

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 011**

21 Número de solicitud: 201790008

51 Int. Cl.:

E02D 27/42 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

15.09.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

18.10.2017

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2014/070700

71 Solicitantes:

**DRACE INFRAESTRUCTURAS, S.A. (100.0%)
Avda. Camino de Santiago, 50 edif. 4
28050 MADRID ES**

72 Inventor/es:

**POLIMÓN OLABARRIETA, Carlos Jesús;
EGUIAGARAY GARCIA, Miguel;
MOLINA SANCHEZ, Rafael;
CABRERIZO MORALES, Miguel Angel y
RODRIGUEZ MORENO, Alberto**

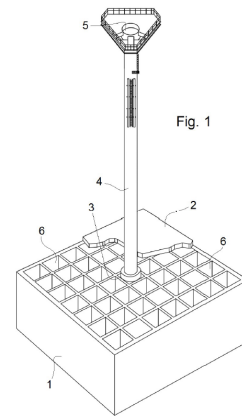
74 Agente/Representante:

URÍZAR ANASAGASTI, Jesús María

54 Título: **Cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore y torres meteorológicas.**

57 Resumen:

Cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore y torres meteorológicas, fabricada en un dique flotante para ser remolcada a su lugar de ubicación definitiva, donde se fondea quedando finalmente totalmente sumergida debajo del nivel del mar, comprendiendo un cajón autoflotante (1) de hormigón, con forma de prisma recto de bases rectangulares, provisto de celdas verticales interiores (6) interconectadas entre sí y con el exterior, dotadas de dispositivos de vaciado y llenado que permite la autorregulación del nivel de lastrado para el fondeo en su ubicación final; el cual se cierra superiormente mediante una losa (2) que abarca toda la superficie del cajón (1) a excepción de al menos una celda (61) en la que se forma un nudo de hormigón (3) en el que se fija un fuste (4) o una estructura soporte (7), que une el cajón (1) con la superestructura (5) en la que se fija a su vez el aerogenerador o una torre meteorológica.



ES 2 638 011 A1

DESCRIPCIÓN

Cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore y torres meteorológicas.

5

Objeto de la invención

La invención, como su propio título indica tiene por objeto una cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore y torres meteorológicas, que está fabricada en un dique flotante para ser remolcada a su lugar de ubicación definitiva, donde se fondea quedando finalmente totalmente sumergida debajo del nivel del mar, sobresaliendo de ella un fuste o una estructura que soporta el aerogenerador o la torre meteorológica.

Estado de la técnica

El sector industrial de las energías renovables marinas está creciendo a un alto ritmo en Europa, concretamente la energía eólica offshore, pues este tipo de energía puede contribuir a cubrir la creciente demanda de energía eléctrica con un mínimo impacto ambiental. El principal factor limitante del desarrollo de este sector es la profundidad a la que han de cimentarse las estructuras offshore de los aerogeneradores. Puesto que han de situarse lejos de la costa, por lo que generalmente la profundidad a la que finalmente se ubica el parque eólico puede alcanzar valores importantes según la localización y las características geotécnicas del fondo marino. Es por ello que son necesarios estudios exhaustivos de las cimentaciones a adoptar como solución.

Actualmente existen dos tipos de estructuras offshore: estructuras fijas y estructuras flotantes. Las cimentaciones de las estructuras fijas son a su vez clasificadas en distintas tipologías: cimentaciones con monopilote, cimentaciones por gravedad y cimentaciones metálicas tubulares. Estas tipologías requieren un transporte e instalación con buques y medios especiales.

Las cimentaciones tipo monopilote se componen típicamente de tres elementos: el pilote de acero, que se hinca en el fondo marino, una pieza de transición que sirve de sujeción a la superestructura y una plataforma para el acceso a la torre o a la

estructura del aerogenerador. Esta solución resulta más económica para profundidades menores y para terrenos con características geotécnicas que permitan la penetración.

5 Las cimentaciones por gravedad son grandes cimentaciones de hormigón o de acero que aseguran las estructuras offshore por su propio peso, proporcionando estabilidad al conjunto al transmitir directamente las cargas al terreno. Suelen tener forma troncocónica o cilíndrica y su instalación requiere una preparación previa del lecho marino y un buque especial para su transporte hasta la ubicación final.

10

Las cimentaciones tubulares pueden ser fundamentalmente en trípode o tipo celosía. Estas cimentaciones pueden emplearse a mayores profundidades, y son apropiadas para estructuras offshore de mayor tamaño, con el consecuente aumento de coste económico. Estas tipologías requieren un transporte e instalación con buques y medios especiales.

15

El documento WO 2009/130343 describe un soporte para un aerogenerador marino formado por un cuerpo en forma de cajón circular o poligonal, con una serie de cavidades verticales y una losa que lo cierra superiormente, que se coloca apoyado sobre una escollera del fondo marino, quedando dicha losa superior sobre el nivel del mar y de las olas.

20

El documento ES 2 452 933 describe una cimentación por gravedad para aerogeneradores offshore basado en la utilización de tres bases de hormigón armado y huecas que incorporan un sistema de válvulas para el llenado y vaciado de agua en su interior a modo de lastre. Para unir estas tres bases de hormigón se emplea una estructura metálica con forma de trípode y con altura suficiente para emerger de la superficie libre del agua. A esta estructura metálica se conectará la torre del aerogenerador mediante una pieza extensión del fuste, situada sobre el nivel del mar, y en la que se instala la zona de atraque, las escaleras y la plataforma de mantenimiento.

25

30

El documento WO 0134977 (EP 1 228 310) describe un procedimiento de instalación de un aerogenerador marino, que está fijado en una base que constituye conjuntamente con el fuste un tanque de lastre, que se llena de agua hasta conseguir fondearlo en el fondo del mar, siendo capaz de flotar y sustentar el peso

35

en el agua cuando el tanque de lastre está vacío. El transporte del aerogenerador hasta el lugar de instalación se efectúa por medio de una embarcación ya que, a diferencia del cajón de la presente invención, en principio no es flotante o no tiene la estabilidad necesaria para mantenerse en posición vertical y por tanto de poderse
5 remolcar desde la costa al lugar de instalación.

Descripción de la invención

Se pretende dar solución al problema de la ejecución de una cimentación a
10 mayores profundidades y con suelo de características heterogéneas para estructuras offshore, minimizando los costes y optimizando la secuencia de construcción. Se plantea una solución mixta para cimentaciones que comprende una cimentación CGF (Concrete Gravity Foundation) basada en un cajón estanco de caras paralelas, esto es, con las características geométricas de un prisma recto
15 de sección rectangular, más un fuste metálico o una celosía (jacket), también metálica.

Está previsto realizar la fabricación de este cajón en un dique flotante, técnica de construcción que está fuertemente implantada en España y, de hecho, se viene
20 aplicando con éxito tanto en la construcción de obras de muelles y otras estructuras de atraque, diques de abrigo verticales, etc.. Los cajones portuarios son estructuras de hormigón armado de grandes dimensiones que por su sección transversal aligerada (multicelular) pueden flotar una vez terminadas, lo que les confiere una gran versatilidad en cuanto a construcción (mediante la técnica de encofrado
25 deslizante), transporte flotando y colocación (fondeo) en la obra portuaria, ya sea para muelles, diques u otros. Por lo general los cajones portuarios tienen forma paralelepípedica, con planta rectangular o cuadrada, si bien en algunos casos especiales han sido empleados cajones con otras formas con objeto de adecuarse a los condicionantes de cada proyecto.

30 La solución propuesta para la cimentación consta pues de tres elementos: la cimentación propiamente dicha de hormigón, un fuste metálico o una celosía y elemento de unión entre la superestructura de la torre meteorológica o del aerogenerador y cimentación.

35 La cimentación está formada por:

- 5 - Un cajón autoflotante de hormigón, con forma de prisma recto de bases rectangulares, provisto de celdas verticales interiores interconectadas entre sí y con el exterior, dotadas de dispositivos de vaciado y llenado que permite la autorregulación del nivel de lastrado para el fondeo en su ubicación final.
- 10 - Una losa de cierre superior, que abarca toda la superficie del cajón a excepción de al menos una celda en la que se fija un fuste o una estructura soporte de tipo celosía, que une el cajón con la superestructura en la que se fija a su vez el aerogenerador o una torre meteorológica.
- 15 - Al menos un nudo, formado preferentemente en al menos una de las celdas del cajón, que se hormigona conjuntamente con la losa superior, el cual incorpora elementos de conexión para el fuste o la estructura que une el cajón con la superestructura en la que se fija a su vez el aerogenerador o una torre meteorológica.

20 El fuste metálico de la superestructura queda anclado en la celda central del cajón, de forma que éste actúa como una zapata de la superestructura de la torre meteorológica o del aerogenerador. La unión se realiza mediante un nudo de hormigón y barras pretensadas. En el caso de una estructura tipo jacket o celosía, el ensamblaje al cajón se realiza con el mismo tipo de unión pero en varios nudos distribuidos convenientemente en distintas celdas del cajón. Tanto en el fuste como en la celosía se pueden disponer la zona de atraque o embarcadero, así como

25 escaleras de acceso y plataformas intermedias.

Por su parte el elemento de conexión de la cimentación con la superestructura es una plataforma metálica que queda unida tanto al fuste como a la superestructura (torre meteorológica o aerogenerador), y que termina en una superficie de trabajo

30 en la que pueden disponerse equipos de mantenimiento, instrumentación y elementos auxiliares para operaciones.

Según un importante característica de la invención, la losa superior cubre el cajón y se realiza conjuntamente con el nudo o los nudos en los que se fija el fuste o la estructura superior formando un bloque compacto con ellos, disponiéndose dicha

35

losa sobre unas prelosas que cubren toda la superficie superior del cajón, salvo aquellas celdas en las que se forman dichos nudos. De este modo, se forma un cierre superior estanco en el cajón que permite cuando termine su vida útil, o simplemente quiere retirarse este dispositivo del fondo marino, poder reflatarlo al
5 inyectar en él aire en el hueco interior del cajón.

Para conseguir que el proceso de fondeo se efectúe de forma autónoma y sin intervención de buzos se ha previsto que cada una de las celdas interiores del cajón esté comunicada con una serie de celdas contiguas formando zonas de llenado
10 independientes entre sí, cada una de las cuales dispone de al menos un conducto de acceso con el exterior, interponiéndose en dichos accesos dispositivos que permiten o no el paso de fluido durante las operaciones de fondeo.

El fuste metálico o estructura de tipo celosía que se une al cajón y que soporta el aerogenerador o la torre meteorológica dispone superiormente de un elemento
15 metálico de conexión entre él y la superestructura de dicho aerogenerador o de dicha torre meteorológica. Opcionalmente también dispone superiormente de una zona de atraque o embarcadero, plataformas de descanso y escaleras de acceso, así como de una plataforma de mantenimiento y de instrumentación.

Debido al continuo desarrollo del sector de la energía eólica marina por la necesidad de cubrir la intensa demanda de energía eléctrica, se están haciendo profundos esfuerzos en avanzar en métodos y procedimientos constructivos que permitan optimizar la construcción e instalación de estructuras eólicas offshore.
20

La forma geométrica sencilla del cajón de la cimentación (rectangular o cuadrada) lo hace fácilmente prefabricable. El cajonero empleado para su construcción es habitual en el sector marítimo-portuario y es totalmente susceptible de aplicación industrial en un sector distinto como el de la energía eólica marina. Al ser éste un
30 proceso bien conocido y ya estandarizado, permite la construcción en serie de cajones para la cimentación, minimizando costes y aumentando el ritmo de producción.

Asimismo, el fuste metálico o celosía metálica y los componentes de unión son
35 elementos ampliamente empleados en otros sectores de la ingeniería y en el propio sector de la energía eólica marina, por lo que su aplicación es inmediata.

Además, este sistema de construcción de cimentaciones presenta otras ventajas que abarcan diversos aspectos:

- 5 - es aplicable a profundidades intermedias (de 20 m a 50 m);
- en función de la capacidad portante del terreno, no requiere más que una mínima preparación del lecho marino;
- el impacto acústico o por vibraciones en el terreno es nulo en su ejecución;
- la verticalidad de la estructura global (torre meteorológica o aerogenerador)
- 10 está garantizada por emplearse un elemento metálico de conexión, con capacidad de regulación, entre el fuste metálico o jacket y la superestructura;
- el fuste o jacket metálico reduce sensiblemente el peso de la cimentación con respecto a fuste de hormigón;
- 15 - es una solución sencilla, que no requiere equipos de elevación o barcos especiales, por ser una cimentación autoflotante que puede ser transportada por remolcadores estándar;
- la unión entre fuste o jacket y el cajón se realiza en seco y posteriormente, una vez protegidas contra la corrosión, quedan bajo el agua;
- 20 - el procedimiento constructivo está estandarizado y es bien conocido, al ser el mismo que se lleva a cabo para los cajones empleados habitualmente en obras marítimas y portuarias;
- el acopio de todas las unidades que se fabrican se puede realizar en el mar, sin necesidad de tener que ocupar superficie terrestre;
- 25 - el diseño del interior del cajón y la cimentación permite la reflotación y retirada del conjunto una vez que ha finalizado la vida útil de la estructura, por lo que el impacto ambiental a futuro desaparece;
- esta solución permite el montaje e instalación en puerto de toda la superestructura, de manera que el transporte por flotación puede realizarse
- 30 reduciendo costes y optimizando las secuencias de montaje y los plazos de instalación.

Descripción de las figuras

- 35 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de facilitar la comprensión de las características de la invención, se acompaña a la presente

memoria descriptiva un juego de dibujos en los que, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1 muestra una vista general en perspectiva de la solución.

5

La figura 2 es una vista en sección según un plano vertical que pasa por una de las celdas (61) en la que se forma un nudo (3) de fijación del fuste o de la celosía en la que se fija el aerogenerador.

10 La figura 3 se corresponde con sendas vistas en alzado y planta de una cimentación para una estructura tipo celosía.

Realización preferente de la invención

15 Está caracterizado por su buen comportamiento en ubicaciones con suelos marinos geotécnicamente poco competentes, y por su estabilidad naval y autoflotabilidad, lo que permite su transporte por remolcadores tradicionales, evitando la utilización de grandes medios auxiliares tanto terrestres como marítimos.

20 En la figura 1 pueden distinguirse los tres partes que componen la estructura de apoyo del aerogenerador o de la torre meteorológica; a saber:

a) Cajón de hormigón (1), aligerado con celdas interiores interconectadas entre sí y con dispositivos de llenado y vaciado que permiten el lastrado y deslastrado.

25

b) Fuste metálico (4) o celosía (jacket) (7), sobre el que se dispone la zona de atraque o embarcadero, plataformas de descanso y escaleras.

c) Elemento metálico (5) de conexión entre el fuste y la superestructura del aerogenerador o torre meteorológica. Este elemento de conexión permite disponer sobre él la plataforma de mantenimiento y la instrumentación necesaria.

30

La figura 2 muestra en detalle el cajón de hormigón (1). En ella pueden distinguirse los muros perimetrales exteriores, las celdas (6) y los muros interiores y una sección de la losa superior que cubre toda la parte superior del cajón. Así como el nudo (3) de unión fuste-cajón, con las barras de pretensado (9). La fabricación del

35

cajón se lleva a cabo en puerto utilizando un cajonero o dique flotante, que dispone de un sistema de encofrado deslizante. Este cajonero se utiliza habitualmente en construcciones marítimo-portuarias en España. Una vez construido el cajón, el
5 remolcado y acopiado en el mar. La utilización de dique flotante para cimentaciones de gravedad supone un impulso de la tecnología de construcción marítima española.

El cajón (1) presenta varias vías de comunicación con el exterior (13), en las que se
10 coloca una válvula de control de paso de agua hacia el interior del mismo durante el proceso de fondeo o, en su caso, durante la reflotación de la cimentación. Las celdas interiores (6) también están interconectadas entre sí por unos conductos (12), dotados de dispositivos de control de vaciado y llenado que permite la autorregulación del nivel de lastrado para el fondeo en su ubicación final.

15 La ejecución de la losa superior (2) se realiza en seco, con el cajón (1) a flote, disponiéndose prelosas (8) en toda la superficie, salvo en las celdas (61) en las que se han de formar los nudos (3). Posteriormente a la colocación de dichas prelosas (8) se ejecutan la losa (2) y el nudo o los nudos (3) con el armado necesario,
20 instalándose además elementos de tensión (9) en el nudo que servirán de conexión con el fuste metálico o celosía.

En la figura 2 se aprecia una realización en la que la celda (61) en la que se fabrica el nudo (3) presenta sus paredes reforzadas, con un grosor sensiblemente mayor
25 que las paredes de las restantes celdas. La finalidad de esta estructura es resistir eficazmente los esfuerzos a los que se verá sometida al soportal el conjunto de la estructura que se monta en dicho nudo. El nudo propiamente dicho se forma únicamente en la zona superior de dicha celda (61), apoyado en una prelosa intermedia que a su vez se fija en unos apoyos construidos al efecto en el interior
30 de la celda (61). Esta solución permite aligerar el conjunto de la cimentación y también la creación de un espacio vacío que durante el fondeo se llena de agua del mar para estabilizar y contribuir al asentamiento de la misma.

Es posible una realización alternativa en la que dicho nudo (3) ocupa la totalidad de
35 la celda (61) en la que se fabrica.

La estructura del fuste o celosía y del elemento metálico de unión se pueden instalar con el cajón a flote, mediante grúas, sin necesidad de tener que hacer un
5 profondeo en puerto. Tal y como se aprecia en la figura 1 el fuste metálico (4) se fija en un nudo (3) situado en la celda (61) que ocupa la posición central del cajón. En la figura 3 se aprecia una estructura tipo celosía (7) que se apoya y fija en cuatro nudos (3) que están repartidos estratégicamente para que se sitúen formando un cuadrado o rectángula concéntrico con el perímetro del cajón (1).

Una vez ensamblados todos los elementos del cajón (1), éste puede ser remolcado
10 hasta el lugar de destino mediante remolcadores tradicionales, sin necesidad de buques o medios especiales.

Una vez descrita suficientemente la naturaleza de la invención, así como un ejemplo de realización preferente, se hace constar a los efectos oportunos que los
15 materiales, forma, tamaño y disposición de los elementos descritos podrán ser modificados, siempre y cuando ello no suponga una alteración de las características esenciales de la invención que se reivindican a continuación:

REIVINDICACIONES

- 1.- Cimentación por gravedad para la instalación de aerogeneradores offshore y torres meteorológicas, fabricada en un dique flotante para ser remolcada a su lugar de ubicación definitiva, donde se fondea quedando finalmente totalmente sumergida debajo del nivel del mar, que comprende:
- 5
- a) un cajón autoflotante (1) de hormigón, con forma de prisma recto de bases rectangulares, provisto de celdas verticales interiores (6) interconectadas entre sí y con el exterior, dotadas de dispositivos de vaciado y llenado que permite la autorregulación del nivel de lastrado para el fondeo en su ubicación final;
- 10
- b) una losa (2) de cierre superior, que abarca toda la superficie del cajón (1) a excepción de al menos una celda (61) en la que se fija un fuste (4) o una estructura soporte (7), que une el cajón (1) con la superestructura (5) en la que se fija a su vez el aerogenerador o una torre meteorológica;
- 15
- c) al menos un nudo (3), formado en al menos una de las celdas (61) del cajón (1), hormigonado conjuntamente con la losa superior (2), que incluye elementos de conexión de un fuste (4) o estructura (7) que une el cajón (1) con la superestructura (5) en la que se fija a su vez el aerogenerador o una torre meteorológica; en la que la losa superior (2) que cubre el cajón (1), realizada conjuntamente con el nudo o los nudos (3) en los que se fija el fuste (4) o la estructura superior (7) formando un bloque compacto con ellos, se dispone sobre unas prelosas (8) que cubren toda la superficie superior del cajón (1), salvo aquellas celdas (61) en las que se forman dichos nudos (3), componiendo un cierre superior del cajón estanco.
- 20
- 25
- 2.- Cimentación, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que cada una de las celdas interiores (6) del cajón (1) está comunicada con una serie de celdas contiguas formando zonas de llenado independientes entre sí, cada una de las cuales dispone de al menos un conducto de acceso con el exterior, interponiéndose en dichos accesos dispositivos que permiten o no el paso de fluido durante las operaciones de fondeo.
- 30
- 3.- Cimentación, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que el nudo (3) que soporta un fuste metálico (4) en el que se fija a su vez el aerogenerador o una torre meteorológica, ocupa la celda central de dicho cajón.
- 35

4.- Cimentación, según las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizada** por que los nudos (3) que soporta una estructura tipo celosía (7), en la que se fija a su vez el aerogenerador o una torre meteorológica, ocupa varias celdas de dicho cajón, distribuidas estratégicamente en su superficie.

5.- Cimentación, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que cada una de las celdas (61) en las que se fabrica uno de los nudos (3) presenta unas paredes de grosor sensiblemente mayor que las celdas libres de nudos, fabricándose la estructura del nudo únicamente en la zona superior de dichas celdas, de forma que queda un central e inferiormente un hueco interior.

6.- Cimentación, según las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** por que los nudos (3) se hormigonan ocupando la totalidad de una de las celdas (61) en las que se fabrican.

7.- Cimentación, según las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que el fuste metálico (4) o estructura de tipo celosía (7) que se une al cajón (1) y que soporta el aerogenerador o la torre meteorológica dispone superiormente de un elemento metálico de conexión entre él y la superestructura de dicho aerogenerador o de dicha torre meteorológica y opcionalmente de una zona de atraque o embarcadero, plataformas de descanso y escaleras de acceso, así como de una plataforma de mantenimiento y de instrumentación.

25

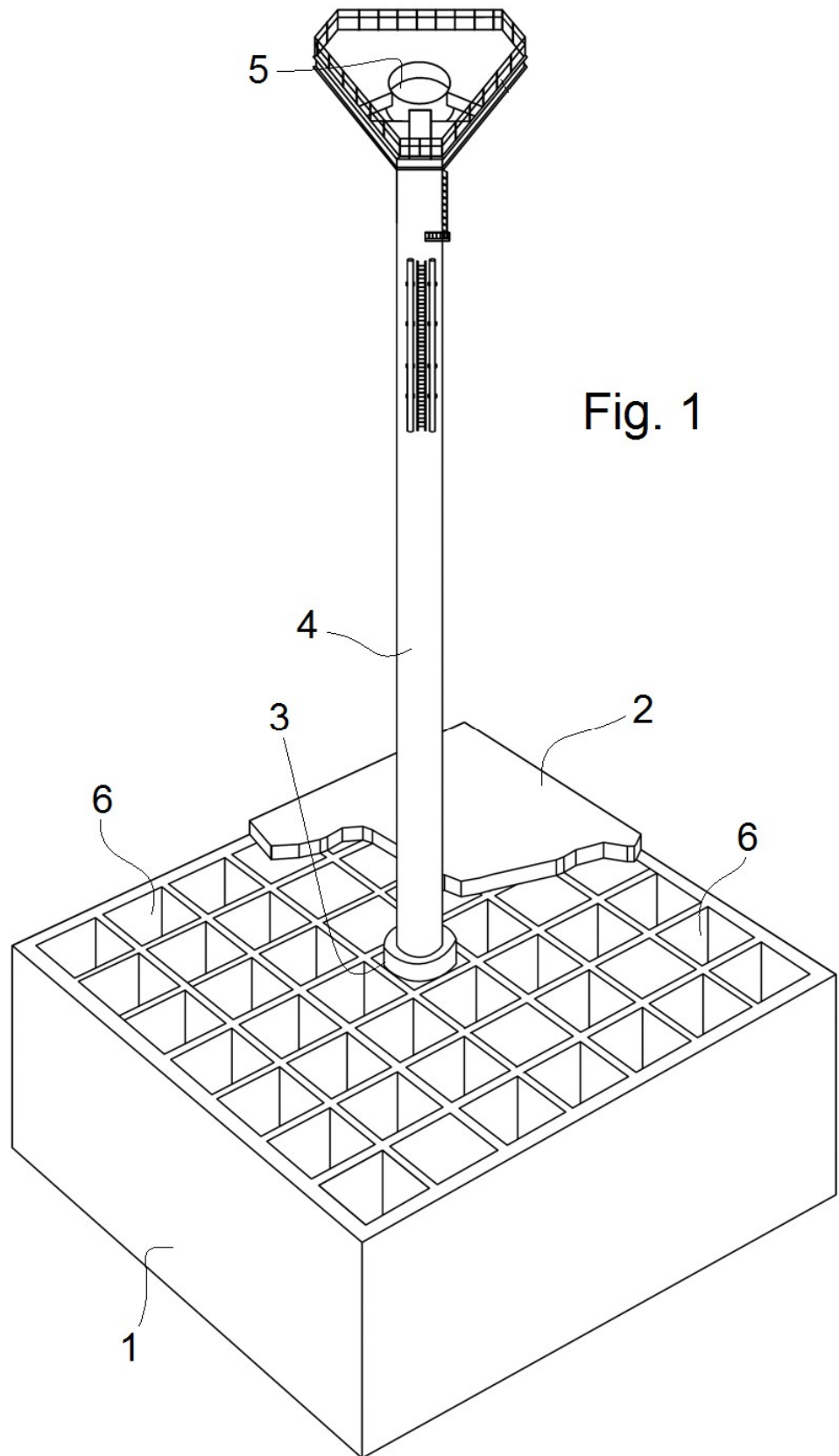
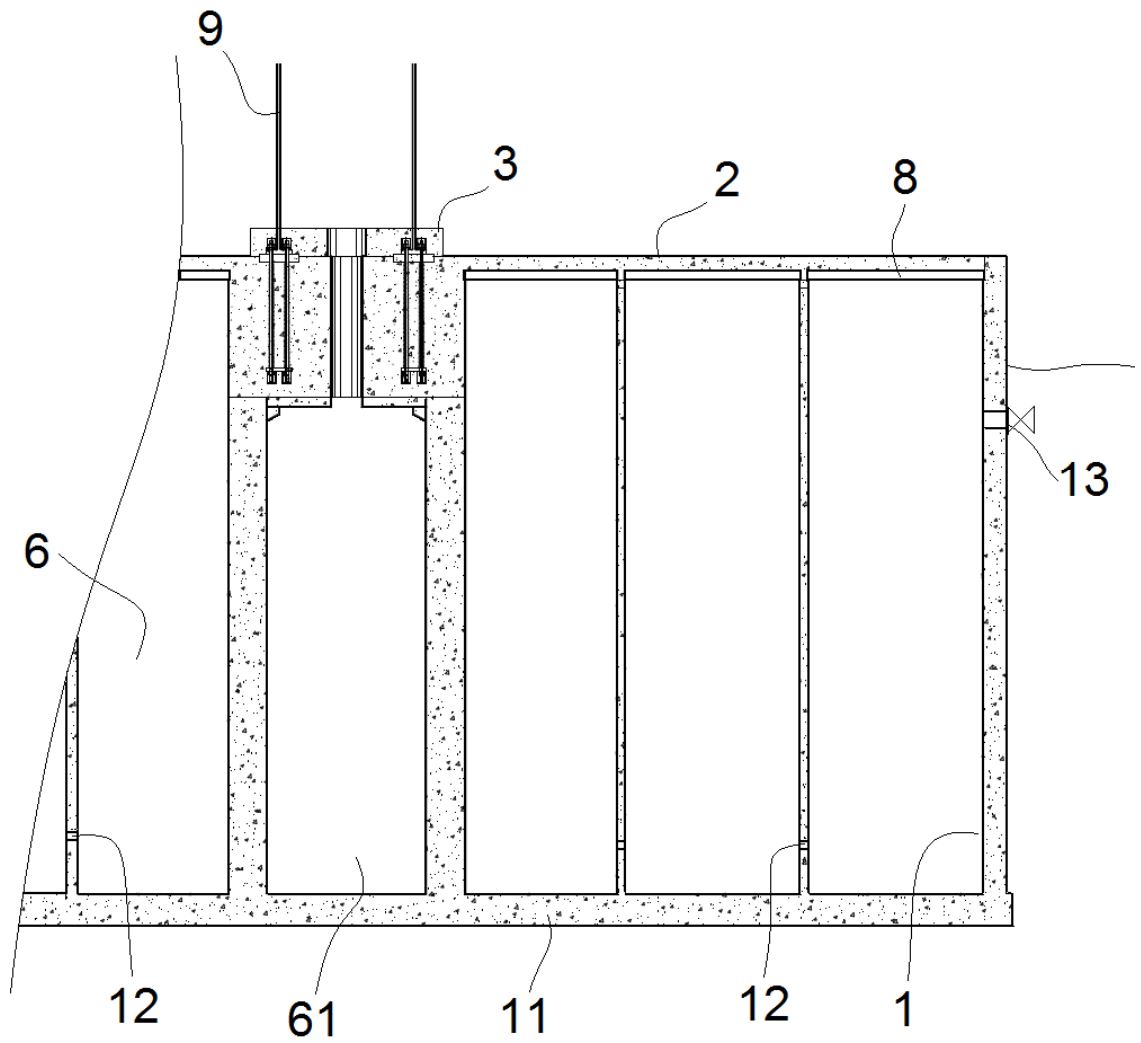


Fig. 2



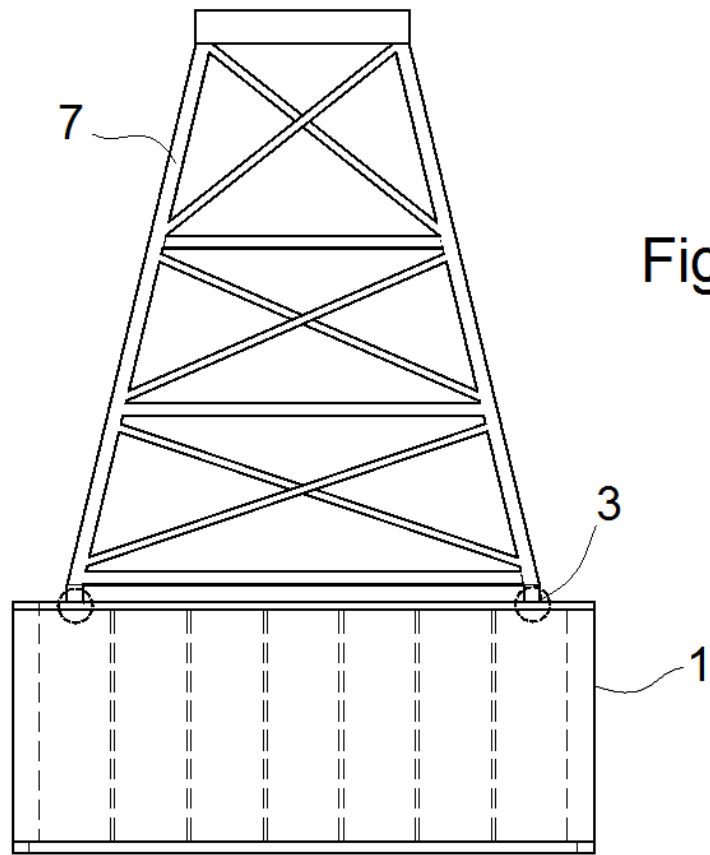


Fig. 3

