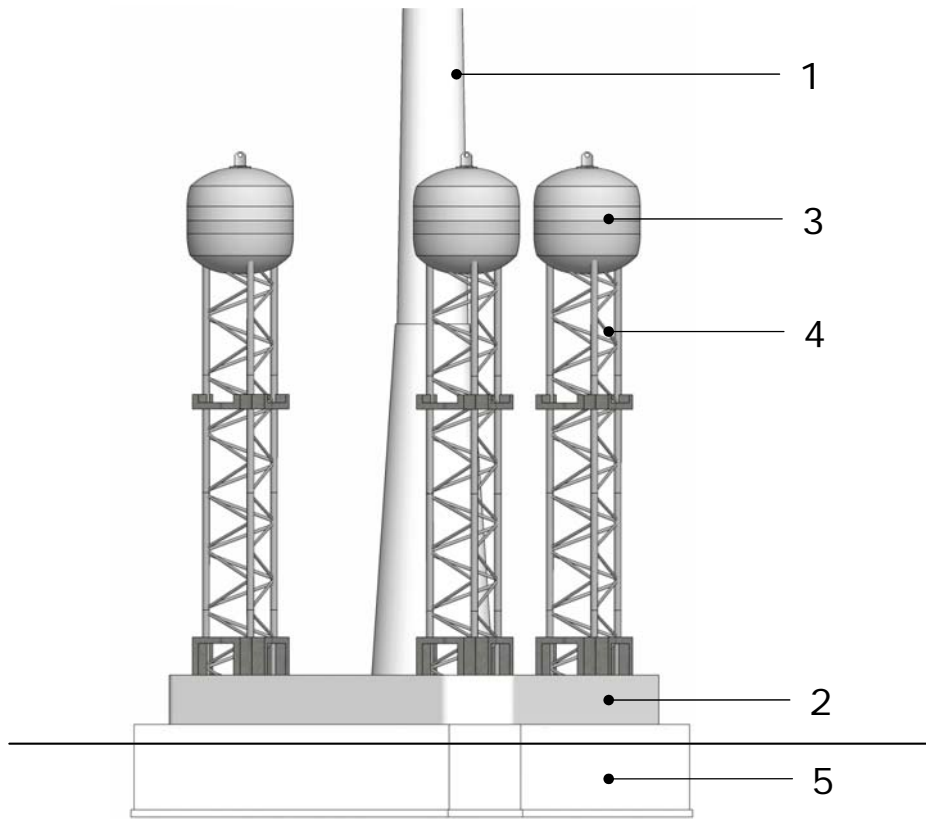


FIG. 11

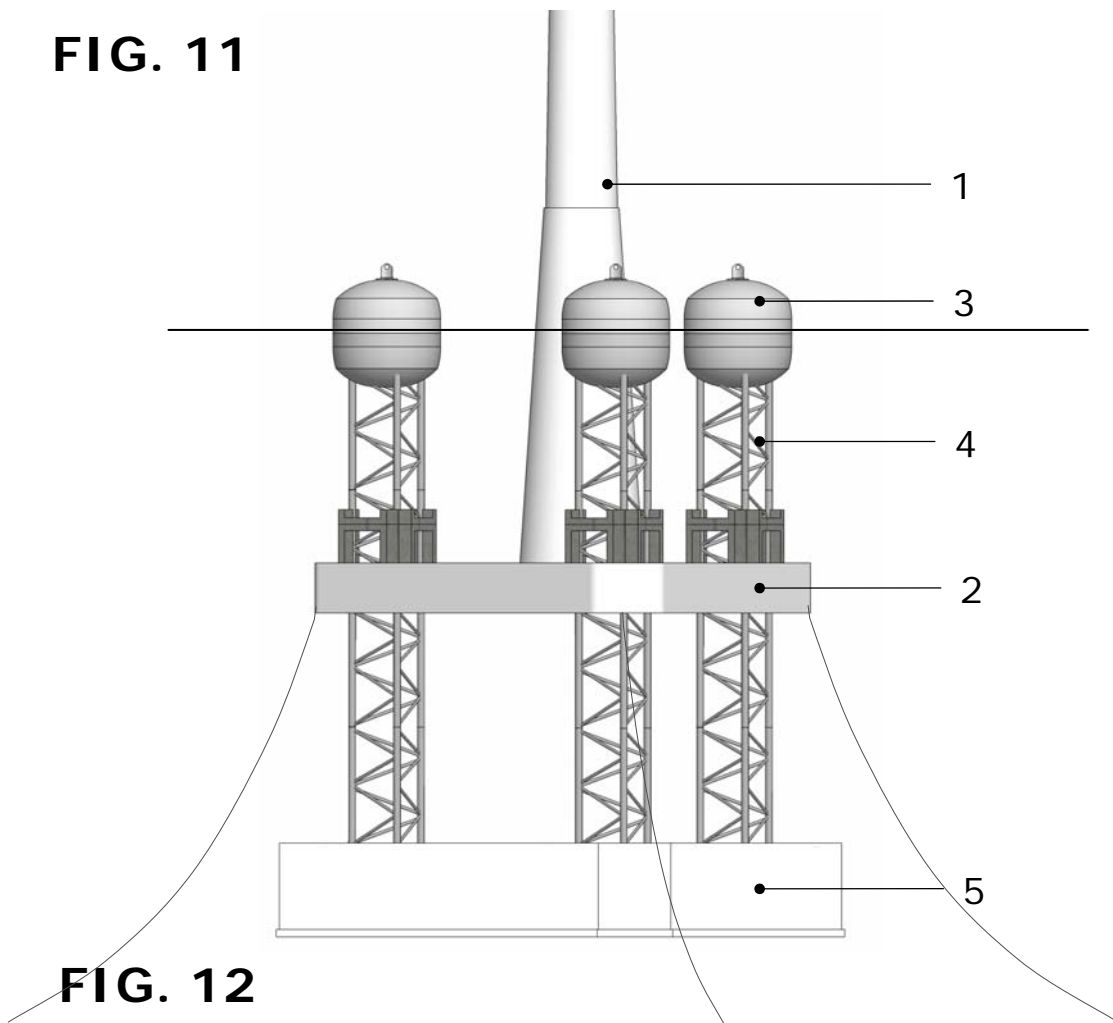


FIG. 12



- ②① N.º solicitud: 201730186
②② Fecha de presentación de la solicitud: 15.02.2017
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **F03D13/25** (2016.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 2013083358 A1 (WINDDIVER) 13/06/2013, página 4, línea 12 - página 6, línea 15; página 7, líneas 9 - 36; figuras	1-4
A	GB 2538329 A (OCEANFLOW DEV LTD) 16/11/2016, página 10, línea 5 - página 12, línea 1; figuras	1-4
A	US 2004169376 A1 (RUER JACQUES et al.) 02/09/2004, párrafos [51 - 101]; figuras	1-4
A	DE 102011120378 A1 (WERNER MOEBIUS ENGINEERING GMBH) 13/06/2013, Resumen; figuras	1-4

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
28.03.2017

Examinador
M. A. López Carretero

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F03D

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 28.03.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-4	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-4	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 2013083358 A1 (WINDDIVER)	13.06.2013

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento D01 se considera uno de los más próximos del estado de la técnica al objeto de la reivindicación independiente 1.

En adelante se utilizará la misma terminología usada en las reivindicaciones del documento de solicitud objeto de la presente opinión escrita. Las referencias numéricas empleadas son relativas al documento D01.

Este documento describe una estructura flotante de tipo spar que sirve como base para aerogeneradores off-shore de gran tamaño constituida por un cajón triangular inferior (Ver referencia 5 en Fig. 1), cuyo interior está compuesto por una trama triangular de paramentos verticales (Ver referencias 137 y 138 en Fig. 3), y otro superior (Ver referencia 3 en Fig.1), sobre el que apoya el fuste del aerogenerador (Ver referencias 2, 1b en Fig.1), unidos mediante tres columnas elevables dispuestas en los vértices (Ver referencias 4a,4b,4c en Figs. 1 y 5).

El objeto de la reivindicación 1 difiere del documento D01 en que se especifica el material del que están hechos ambos cajones (hormigón armado y metálico) y la existencia de unos flotadores semi sumergidos que mejoran el par restaurador de la estructura.

La elección de los materiales empleados es algo ampliamente conocido en el estado de la técnica y el empleo de dichos flotadores semi-sumergidos, algo absolutamente conocido para un experto en la materia que seleccionaría dicha solución en vista de lo que se utiliza en el know-how de todas las plataformas del tipo semi-sumergidas sin ejercicio de actividad inventiva alguna, para resolver el problema planteado.

Por todo esto la solución propuesta en la reivindicación 1 de la presente solicitud de patente no puede considerarse que implique actividad inventiva tal y como requiere el Art 8.1 de la LP 11/86, aunque sea nueva según el Art. 6.1 de la LP 11/86.

La reivindicación dependiente 2, relativa a la puesta en servicio o método de instalación está completamente anticipada por el documento D01 (Ver página 7 líneas 9-36 y Figuras 4-6) careciendo dicha reivindicación por tanto de actividad inventiva (Art. 8.1 de la LP 11/86) aunque presente novedad según el Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/86.

El resto de reivindicaciones dependientes 3-4 a la vista de los documentos citados, y resultando evidentes para un experto en la materia que incorporaría sin ejercicio alguno de actividad inventiva las características que se describen, tampoco presentarían actividad inventiva según el Art. 8.1 de la Ley de Patentes 11/86, aunque presenten novedad según el Art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/86.