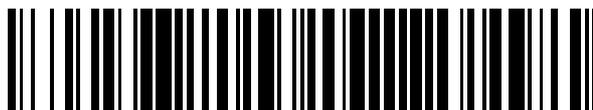


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 598 127**

51 Int. Cl.:

**E02D 27/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.05.2014 PCT/EP2014/059210**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.11.2014 WO14180828**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2014 E 14721868 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2016 EP 2864550**

54 Título: **Estructura de cimentación**

30 Prioridad:

**06.05.2013 NO 20130641**

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

**25.01.2017**

73 Titular/es:

**SEATOWER AS (100.0%)  
Bogstadveien 27b  
0355 Oslo, NO**

72 Inventor/es:

**RAMSLIE, SIGURD y  
KARAL, PETTER**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 598 127 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Estructura de cimentación

**Campo de la invención**

5 La presente invención versa, en general, acerca de una estructura basada en la gravedad para soportar instalaciones en alta mar.

En particular, la presente invención versa acerca de una tecnología para soportar estructuras basadas en la gravedad de una forma técnicamente eficaz. Especialmente, la presente invención está dirigida a la reducción de los problemas asociados con un efecto de presión intersticial debidos a suelos débiles y efecto de bombeo debido a bolsas de agua por debajo de la estructura.

10 **Antecedentes técnicos de la invención**

Es sabido que las instalaciones en alta mar tales como turbinas eólicas y similares están soportadas a menudo sobre estructuras que derivan su estabilidad de su propio peso en el fondo del mar, conocido habitualmente en el campo como estructuras basadas en la gravedad (GBS). Se conoce bien, así, el uso de estructuras basadas en la gravedad para soportar diversos tipos de instalaciones en alta mar.

15 Aunque las estructuras basadas en la gravedad, cuando se despliegan en el fondo del mar, derivan su estabilidad principalmente de su propio peso, la estabilidad de tales estructuras es una preocupación muy común en este campo de tecnología, en particular debido al efecto de presión intersticial y al efecto de bombeo sobre el fondo del mar, sobre el que se alzan las estructuras.

20 Con frecuencia, se debilita la capacidad de ciertos tipos de fondos de mar, en particular arenas, sedimentos y arcillas, para soportar cargas resultantes de una mayor presión intersticial del agua como resultado de cargas cíclicas. El agua de mar por debajo de la cimentación queda atrapada y con cargas cíclicas, normalmente de olas, corrientes y viento, se produce una acumulación de presión —denominada, en general, “acumulación de presión intersticial”— en el suelo por debajo de la estructura. Una presión intersticial excesiva puede hacer que parte del peso de la cimentación sea soportado por un colchón de agua y, por lo tanto, el peso se vuelve ineficaz con respecto a la resistencia a cargas.

25 Las bolsas de agua que quedan bajo la cimentación empeoran el efecto de acumulación de presión intersticial dado que generan un efecto “de bombeo”, cuando se somete a la cimentación a una carga cíclica, por ejemplo, de olas, corrientes o viento.

30 Para superar los problemas indicados anteriormente, se conoce el dragado del fondo del mar mediante embarcaciones especiales para retirar capas que son propensas a una acumulación de presión intersticial. Sin embargo, las operaciones de dragado son costosas y perturban el entorno marino. A menudo, se necesita dragar un volumen relativamente grande, y depositar los materiales excavados de nuevo sobre el fondo del mar perturba adicionalmente el hábitat marino.

35 Otra técnica es colocar una capa de grava sobre el fondo del mar y luego colocar la cimentación sobre la capa de grava. Se echa tal capa de grava con tolerancias muy estrictas, para obtener el efecto deseado de evitar bolsas de agua bajo la base de cimentación. A menudo se utiliza el presente procedimiento en combinación con el dragado. Sin embargo, asentamientos diferenciales bajo la base, como resultado de sedimentos del fondo del mar que llenan los vacíos entre las piedras en la capa de grava, puede dar lugar potencialmente a una pérdida progresiva de capacidad de soporte de carga, a cargas no deseadas sobre la placa de base y a una inclinación de la cimentación.

40 En esta técnica la cimentación tiene un lado inferior generalmente uniforme o un lado inferior con nervaduras pequeñas o similares. Esto proporciona una capacidad limitada para resistir el deslizamiento de la cimentación cuando es sometida a grandes fuerzas laterales debido a corrientes, olas y viento.

45 La publicación de solicitud de patente estadounidense US2011/0305523, que pertenece al presente solicitante, da a conocer una cimentación que tiene una losa inferior y una pared que se extiende hacia arriba desde la losa inferior y también un faldón circunferencial que se extiende hacia abajo desde la losa inferior, para definir al menos un compartimento por debajo de la losa. También da a conocer faldones radiales que dividen el espacio confinado dentro del faldón circular en un número de compartimentos.

50 Los faldones mejoran la capacidad de soporte de carga de la cimentación transfiriendo las cargas a estratos más profundos de suelo y el faldón circular reduce efectos de deterioro por el posible socavado del fondo del mar a lo largo de la periferia. Esta publicación de patente también enseña la aplicación de mortero en los compartimentos para evitar que se atrapen bolsas llenas de agua entre la parte inferior de la cimentación y el fondo del mar. El faldón aislará el suelo debajo de la cimentación y encapsulará cualquier bolsa de agua en el suelo.

El diseño divulgado en la anterior solicitud de patente es costoso debido al uso de mortero. Además, la inyección de mortero bloquea adicionalmente el drenaje de agua de los suelos en el fondo del mar por debajo de la cimentación, aumentando una acumulación de presión intersticial potencial.

5 También se puede obtener en el mar una reducción de la presión intersticial y, por lo tanto, un efecto de refuerzo proporcionando tuberías de drenaje que proporcionan canales de flujo para expulsar una presión hidráulica excesiva del suelo debajo de la cimentación. Este procedimiento es conocido, por ejemplo, por los documentos FR 2664311, US 4693637, GB 1472538 y US 2895301, pero el efecto de refuerzo disminuye muy rápidamente con la distancia desde los puntos de evacuación. Por lo tanto, el efecto beneficioso del drenaje es limitado, a no ser que el número de puntos de drenaje sea muy grande y, por lo tanto, costoso. Además, se deben mantener abiertos los canales de drenaje (no obstruidos por sedimentos del fondo del mar) para proporcionar continuamente un drenaje hacia o desde el suelo. Además, el documento WO 2009/154472A1 da a conocer una estructura según el preámbulo de la reivindicación 1. La extensión de un gran número de tuberías hacia el fondo del mar también genera una gran resistencia a la penetración que debe ser vencida durante la instalación de la cimentación. Esto puede limitar la longitud lograble de los faldones y, por lo tanto, la capacidad de llegar a mejor suelo a una mayor profundidad.

15 El aumento de las dimensiones de la estructura o el aumento de lastres para compensar la pérdida de capacidad de soporte de carga debida a la acumulación de presión intersticial aumenta los costes de fabricación, transporte y los costes de instalación, y también tiende a atraer mayores cargas de olas. También puede aumentar, además, la acumulación de presión intersticial, reduciendo, de ese modo, la mejora en la capacidad de soporte de carga.

20 Por lo tanto, existe una necesidad de una estructura basada en la gravedad que reduce sustancialmente los problemas asociados con la acumulación de presión intersticial y con el efecto de bombeo debido a bolsas de agua por debajo de la cimentación.

25 Además, las cimentaciones basadas en la gravedad están dotadas, normalmente, de una protección contra erosión denominada habitualmente protección contra el socavado. La intención es evitar la erosión debida a movimientos de agua en torno a la cimentación dado que tales erosiones pueden debilitar la cimentación y dar lugar a su desestabilización. El sistema más común de protección contra el socavado es una capa de rocas pequeñas colocada en torno a la cimentación, denominada "capa filtrante". Normalmente, la capa filtrante necesita ser mantenida en su lugar por medio de objetos pesados, por ejemplo rocas grandes, denominados "capa protectora".

30 El estado actual de la técnica es instalar bien la capa protectora o bien ambas capas después de la instalación de la cimentación. Esto hace que la cimentación sea propensa a la erosión, durante el periodo desde la instalación de la cimentación y hasta la colocación de la protección contra el socavado en torno a la misma. Además, no se sabe que la protección contra el socavado conocida en la técnica hasta ahora contribuya a reducir una acumulación de presión intersticial en el fondo del mar por debajo de la estructura protegida.

35 Por lo tanto, también existe una necesidad de una estructura basada en la gravedad que supera el inconveniente indicado en el párrafo precedente y también los otros inconvenientes expuestos de forma detallada anteriormente en la presente memoria.

40 La presente invención satisface la necesidad mencionada anteriormente y otras necesidades asociadas al proporcionar una estructura dotada de faldones basada en la gravedad colocada sobre una capa de grava que actúa como una capa de drenaje debajo de la cimentación y como una capa filtrante de protección contra el socavado que rodea la cimentación. En una realización preferente la capa de grava está ubicada de antemano sobre el fondo del mar antes de la instalación de la cimentación. Las aberturas de poros entre las rocas en la capa de grava actúan como una multitud de canales de ventilación. Esto permite que se drene de forma eficaz la presión intersticial a través de la capa de grava y a través de aberturas en la parte basal de la cimentación al agua circundante que rodea la estructura. Además, reduce los efectos negativos de bolsas de agua debajo de la cimentación, eliminando o reduciendo al menos sustancialmente el efecto de bombeo.

45 Se selecciona la gradación de la capa de grava, de forma que la o las capas de grava también mejoren el drenaje de agua a través de las mismas, y al mismo tiempo de forma que se evite que los sedimentos del fondo del mar llenen vacíos entre las piedras en la capa de grava, lo que bloquearía el efecto de drenaje.

### **Objetos de la invención**

50 El objeto principal de la presente invención es proporcionar una estructura basada en la gravedad para soportar instalaciones en alta mar que puede reducir sustancialmente el efecto de presión intersticial y el efecto de bombeo sobre el fondo del mar y, por lo tanto, conseguir mejoras significativas de estabilidad.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar una estructura basada en la gravedad para soportar instalaciones en alta mar que puede permitir una cantidad sustancial de bolsas de agua por debajo de la base de cimentación en un fondo del mar propensas a una acumulación de presión intersticial.

Otro objeto de la presente invención también es proporcionar una estructura basada en la gravedad para soportar instalaciones en alta mar que proporciona una protección sustancial e inmediata contra el socavado y la erosión que se producen normalmente en estructuras colocadas directamente sobre el fondo del mar.

5 En toda la memoria, incluyendo las reivindicaciones, las palabras "estructura basada en la gravedad", "instalaciones en alta mar", "torre", "cimentación", "placa/losa", "capas de protección contra el socavado", "capa de grava", "efecto de presión intersticial", "efecto de bombeo", "capa filtrante", "capa protectora", "cónica" deben ser interpretadas en el sentido más amplio de los términos respectivos e incluyen todos los artículos similares en el campo conocidos por otros términos, como puede ser evidente para los expertos en la técnica.

10 A veces se denomina a la grava o las rocas a las que se hace referencia en la descripción "capa filtrante" y, a veces, "protección contra el socavado". Se debería comprender que la grava o las rocas sirven principalmente como una capa filtrante dentro de los límites del faldón de la cimentación y fundamentalmente como una protección contra el socavado fuera de los límites del faldón. Sin embargo, se debería comprender que la misma capa servirá parcialmente como capa filtrante y parcialmente como protección contra el socavado, dado que la misma capa se situará parcialmente en el faldón y parcialmente fuera del faldón.

15 La restricción/limitación, si la hay, a la que se hace referencia en la memoria, es únicamente a título de ejemplo y de comprensión de la presente invención.

### **Sumario de la invención**

20 Como se ha indicado inicialmente la presente invención versa acerca de una estructura basada en la gravedad para soportar instalaciones en alta mar que comprende una cimentación, teniendo la cimentación una porción basal. La invención soluciona el problema expuesto inicialmente con las condiciones de que la porción basal tenga una pluralidad de aberturas para el drenaje de agua, que se instale de antemano al menos una primera capa de material filtrante, con una gradación adecuada para un drenaje de agua atrapada debajo de la porción basal a las aberturas, en el fondo del mar antes de la instalación de la cimentación, y que la cimentación tenga un faldón que se extiende hacia abajo que esté adaptado para penetrar la capa de material filtrante.

25 En una realización la capa de material es la única capa de material filtrante entre la porción basal y el fondo del mar natural, teniendo la capa una gradación que es adecuada tanto para un drenaje eficaz de agua del fondo del mar como para evitar sustancialmente que los sedimentos del fondo del mar entren en los poros en las capas. Dependiendo del suelo en el sitio de instalación, esta única capa puede ser suficiente.

30 En una realización preferente las aberturas comprenden canales proporcionados en la porción basal de la cimentación, extendiéndose las aberturas generalmente hacia arriba desde la superficie inferior de la porción basal hasta sus superficies superior y/o laterales.

En una realización alternativa también se proporcionan aberturas en los faldones.

35 En otra realización la primera capa filtrante es una capa de rocas y se proporciona una segunda capa filtrante de rocas de gradación adecuada encima de la primera capa filtrante antes de la instalación de la cimentación, para que la segunda capa tenga una gradación más basta que la primera capa, que la primera capa tenga una gradación que evite sustancialmente que los sedimentos del fondo del mar entren en los poros entre los granos, y que la segunda capa se extienda más allá del perímetro de la primera capa y también más allá del perímetro de la porción basal cuando está instalada.

40 En otra realización más, se proporciona en una configuración anular una capa adicional de protección contra el socavado con una gradación más basta que la primera capa encima de las capas primera o segunda antes de la instalación de la cimentación para actuar como una capa protectora, y para que haya una abertura en el centro de la capa adicional de protección contra el socavado para que se instale la cimentación.

45 En otra realización más, se permite que después de la instalación de la cimentación, el hueco entre la cimentación y la capa dispuesta anulamente de protección contra el socavado esté adaptado para ser rellenado de material adicional de protección contra el socavado, tal como bolsas que contienen material sólido, tal como unidades filtrantes (bolsas de malla llenas de rocas) o bolsas de arena.

En una realización adicional las aberturas están dotadas de filtros para evitar una obstrucción no deseada por parte de los sedimentos.

50 En otra realización adicional, la primera capa tiene una gradación de 10-30 mm y la segunda capa tiene una gradación de 25-70 mm.

En una realización alternativa la superficie inferior de la porción basal de la cimentación está dotada de bolsas que tienen material filtrante en su interior, para la instalación en el fondo del mar junto con la cimentación.

En una realización las bolsas están llenas de áridos de arcilla expandida ligera o similar.

En otra realización, una membrana geotextil está instalada de antemano por debajo de la superficie inferior de la porción basal.

En una realización adicional se ubica un sistema de tuberías en el interior de la porción basal para inyectar mortero para expulsar bolsas de agua debajo de la porción basal.

- 5 En otra realización más, se proporcionan placas de descarga en la superficie inferior de la porción basal para crear un hueco entre la capa superior de protección contra el socavado y la porción basal.

En otra realización más, cada una de las placas de descarga está dotada de un faldón circunferencial.

En otra realización más, la superficie inferior de la porción basal de la cimentación tiene una geometría o textura desigual para aumentar el rozamiento con la capa subyacente de rocas.

- 10 En una realización adicional, la superficie inferior desigual está creada por rocas embebidas parcialmente en el hormigón de la cimentación.

### **Breve descripción de los dibujos**

Habiendo descrito anteriormente las características principales de la invención, sigue una descripción más detallada y no limitante de algunas realizaciones ejemplares, con referencia a los dibujos.

- 15 La Figura 1 es una vista esquemática de una realización preferente de la estructura basada en la gravedad según la presente invención.  
La Figura 2 es una vista esquemática de la estructura basada en la gravedad de la figura 1 bajo el agua del mar e instalada en el fondo del mar.  
La Figura 3 es una vista esquemática de otra realización preferente de la estructura basada en la gravedad,  
20 según la presente invención.  
La Figura 4a es una vista en sección y la 4b es la vista desde arriba que muestra dos capas de protección contra el socavado proporcionadas en el fondo del mar, según la presente invención.  
La Figura 5 es una vista en sección de una realización preferente de solo la parte de cimentación de la estructura basada en la gravedad de la figura 3.  
25 La Figura 6 es una vista idéntica a la vista de la figura 5, que muestra las vías de flujo del agua que es expulsada de la cimentación.  
La Figura 7a es una vista en corte transversal y la Figura 7b es una vista desde arriba del fondo del mar que muestre tres capas de protección contra el socavado, según otra realización preferente de la estructura basada en la gravedad.  
30 La Figura 8 es una vista esquemática de una realización preferente adicional de la estructura basada en la gravedad de la presente invención que muestra bolsas cargadas en la placa de base.  
La Figura 9 es una vista en sección de otra realización preferente de únicamente la parte de cimentación de la estructura basada en la gravedad de la figura 3, que muestra el uso de una membrana geotextil.  
La Figura 10 es una vista en sección de una realización preferente adicional de únicamente la parte de  
35 cimentación de la estructura basada en la gravedad de la figura 3.

### **Descripción detallada de la invención**

Lo que sigue describe algunas realizaciones preferentes de la presente invención que son simplemente ejemplares en aras de la comprensión de la invención y no limitantes.

- 40 En todas las figuras, los números similares de referencia representan características similares. Además, cuando se hace referencia a continuación a "superior", "inferior", "hacia arriba", "hacia abajo", "por encima" o "por debajo", y a expresiones similares, esto hace referencia estrictamente a una orientación con referencia al fondo del mar, considerándose que el fondo del mar es horizontal y se encuentra en el fondo.

- No se muestra la disposición de unidades en alta mar y de unidades relacionadas, dado que no es relevante para la presente invención y debería ser entendida por los expertos en la técnica. Además, no se muestra el lado superior de la estructura que ha de residir encima de la estructura de la cimentación. Esta puede ser una turbina eólica, plataforma de perforación o de producción u otros tipos de instalación que pueden instalarse en el mar.  
45

- La Figura 1 es una vista esquemática de una estructura 1 basada en la gravedad según una realización preferente de la presente invención. Comprende una porción 4 de cimentación que tiene una porción basal 11, una porción 2 de torre y una porción cónica 3. En aras de la comprensión, en la figura 1 no se muestra la capa 7 de protección contra el socavado (mostrada de forma óptima en la figura 2). La porción 2 de torre se extiende hacia arriba desde las porciones 3a de cuello de la porción cónica 3. La Figura 1 también muestra la placa/losa basal 11 generalmente plana de la cimentación 4. Desde esta parte basal 11, los faldones 5 se extienden hacia abajo.  
50

La cimentación 4, la porción cónica 3 y la torre 1 pueden estar fabricadas de hormigón armado y fabricadas de una pieza. Sin embargo, la torre 1 también puede estar fabricada de acero y estar atornillada o fijada firmemente de otra manera a la parte inferior de la cimentación.

5 La Figura 2 es una vista de la estructura 1 basada en la gravedad de la figura 1 junto con los otros elementos asociados. Muestra la parte 4 de cimentación en el fondo 8 del mar bajo el agua 13 del mar. Esta figura también muestra una única capa 7 de grava, que actúa como una capa filtrante. Esto forma una parte integral de la estructura 1 basada en la gravedad. La cimentación 4 tiene una parte basal 11 y una pared vertical 9, que se extiende hacia arriba desde la parte basal 11. Los faldones 5 hacen de superficie de contacto con el fondo 8 del mar y penetran en la capa filtrante 7 y en el fondo 8 del mar.

10 La Figura 2 también muestra con claridad la única capa de capa filtrante 7 de grava sobre la que descansa la placa/losa basal 11 de la cimentación 4. Esta capa está instalada en el fondo 8 del mar antes de la instalación de la estructura 1. Se selecciona la gradación en esta capa 7 de rocas, de forma que proporcione un drenaje eficaz entre el fondo 8 del mar, la parte basal 11 y, mediante aberturas (descritas más adelante), el agua circundante 13 que rodea la cimentación 4. Al mismo tiempo, la capa filtrante 7 garantiza que los sedimentos del fondo del mar no puedan penetrar en ningún grado sustancial en los poros en la capa filtrante 7. Se explican estos aspectos en detalle, mientras que se explica el funcionamiento de la presente invención.

15 La Figura 3 es una vista de otra realización preferente que es similar a la de la figura 2 con la excepción de que hay dos capas filtrantes, una segunda capa 6 encima de la primera capa 7, teniendo la capa superior 6 un tamaño de grano más basto que la capa inferior 7. Estas capas son instaladas una tras otra en el fondo 8 del mar antes de la instalación de la estructura 1. Estas capas 6, 7 se muestran de forma óptima en la figura 5.

20 Las Figuras 4a y 4b son vistas en corte trasversal y en planta, respectivamente, de las capas de protección contra el socavado en el fondo 8 del mar de la figura 3. Las figuras muestran solo las capas de protección contra el socavado, en aras de la claridad. La configuración de la capa superior 6 y la capa inferior 7, descansando esta sobre el fondo 8 del mar, es evidente por la figura 4a, y puede verse que la capa superior 6 se extiende algo más allá de la capa inferior 7. La Figura 4b es la vista superior de las dos capas. Las líneas discontinuas indican que visto desde arriba, solo es visible la capa superior 6 y no la capa inferior 7.

25 La Figura 5 es una vista ampliada en corte transversal de una parte de la cimentación 4. Se muestra claramente la placa/losa basal 11 de la cimentación 4 y la pared vertical 9 se extienden hacia arriba desde la placa/losa basal 11. También se muestra que la placa/losa basal 11 de la cimentación 4 tiene una superficie superior 11a y una superficie inferior 11 b. La superficie inferior 11 b descansa sobre la capa superior 6 más basta. Las aberturas verticales 10 se extienden hacia arriba desde la superficie inferior 11b hasta la superficie superior 11 a de la placa/losa basal 11.

Estas aberturas verticales 10 pueden tener otras formas y configuraciones que las mostradas en la presente realización y esto se encuentra dentro del alcance de la presente invención.

30 Estas aberturas 10 conectan el fondo 8 del mar y las capas 6, 7 de protección contra el socavado con el agua circundante 13 del mar que rodea la cimentación 4 (mostrada de forma óptima en la figura 3) y, por lo tanto, reducen de forma eficaz una acumulación de presión intersticial drenando el agua de forma eficaz.

En la figura 6 se muestra mediante las flechas la vía de flujo del agua desde el fondo 8 del mar, a través de las capas 6, 7 de protección contra el socavado al agua circundante 13 del mar (véase también la figura 3) que rodea la cimentación 4. Esta figura muestra, en particular, cómo funcionan las aberturas 10.

35 Las aberturas 10 pueden estar presentes en el faldón 5 también para llevar a cabo la misma función (no mostrada) y esto se encuentra dentro del alcance de la presente invención.

40 Las Figuras 7a y 7b son vistas en corte transversal y en planta, respectivamente, únicamente del fondo 8 del mar que muestran tres capas de roca o grava según otra realización preferente de la estructura basada en la gravedad. La primera capa 7 actúa como una capa filtrante en la parte basal 11 de la cimentación 4. La segunda capa 6 actúa parcialmente como una capa filtrante (estando situada la porción dentro del faldón 5) y parcialmente como protección contra el socavado (estando situada la porción fuera de los faldones 5). Se echa la tercera capa 12 de forma anular sobre la segunda capa 6 que, a su vez, yace encima de la primera capa 7 que, a su vez, hace un contacto directo con el fondo 8 del mar. La tercera capa 12 actúa como una protección contra el socavado para la cimentación 4.

45 La Figura 7b muestra la vista en planta de las capas 6, 7 y 12 de protección contra el socavado. La capa inferior 7 está cubierta completamente por la segunda capa 6 según se muestra con una línea discontinua. La capa superior 12 actúa como una capa protectora.

Según se explica más adelante, la tercera capa 12 proporciona un espacio central 4a en el centro que deja sitio para que se instale la cimentación 4.

La Figura 8 es una vista de una realización alternativa de la estructura 1 que tiene bolsas 14 que comprenden rocas fijadas a la porción inferior 11b de la placa basal 11. Esto hace que sea posible instalar la única capa filtrante 7 (o la capa basta superior 7) de forma simultánea con la cimentación.

5 La Figura 9 es una vista en sección de otra realización de la cimentación mostrada en la figura 3 con faldones 5 que han penetrado a través de dos capas de piedras 6, 7 y hasta el fondo natural 8 del mar subyacente. Quedan bolsas 17 de agua (mostradas de forma óptima en la vista detallada ampliada de la figura 9) entre la placa inferior 11 y la capa superior de las piedras 6.

10 Para expulsar el agua de las bolsas 17 de agua, hay conectada una membrana geotextil 15 (es decir, un tejido permeable que tiene la capacidad para separar, filtrar, reforzar, proteger o drenar) con el lado inferior 11 b de la placa 11 de base y hay dispuesto un sistema de tuberías horizontales y verticales 16 dentro de la placa 11 de base para suministrar mortero para expulsar el agua de las bolsas 17 de agua. Se exponen más adelante las funciones de todas estas características. Las tuberías 16 pueden tener otras configuraciones distintas de la mostrada en la presente realización y esto se encuentra dentro del alcance de la presente invención.

15 La Figura 10 es una vista en sección de una realización preferente adicional de la cimentación 4 mostrada en la figura 3 con faldones 5 que han penetrado a través de dos capas de rocas 6, 7 y hasta el fondo natural 8 del mar subyacente. La cimentación 4 está dotada de placas 19 de descarga que generan un hueco 18 entre la placa 11 de base y la capa más alta de rocas 6 cuando la superficie inferior 11 b de la cimentación 4 está descansando sobre las placas 19 de descarga.

20 Habiendo descrito los aspectos básicos de construcción de la estructura basada en la gravedad con referencia a las figuras, se hace referencia de nuevo a todas las anteriores figuras mientras se explica el funcionamiento de la estructura de la presente invención. Además, aunque se explica el funcionamiento, no se describen los aspectos elaborados de construcción, dado que esto ya se ha hecho antes.

25 Debería ser evidente por la anterior descripción que la presente invención soluciona fundamentalmente los problemas de acumulación de presión intersticial y el efecto de bombeo sobre la cimentación y permite una cantidad sustancial de bolsas de agua bajo la placa de base sin experimentar la pérdida convencional en la capacidad de soporte de carga asociada con tales bolsas de agua.

30 Con más precisión, con frecuencia se debilita la capacidad de ciertos tipos del fondo del mar, en particular arenas, sedimentos y arcillas para soportar cargas por la mayor presión intersticial del agua como resultado de cargas cíclicas como olas, corrientes y viento. Una presión intersticial excesiva genera un efecto de colchón de agua por debajo de la cimentación que supone una amenaza para su estabilidad y reduce la capacidad de soporte de cargas de la cimentación.

35 De forma similar, las bolsas de agua que quedan bajo la cimentación empeoran el efecto de la acumulación de presión intersticial dado que generan un efecto "de bombeo". Esto ocurre cuando se somete a la cimentación a cargas cíclicas. Debido a las cargas cíclicas, se bombea agua en los sedimentos del fondo del mar, aumentando la presión intersticial.

La estructura basada en la gravedad según la presente invención soluciona principalmente los dos anteriores problemas sin adolecer ninguno de los inconvenientes, según se expone bajo la sección "antecedentes de la invención". Cómo se consigue esto será particularmente evidente a partir de la descripción que sigue en la presente memoria.

40 Con referencia a la figura 1 y también a la figura 2, se muestra en particular la cimentación 4 colocada sobre una única capa de rocas 7 con una gradación adecuada para obtener un drenaje eficaz y al mismo tiempo evitar que los sedimentos del fondo 8 del mar migren a los poros entre las rocas. De forma natural, esto garantiza que se mantiene sustancialmente despejado el recorrido de drenaje a través de esta capa 7 desde el fondo 8 del mar hasta el mar 13 del agua circundante de sedimentos que podrían bloquear potencialmente el drenaje. Por lo tanto, se reduce sustancialmente la acumulación de presión intersticial en el fondo 8 del mar y también el impacto del efecto de bombeo de bolsas 17 de agua (mostradas de forma óptima en la figura 9) por debajo de la porción 11 de base de la cimentación.

50 Con referencia a la Figura 3, se muestra la cimentación 4 con faldones 5, instalados sobre las dos capas 6, 7 de rocas. Los faldones son suficientemente estrechos como para poder penetrar en las dos capas 6, 7 y extenderse en el suelo natural del fondo del mar, de forma que la parte inferior de la cimentación 4 descansa directamente sobre la capa superior 6 de rocas. Se han seleccionado las gradaciones de las múltiples capas (dos en la presente realización), de forma que la capa fina 7 impide que los sedimentos del fondo del mar penetren en los poros entre las piedras en la capa basta 6. Esto tiene un fin doble: en primer lugar, mantiene abiertos los poros entre las rocas en la capa 6 y, por lo tanto, evita que se reduzca su capacidad de drenaje y, en segundo lugar, evita asentamientos diferenciales que pueden dar lugar a una pérdida progresiva de capacidad de soporte de carga, cargas no deseadas sobre la placa 11 de base y a una inclinación de la cimentación 4.

5 Según una realización preferente de la presente invención, según se muestra específicamente en las figuras 4a y 4b, en las que solo se ilustran el fondo 8 del mar y la disposición de las capas 6, 7, se colocan dos capas de rocas 6, 7 en el fondo 8 del mar natural antes de la instalación de la cimentación 4. La capa inferior 7 consiste en un material más fino (piedras más pequeñas) y la capa superior 6 consiste en material más basto (piedras más grandes). La capa superior 6 de rocas actúa como un drenaje dentro del faldón 5 de la cimentación y también como una capa filtrante de protección contra el socavado en el exterior de la cimentación 4.

10 Ambas capas consisten en rocas con distribuciones de probabilidad de tamaño, denominadas habitualmente gradaciones. Dependiendo de la composición del fondo del mar, las gradaciones de las rocas en la presente realización pueden ser de 10-30 mm, lo que significa que los tamaños de las rocas varían desde 10 mm hasta 30 mm, con un tamaño medio de 20 mm para la capa fina 7, y de 25-70 mm, lo que significa que los tamaños de las rocas varían desde 25 mm hasta 75 mm, con un tamaño medio de 50 mm para la capa basta. Aunque estas pueden ser las gradaciones preferentes de las rocas en la presente realización, también se pueden utilizar gradaciones alternativas, dependiendo del tamaño del grano y de la naturaleza del suelo del fondo del mar, al igual que del potencial de socavado en el sitio, lo que, a su vez, depende, entre otras cosas, de las corrientes, las olas y de la profundidad del agua, y esto se encuentra dentro del alcance de la presente invención.

15 El espesor combinado de las dos capas en la presente realización puede ser de 0,5 m. Se puede echar la capa fina 7 sobre un diámetro algo mayor que el faldón 5 de la cimentación 4, para garantizar que la capa cubra toda la superficie de la cimentación 4 a pesar de una posible imprecisión en su colocación.

20 En la presente realización, la capa basta 6, después de la instalación de la cimentación 4, también actúa como una capa filtrante de protección contra el socavado y, por lo tanto, tiene un diámetro suficientemente grande para cumplir este fin (por ejemplo, 10 metros radialmente hacia fuera desde la pared vertical 9). Sin embargo, el diámetro depende muchísimo del tamaño de la cimentación y de las condiciones en el sitio.

25 Con referencia a las figuras 5 y 6, ambas muestran una sección a través de un lado de la cimentación 4 con más detalle. Muestran la placa 11 de base, su superficie superior 11 a y la superficie inferior 11 b descansando sobre la capa 6 más basta y también la pared 9 de la cimentación, todas fabricadas de homigón amado. Normalmente, los faldones 5 están fabricados de acero, por ejemplo, acero corrugado o pilotes de planchas, pero también pueden estar fabricados de homigón. Se puede afilar la punta del faldón para reducir la fuerza necesaria para penetrar el faldón 5 a través de las capas 6, 7 de piedras (no se muestra el detalle de la punta).

30 Las figuras también muestran las aberturas 10 de drenaje en la placa 11 de base que proporcionan una parte de las vías 10 de flujo para expulsar un exceso de presión intersticial. Los poros en las capas 6, 7 de grava también forman una parte de la vía de flujo.

35 La Figura 6 muestra, en particular, vías de flujo mediante marcas de flechas para el agua desde el fondo natural 8 del mar hasta el cuerpo circundante de agua 13 (entendidas de forma óptima cuando se interpreta con referencia a la figura 3). Se debería hacer notar que la distancia de la vía de flujo a través del fondo natural 8 del mar es relativamente corta para todas las vías de flujo.

Esto significa que toda la superficie superior del fondo natural 8 del mar en el interior del faldón 5 es drenada de forma eficaz dado que el agua fluirá fácilmente a través de las capas 6, 7 de piedras y las aberturas 10 de drenaje. Las aberturas 10 de drenaje pueden estar dotadas de filtros (no mostrados) para evitar que entre arenas en las aberturas 10 del cuerpo circundante de agua 13 (mostrado de forma óptima en la figura 3).

40 El sistema de drenaje proporciona un drenaje con una capacidad y ubicaciones determinadas para evitar que se produzca un efecto "de bombeo" entre bolsas 17 de agua (mostradas de forma óptima en la figura 9) creadas por debajo de la placa 11 de base debido a la topografía/textura de la capa superior 6. Además, el sistema de drenaje, en combinación con las capas de rocas, proporciona un drenaje al fondo natural 8 del mar, reduciendo, de esta manera, la acumulación de la presión intersticial.

45 Los faldones 5 penetran a través de las dos capas 6, 7 de rocas por el peso de la cimentación 4. También se obtiene una penetración adicional en el fondo natural 8 del mar por el peso de la cimentación 4 posiblemente ayudado por uno o ambos de los siguientes procedimientos:

- 50
  - Crear una presión inferior bajo la cimentación bombeando agua del volumen confinado por los faldones 5, la placa 11 de base y la capa superior 6 de rocas. Este procedimiento es similar a la instalación de andajes de succión, y requiere un cierre temporal de las aberturas 10 de drenaje.
  - Añadir peso a la cimentación 4, por ejemplo colocando un lastre en su interior.

55 Con referencia a la realización de las figuras 7a y 7b, que muestran únicamente el fondo 8 del mar y las capas de rocas para la conveniencia de la comprensión, se coloca una capa de rocas 12 en una configuración anular en combinación con una o más capas de rocas 6, 7. La tercera capa 12, que es una capa anular, proporciona un espacio central 4a en el centro de las capas 6, 7, dejando sitio para se instale la cimentación 4. La tercera capa 12

puede tener una gradación adecuada para actuar como una capa protectora de protección contra el socavado, es decir, al menos tan basta como la segunda capa 6.

Después de la instalación de la cimentación 4, se puede llenar cualquier hueco entre la capa protectora 12 y la cimentación 4 con materiales u objetos adecuados; por ejemplo, bolsas de arena, unidades filtrantes o rocas grandes. Como las otras realizaciones, esta realización también permite que se instalen todas las capas sustanciales de rocas al mismo tiempo, reduciendo los costes de la movilización y la desmovilización de embarcaciones de instalación de rocas.

En una realización adicional (no mostrada en detalle), la superficie inferior de la placa 11 de base tiene una geometría o textura no plana. Por ejemplo, la placa de base puede haber sido echada con una capa de rocas similar a la capa superior 6 instalada en el encofrado, de forma que el lado inferior de la cimentación comprenda rocas embebidas parcialmente en el hormigón de la cimentación. Esto aumentará el rozamiento entre la cimentación y la capa superior 6 de rocas.

En otra realización, con referencia a la figura 8, se colocan las rocas en bolsas 14 dispuestas bajo la placa 11 de base de la cimentación. En la presente realización la cimentación 4 puede ser colocada, posiblemente, directamente sobre un fondo natural 8 del mar sin una instalación anterior de ninguna capa de rocas en el fondo del mar.

En una realización alternativa, las rocas en las bolsas 14 o, de forma alternativa, se sustituye la capa 7 de rocas por otro material granular adecuado, tal como áridos de arcilla expandida ligera. Estos consisten en granos llenos de aire y no sería posible su instalación sin fijarlos a la cimentación. Las bolsas 14 pueden ser de un tipo que se disuelve en el agua después de cierto tiempo.

Con referencia a la figura 9, es otra realización de la parte 4 de cimentación mostrada en la figura 3. En esta realización se inyecta mortero a través del sistema 16 de distribución de mortero. El sistema de distribución de mortero comprende un sistema de tuberías horizontales y verticales 16. Existen bolsas 17 de agua por debajo de la porción inferior 11 b de la placa 11 de base. Se bombea una mezcla de inyección de mortero (no mostrada) a través de las tuberías 16, para expulsar el agua de las bolsas 17 de agua. Esto garantiza una superficie mejorada de soporte entre la placa 11 de base de la cimentación y la capa 7 más elevada de rocas.

Esta figura, en particular la porción ampliada, también muestra que es posible instalar de antemano una membrana geotextil 15 por debajo de la porción inferior 11 b de la placa 11 de base. Esto permite que escape el agua, pero que se retenga el mortero (geotextil) y puede utilizarse para evitar que el mortero llene los poros entre la capa 6 de rocas. Con referencia a la figura 10, se proporcionan placas 19 de descarga bajo la placa 11 de base para crear un hueco 18 entre la capa superior 6 de rocas y la porción inferior 11 b de la placa 11 de base. En esta realización, se puede inyectar mortero en el hueco 18 generado, cuando se coloca la cimentación 4 sobre las placas 19 de descarga. Las placas 19 de descarga pueden estar dotadas individualmente de faldones básicamente circunferenciales para aumentar su capacidad (no mostrada) de soporte de carga y pueden fabricarse para contrarrestar una inclinación del fondo del mar, de manera que la cimentación sea vertical si la capa superior 6 de las rocas está inclinada.

En una realización adicional, los faldones rodean múltiples compartimentos diferenciados bajo la placa de base. Tales compartimentos pueden estar ubicados en el interior o el exterior del faldón circunferencial principal sustancialmente circular o una combinación del interior y el exterior del faldón circunferencial principal sustancialmente circular (no mostrado).

Por lo tanto, por la anterior descripción sería evidente que se consiguen todos los objetos de la invención y se superan simultáneamente los inconvenientes de la técnica anterior.

Además, se debería comprender por la descripción que se puede instalar una estructura con faldones sin una inyección de un material de inyección de mortero. Además, se puede instalar la estructura basada en la gravedad con faldones según la presente invención después de la instalación de su capa filtrante de protección contra el socavado, de forma que no se deje sin protección la cimentación con respecto a la erosión, después de su instalación. De hecho, se puede instalar la cimentación después de la instalación tanto de su filtro como de su capa protectora, de forma que la embarcación que instala el sistema de protección contra el socavado pueda hacerlo de una vez, proporcionando la protección inmediata a la cimentación mencionada en el anterior párrafo.

La invención utiliza el volumen natural de poros entre las piedras de la capa de rocas como una vía eficaz de flujo para expulsar la presión intersticial y, por lo tanto, proporciona un drenaje muy eficaz a la superficie superior del suelo por debajo de la cimentación. El drenaje eficaz en grandes áreas proporciona un refuerzo significativo del suelo que es una mejora significativa con respecto al presente estado de la técnica. Además, las bolsas de agua en la superficie de contacto entre la capa de rocas y la placa de base no proporcionan un efecto de bombeo, dado que el agua de la capa de rocas es expulsada a través de las aberturas de evacuación. Como resultado, no se bombea el agua al suelo subyacente y se vuelve permisible una cantidad significativa de bolsas de agua. Esto es una mejora significativa adicional con respecto al presente estado de la técnica, dado que la capa de rocas no necesita colocarse con tolerancias muy estrictas de instalación.

## REVINDICACIONES

- 5 1. Una estructura (1) basada en la gravedad para soportar instalaciones en alta mar que comprenden una cimentación (4), teniendo la cimentación (4) una porción basal (11), **caracterizada** porque la porción basal (11) tiene una pluralidad de aberturas (10) para el drenaje de agua, porque al menos una primera capa (7) de material filtrante, con una gradación adecuada para drenar agua atrapada debajo de la porción basal (11) hacia las aberturas (10), está instalada en el fondo (8) del mar por debajo de la cimentación (4), y porque la cimentación tiene un faldón (5) que se extiende hacia abajo que está adaptado para penetrar en el fondo del mar por debajo de la capa (7) de material filtrante.
- 10 2. La estructura basada en la gravedad según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la capa (7) de material es la única capa de material filtrante entre la porción basal (11) y el fondo natural (8) del mar, teniendo la capa una gradación que es adecuada tanto para un drenaje eficaz de agua desde el fondo (8) del mar como para evitar sustancialmente que los sedimentos del fondo del mar entren en los poros en las capas.
- 15 3. La estructura basada en la gravedad según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** las aberturas comprenden canales (10) proporcionados en la porción basal (11) de la cimentación (4), extendiéndose las aberturas generalmente hacia arriba desde la superficie inferior (11 b) de la porción basal (11) hasta sus superficies superiores y/o laterales (11a).
- 20 4. La estructura basada en la gravedad según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** se proporcionan aberturas (10) en los faldones (5).
- 25 5. La estructura basada en la gravedad según la reivindicación 1, 3 o 4, **caracterizada porque** la primera capa filtrante (7) es una capa de rocas y porque se proporciona una segunda capa filtrante (6) de rocas de gradación adecuada encima de la primera capa filtrante (7) antes de la instalación de la cimentación (4), porque la segunda capa (6) tiene una gradación más basta que la primera capa (7), porque la primera capa (7) tiene una gradación que evita sustancialmente que los sedimentos del fondo del mar entren en los poros entre los granos, y porque la segunda capa (6) se extiende más allá del perímetro de la primera capa (7) y también más allá del perímetro de la porción basal (11) cuando esta está instalada.
- 30 6. La estructura basada en la gravedad según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** se proporciona una capa adicional (12) de protección contra el socavado con una gradación más basta que la primera capa (7) en una configuración anular encima de la primera capa (7) o de la segunda capa (6) antes de la instalación de la cimentación (4) para actuar como una capa protectora, y porque hay una abertura en el centro de la capa adicional (12) de protección contra el socavado para la cimentación (4) a instalar.
- 35 7. La estructura basada en la gravedad según la reivindicación precedente, **caracterizada porque** después de la instalación de la cimentación (4), el hueco entre la cimentación (4) y la capa dispuesta anulamente (12) de protección contra el socavado está adaptado para ser llenado de material adicional de protección contra el socavado, tales como bolsas que contienen material sólido, tales como unidades filtrantes (bolsas de malla llenas de rocas) o bolsas de arena.
- 40 8. La estructura basada en la gravedad según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** las aberturas (10) están dotadas de filtros para evitar una obstrucción no deseada por parte de los sedimentos.
- 45 9. La estructura basada en la gravedad según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la primera capa (7) tiene una gradación de 10-30 mm y porque la segunda capa (6) tiene una gradación de 25-70 mm.
- 50 10. La estructura basada en la gravedad según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la superficie inferior (11 b) de la porción basal (11) de la cimentación (4) está dotada de bolsas (14) que tienen material filtrante en su interior, para su instalación en el fondo (8) del mar junto con la cimentación.
11. La estructura basada en la gravedad según la reivindicación 10, **caracterizada porque** se llenan las bolsas de áridos de arcilla expandida ligera o similar.
12. La estructura basada en la gravedad según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** hay fijada una membrana geotextil (15) a la cimentación por debajo de la superficie inferior (11 b) de la porción basal (11).
13. La estructura basada en la gravedad según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** hay ubicado un sistema (16) de tuberías en el interior de la porción basal (11) para bombear mortero para expulsar las bolsas de agua de debajo de la porción basal (11).

14. La estructura basada en la gravedad según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** se proporcionan placas (19) de descarga en la superficie inferior (11 b) de la porción basal (11) para crear un hueco (18) entre la capa superior (6) de protección contra el socavado y la porción basal (11).
- 5 15. La estructura basada en la gravedad según la reivindicación 14, **caracterizada porque** cada una de las placas de descarga están dotadas de un faldón circunferencial.
16. La estructura basada en la gravedad según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la superficie inferior (11 b) de la porción basal (11) de la cimentación (4) tiene una geometría o textura desigual para aumentar el rozamiento con la capa subyacente (6) de rocas.
- 10 17. La estructura basada en la gravedad según la reivindicación 16, **caracterizada porque** se crea la superficie inferior desigual por medio de las rocas embebidas parcialmente en el homigón de la cimentación.

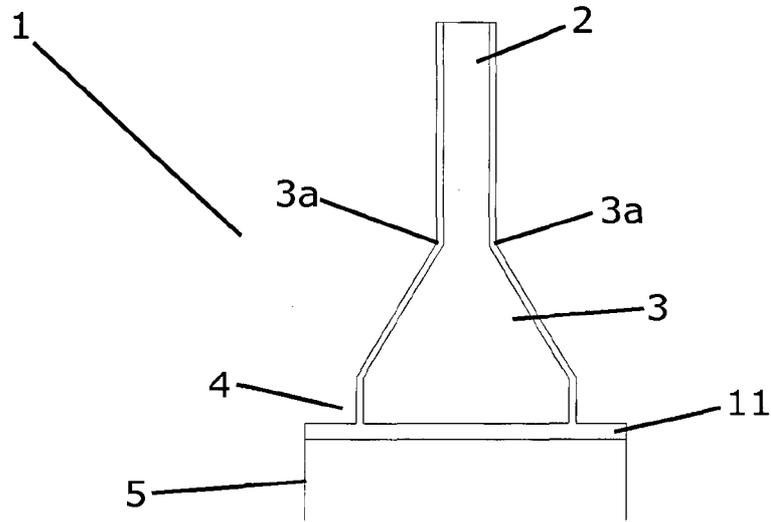


FIG 1

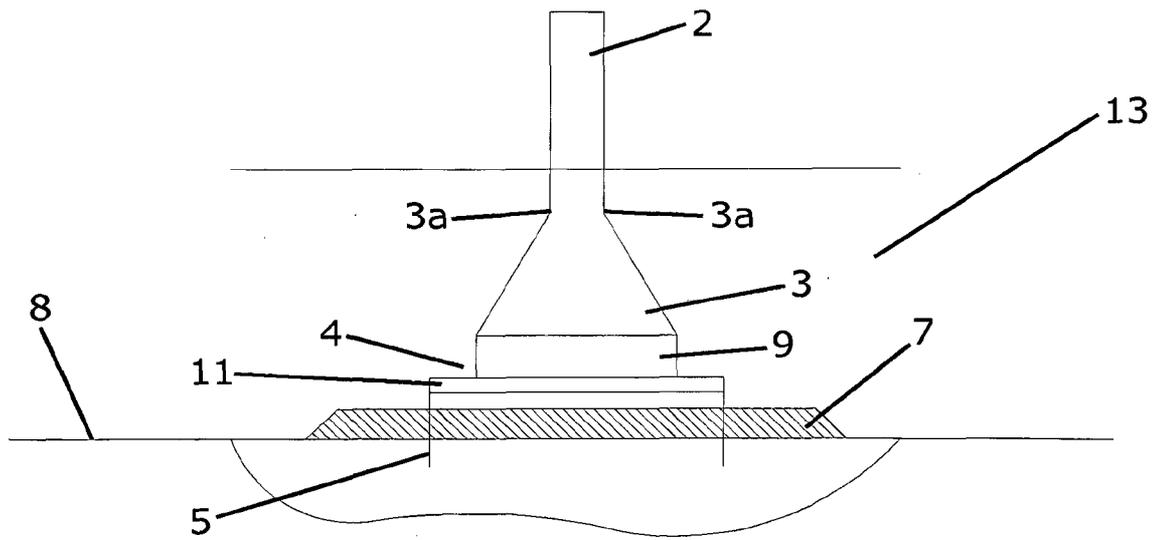
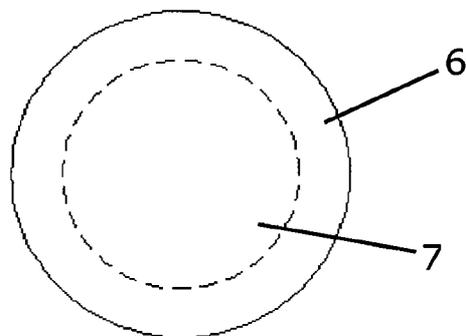
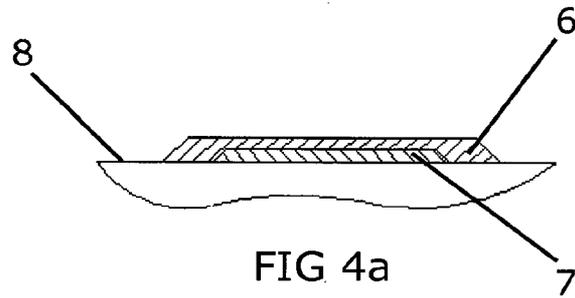
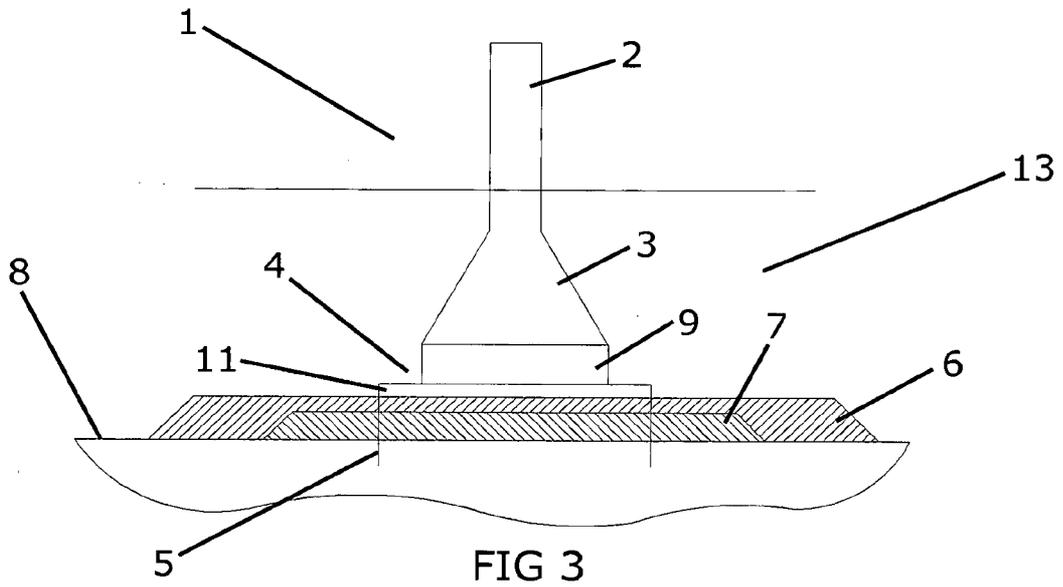


FIG 2



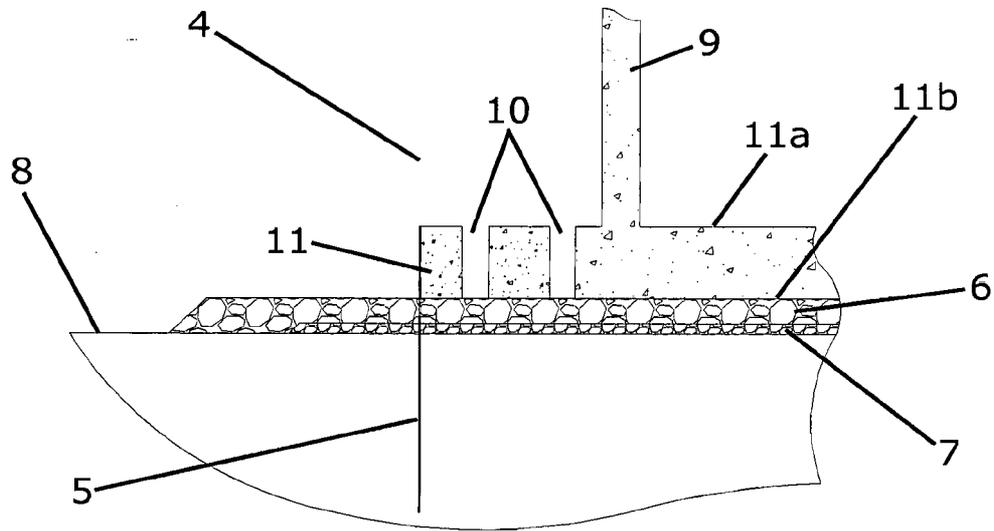


FIG 5

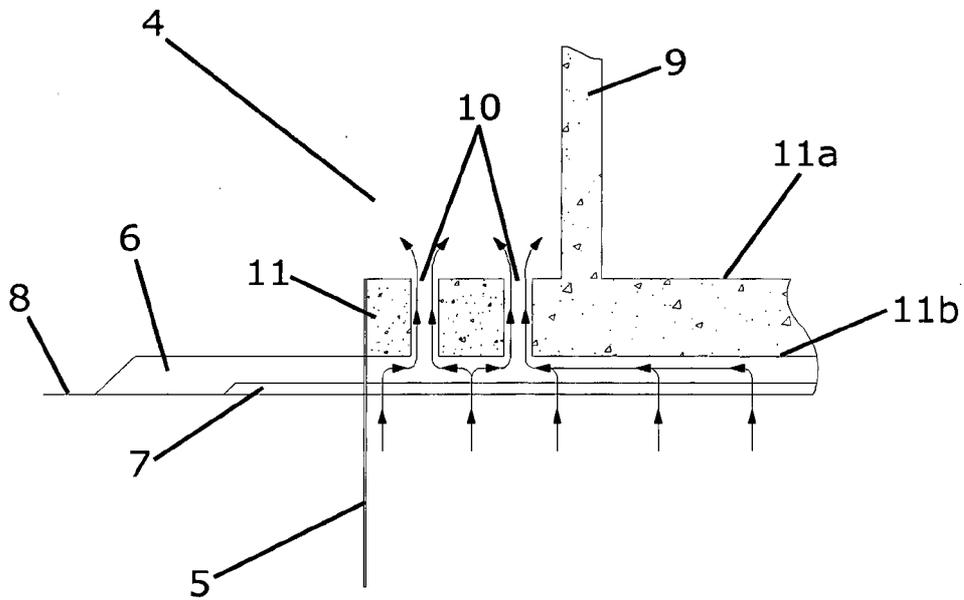
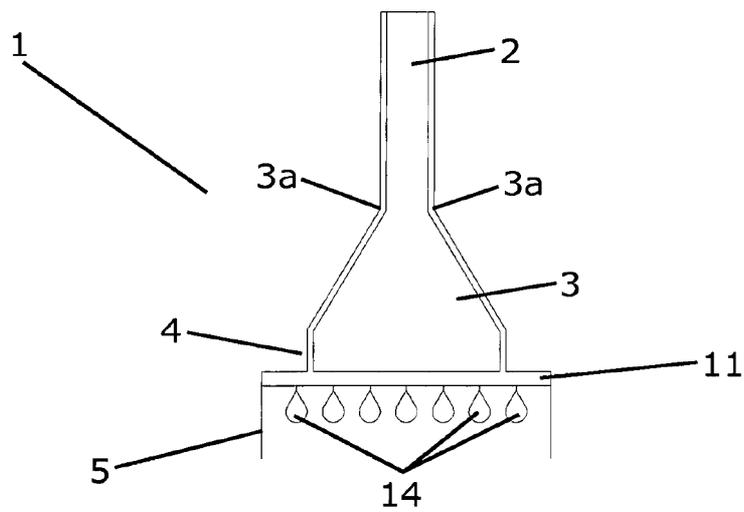
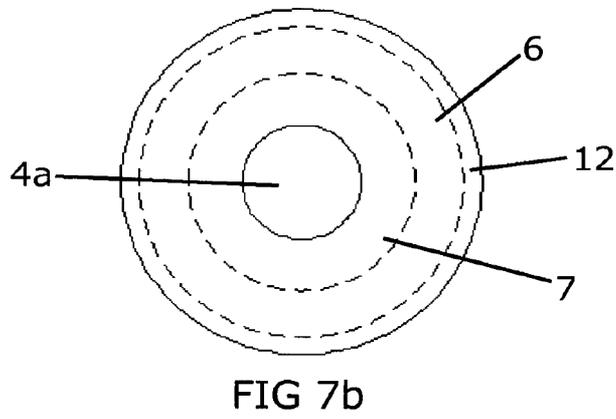
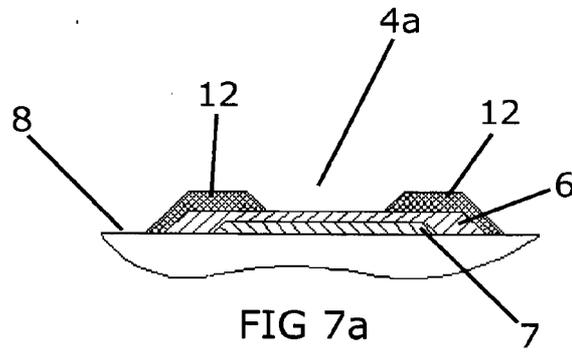


FIG 6



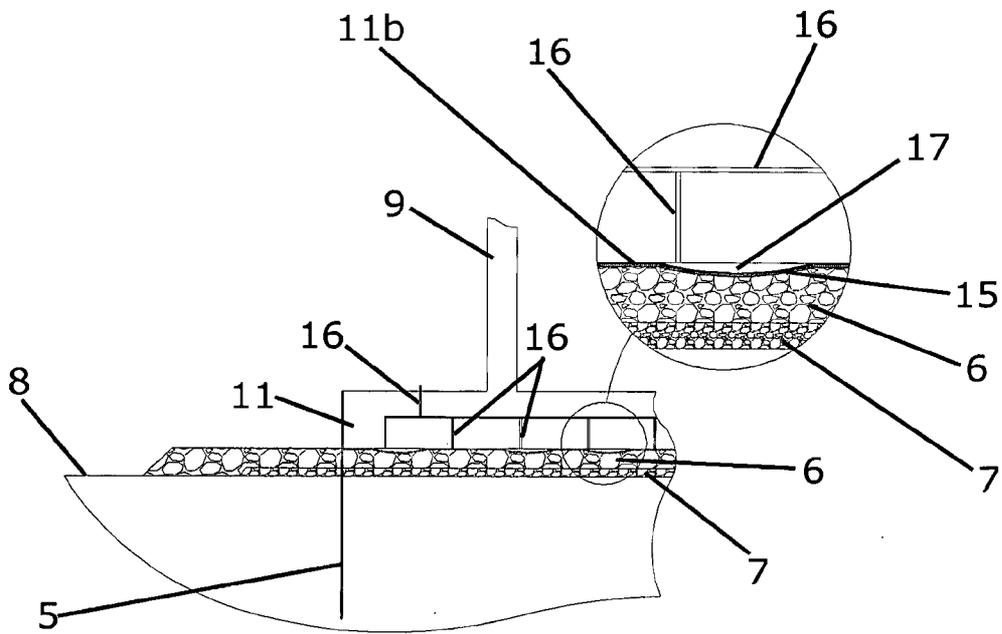


FIG 9

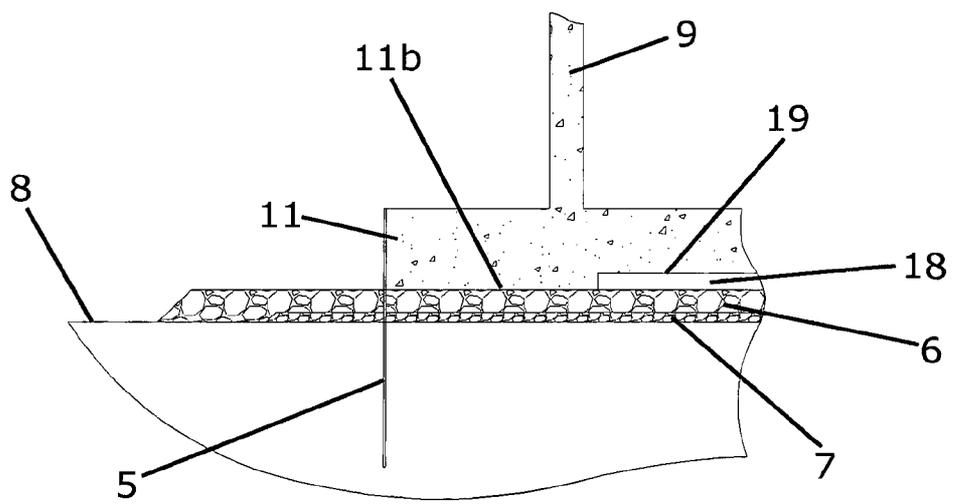


FIG 10