

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 793 967**

51 Int. Cl.:

E02B 3/06 (2006.01)

B63B 22/02 (2006.01)

B65D 88/78 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.06.2012 PCT/NO2012/050128**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2013 WO13002648**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2012 E 12803799 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 2726676**

54 Título: **Planta para el almacenamiento y la descarga de hidrocarburos y también un método de la misma**

30 Prioridad:

30.06.2011 NO 20110947

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

17.11.2020

73 Titular/es:

**GRAVI FLOAT AS (100.0%)
P.O. Box 2424
5824 Bergen, NO**

72 Inventor/es:

**KJERSEM, GEIR LASSE y
VARTDAL, HARALD**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 793 967 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

Planta para el almacenamiento y la descarga de hidrocarburos y también un método de la misma

Campo técnico de la invención

5 La presente invención se refiere al transporte de petróleo y gas en el mar, más específicamente a un dispositivo tal como se especifica en el preámbulo de las reivindicaciones independientes.

Con más detalle, la invención se refiere a la instalación y operación de una planta portuaria para el almacenamiento y carga o descarga de hidrocarburos, como el gas natural licuado, a una distancia de la costa en aguas poco profundas, donde la alternativa es construir instalaciones de almacenamiento para gas natural licuado en tierra o en forma de instalación flotante amarrada.

10 En particular, la invención se refiere a una planta portuaria para el almacenamiento, carga y descarga de productos de hidrocarburos en el mar, que comprende varias unidades que descansan sobre el lecho marino debido a la gravedad y que se extienden una distancia por encima del nivel del mar, que tiene una superficie frontal vertical en el lado de barlovento frente a las olas entrantes y una superficie de sotavento vertical opuesta, a lo largo de lo cual se pretende amarrar una embarcación, con las unidades colocadas a una distancia dada en dirección lateral, las unidades
15 forman (un) pasaje(s) libre(s) intermedio(s) entre unidades adyacentes en una dirección de las olas entrantes, lo que permite que partes de las olas entrantes pasen sin obstáculos a través del/de los pasaje(s), mientras que la superficie frontal vertical de las unidades amortigua otras partes de las olas entrantes, las distancias (Q) laterales entre dos unidades vecinas están regidas por la frecuencia de las ondas a ser amortiguadas y las frecuencias de las ondas que se dejan pasar entre las unidades.

20 La invención también se refiere a un método para establecer una configuración de amarre para embarcaciones, que utiliza la(s) unidad(es) de almacenamiento como base para el amarre, cumpliendo con los requisitos internacionales establecidos en convenciones internacionales, con dicha planta de amarre estando destinada a ubicarse en una zona costera o en alta mar, el sistema de amarre está dimensionado para resistir las fuerzas de amarre y todos los demás requisitos de las convenciones internacionales de amarre.

25 A continuación, la designación común de GNL (gas natural licuado) se utiliza para el gas natural que es enfriado hasta un estado líquido. Es común enfriar metano a aproximadamente -161 grados Celsius, pero la invención también es aplicable a otros tipos de productos derivados del petróleo, tales como gases refrigerados como: etano, metano, propano y butano. Además, la invención se puede utilizar para el almacenamiento, carga y descarga de petróleo y productos derivados del petróleo.

30 **Antecedentes de la invención**

Los sitios portuarios para buques cisterna de GNL o grandes buques petroleros se consideran muy peligrosos. Por lo tanto, no es ventajoso colocar estos sitios cerca de áreas pobladas. Al mismo tiempo, los mayores consumidores de GNL se dan en propano y butano. Además, la invención se puede utilizar para el almacenamiento, carga y descarga de petróleo y productos petrolíferos.

35 **Antecedentes de la invención**

Los sitios portuarios para buques cisterna de GNL o grandes buques petroleros se consideran muy peligrosos. Por lo tanto, no es ventajoso colocar estos sitios cerca de áreas pobladas. Al mismo tiempo, los mayores consumidores de GNL se dan en áreas densamente pobladas. Por lo tanto, se han sugerido varias soluciones para colocar las instalaciones de almacenamiento de GNL en el mar.

40 Además, para transferir GNL, a menudo se utilizan brazos articulados o mangueras que son flexibles y están bien aisladas. De hecho, muchas veces, las mangueras son muy rígidas y poco flexibles. Los brazos articulados se mueven normalmente en un solo plano y no toleran movimientos laterales. Esto requiere que una embarcación de GNL deba estar amarrado adecuadamente en puertos protegidos, tanto durante las operaciones de carga como de descarga, y situado a sotavento.

45 Anteriormente se ha propuesto proporcionar sitios portuarios para la carga de GNL en el mar que flotan o se colocan en el fondo oceánico. Estos sitios flotantes tienen el problema común de que la transferencia de GNL entre la embarcación y la instalación de almacenamiento se produce entre dos cuerpos móviles flotantes. La dinámica impone grandes exigencias al equipo y en la seguridad si la carga se efectúa uno al lado del otro.

50 Una alternativa es transferir GNL entre la popa y la proa de los dos cuerpos flotantes, pero esto es considerablemente más difícil que las correspondientes operaciones de carga de petróleo de la técnica anterior, y el método impone grandes exigencias al equipo. Si además se deja que estas embarcaciones roten, la embarcación de almacenamiento de GNL debe estar equipada con un complejo sistema giratorio submarino para GNL.

Para reducir los problemas asociados con la dinámica de los cuerpos flotantes durante las operaciones de carga, se ha propuesto instalar grandes estructuras rectangulares de acero u hormigón en el lecho marino, que funcionan como

puertos artificiales, donde un muro continuo de acero u hormigón está destinado a formar una protección contra las olas entrantes. Las profundidades habituales de agua propuestas son de 8-30 metros. Este tipo de construcción de gran tamaño está destinada a construirse lejos de áreas pobladas y al mismo tiempo funcionar como un rompeolas para los buques de GNL durante las operaciones de carga y descarga.

- 5 El problema puede reducirse moviendo el buque hacia el lado de sotavento de la construcción portuaria, pero los cálculos y los experimentos de la cuenca han demostrado que la construcción portuaria que forma una barrera continua debe construirse para que sea muy grande si se desea obtener un efecto de blindaje significativo cuando las olas y las marejadas crecen durante un período y desde un ángulo particularmente desfavorable. Esto se debe al efecto bien conocido de que las olas oceánicas se curvarán a ambos lados de dicha construcción y surgirá un punto focal a cierta distancia por detrás del lado de sotavento donde se encuentran las olas curvadas. En este punto focal, la altura de las olas puede ser, de hecho, mayor que en las olas entrantes.

- 10 Por lo tanto, una gran construcción portuaria ubicada en el fondo del océano, que actúe como un escudo contra las olas, resultará poco rentable. Se han sugerido diferentes formas para estos tipos de sitios portuarios para GNL construidos con hormigón que protegerán a los buques de las olas durante las operaciones de carga. Una forma sugerida es, por ejemplo, construir la construcción como una herradura y dejar que los buques de GNL carguen/descarguen dentro de esta. Esto reducirá la dinámica considerablemente, pero el sitio portuario será incluso menos rentable que un sitio portuario en forma de rectángulo.

- 15 El documento NO 126927 correspondiente al documento GB 1369915 describe un sitio portuario que comprende una serie de unidades que están a flote o hundidas y de otra manera construidas para su colocación en el lecho marino. Cada unidad comprende una base, una estructura portadora de carga y elementos móviles rompeolas que se pueden mover según las necesidades.

El documento US 3.958.426 describe un sitio portuario que comprende varias unidades separadas en el lecho marino, de modo que se forme al menos una ubicación de amarre recta. Las unidades cuentan con defensas y dispositivos de amortiguación de olas.

- 25 La publicación propia del solicitante WO 2006/041312 describe una planta portuaria para el almacenamiento, carga y descarga de hidrocarburos tales como GNL en el mar, cuyo contenido completo está incluido en la presente por la referencia. El puerto comprende tres unidades construidas de acero u hormigón, situadas en el lecho marino. Las unidades se colocan lateralmente en línea. El puerto está configurado para amortiguar las olas, con la embarcación destinada a recostarse en el lado de sotavento del amarre.

- 30 El documento US 2004/0011424 describe una unidad para transferir un fluido entre un carguero y una planta portuaria que consiste en una serie de estructuras apiladas y separadas como puntos fuertes en el sistema de amarre. En particular, esta publicación se refiere al sistema de transferencia de fluidos, con tal sistema de transferencia de fluidos que consiste en tuberías rígidas revestidas y juntas pivotantes. Sin embargo, debe apreciarse que la publicación también indica un sistema de amarre. Según la planta portuaria descrita, la embarcación está amarrada en el lado de barlovento de la planta portuaria.

El documento WO 2006/041312 se refiere a una planta portuaria que comprende varias unidades ubicadas en el lecho marino. Las unidades están alineadas, pero separadas entre sí en dirección lateral y se encuentran dispuestas para amortiguar una parte de las olas entrantes y dejar que otras olas pasen a través de la planta portuaria.

- 40 El documento FR 2252 450 se refiere a un dispositivo de amortiguación marítimo flotante que sirve como rompeolas y está formado por una serie de plataformas trapezoidales de diferente tamaño, que cuando se ensamblan, forman un conjunto aproximadamente trapezoidal con un extremo estrechado y orientado hacia la dirección de las olas entrantes.

- 45 El documento US 4.712.944 describe una pluralidad de elementos flotantes inflables y flotables configurados y conectados en líneas amolladas adaptables para ceder ante condiciones de marea alta y tormenta y en las que las líneas están aseguradas a un elemento de anclaje. Al posicionar el elemento flotante en el camino de las olas del mar y por pequeños ajustes de flotabilidad, se logra maximizar la disipación de las olas.

- 50 El documento US 2.044.795 se refiere a un puerto oceánico para el aterrizaje de hidroaviones. El puerto consiste en una serie de muelles o pontones, ubicados de manera inamovible y que descansa sobre el lecho del océano, donde los espacios entre los muelles están cerrados por un deflector o barrera móvil, conectados de manera flexible a los muelles. Una serie de avenidas o aberturas están dispuestas entre muelles aislados. Los muelles tienen un espacio ocupado octogonal o un espacio ocupado rectangular y cada una de las series de muelles interconectados están alineados, separados lateralmente.

- 55 Sin embargo, los cálculos y las pruebas de cuenca han demostrado que un carguero de GNL de hecho puede verse expuesto a mayores movimientos si está amarrado en el lado de barlovento de este tipo de sitios portuarios rectangulares. Esta exposición se debe a la marejada y a las olas que se reflejan desde la pared del puerto y que quedarán atrapadas entre el buque de GNL y la construcción portuaria. En algunos casos, esto puede conducir a una forma de olas estacionarias entre la pared del puerto y el buque de GNL, algo que puede aumentar los movimientos de la embarcación.

Por lo tanto, existe la necesidad de una planta portuaria que proporcione condiciones de amarre donde la embarcación se encuentre a sotavento y donde se elimine el movimiento de la embarcación debido a las condiciones del mar, o al menos se reduzca en gran medida, proporcionando condiciones de amarre y carga lo más seguras posible. Además, existe la necesidad de amortiguar las olas y reducir los efectos de las olas y las corrientes en la embarcación amarrada tanto como sea posible.

Compendio de la invención

Un objetivo de la presente invención es proporcionar una planta portuaria mejorada con unidades de almacenamiento incorporadas e integradas y un método mejorado para establecer dicha planta portuaria a fin de que ofrezca un refugio seguro para las embarcaciones durante la carga y descarga en alta mar, por ejemplo, de hidrocarburos tales como GNL.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar una planta portuaria mejorada donde las condiciones de amarre para embarcaciones grandes, por ejemplo, para el transporte de GNL, se optimicen, eliminando, o al menos reduciendo, los efectos del viento, las olas y la corriente en la embarcación amarrada, lo que proporcionará así también protección contra el viento para la embarcación amarrada.

Otro objetivo adicional de la presente invención es proporcionar una planta portuaria mejorada donde se cumplan los criterios y estándares internacionales para el amarre de embarcaciones grandes, satisfaciendo, de ese modo, los requisitos y estándares relevantes. Se hace referencia a las siguientes normativas de relevancia:

- BS 6349 - Instalaciones portuarias
- OCIMF - Pautas para equipos de amarre (2008)
- SIGGTO - Selección y diseño de sitios para puertos y embarcaderos (1997)

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar una planta portuaria mejorada con medios de protección asociados con ella, protegiendo a la embarcación amarrada contra impactos y colisiones causados por embarcaciones a la deriva, con mayor o menor maniobrabilidad.

Otro objetivo más de la presente invención es proporcionar una planta portuaria mejorada que permita que una parte de las olas pase más o menos sin obstáculos, mientras que la parte restante de las olas sea amortiguada.

Otro objetivo de la invención es proporcionar un sitio portuario mejorado y ubicado en el fondo marino que pueda almacenar, cargar o descargar GNL directamente entre la embarcación y el sitio portuario donde el efecto de los movimientos del buque se minimiza de una manera simple y rentable.

También es un objetivo de la invención proporcionar un sitio portuario para GNL mejorado y flexible ubicado en el fondo marino, que se puede construir como varias unidades más pequeñas y donde cada unidad se puede bajar al lecho marino individualmente, descansando debido a la gravedad, de modo que todas las unidades finalmente forman un sitio portuario con puntos de amarre en una dirección deseada o, alternativamente, en varias direcciones diferentes.

Otro objetivo de la invención es proporcionar un sitio portuario mejorado donde la amortiguación de las olas es mejor para frecuencias medias de onda, por ejemplo, para olas de hasta 8-10 segundos de frecuencia, donde podría ser necesario que el buque pueda operar.

Además, es un objetivo de la invención que en tales condiciones climáticas extremas y limitadas en el tiempo, tales como huracanes con olas altas, donde una embarcación tendrá dificultades para operar en un puerto, las olas más grandes pasen por el sitio portuario, con lo que el efecto y la influencia sobre el sitio portuario de estas fuerzas ambientales extremas se reducirán significativamente, ya que la energía extrema pasa a través del sitio portuario.

Otro objetivo más de la invención es permitir la construcción de cada una de las unidades del sitio portuario a un precio razonable y de la manera más eficiente y completa posible en un sitio de construcción tradicional, preferiblemente en un astillero y con el uso de un dique seco. De este modo, se minimizará el costoso trabajo de acabados en el mar. Después del equipamiento final en el sitio de construcción, cada una de las unidades se llevará o remolcará al lugar de la instalación, para finalmente ser bajada con el uso de técnicas conocidas.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un sitio portuario mejorado que pueda colocarse en el fondo del océano a una distancia relativa previamente calculada que maximice el efecto de amortiguación de las olas, y que las unidades puedan recibir una forma que ofrezca el mejor efecto posible de amortiguación de olas, de modo que la embarcación de GNL tenga movimientos ventajosos durante la operación de carga/descarga en el sitio portuario.

Además, un objetivo de la invención es proporcionar una planta portuaria que permita a las estachas de amarre entre la embarcación y el amarre guiarse hacia abajo desde la embarcación y hacia el punto de amarre en la planta portuaria con un ángulo de al menos 2 grados, preferiblemente con un ángulo más grande según la normativa internacional.

Debe apreciarse que los puntos de amarre deben estar dispuestos en las proximidades, pero por encima del nivel del mar, para permitir también que se amarren embarcaciones más pequeñas a la planta y aun así mantener dicha guía hacia abajo en las líneas o estachas de amarre.

5 También es un objetivo de la presente invención proporcionar una planta portuaria que proteja a la embarcación amarrada de las fuerzas del viento, causadas por un viento que venga de cualquier dirección, pero más comúnmente de la misma dirección que las olas entrantes.

Los objetivos de la presente invención se logran mediante una planta portuaria mejorada y un método para construir y colocar dicho sitio portuario, según las reivindicaciones independientes 1 y 11, respectivamente. Las realizaciones, alternativas y variantes de la invención están definidas por las reivindicaciones dependientes.

10 Según la invención, la superficie frontal de una de las unidades está desplazada con una distancia Z con respecto a las superficies frontales de dos unidades vecinas en una dirección transversal lejos de dicha dirección predominante de olas entrantes, y R es una distancia en el intervalo de una distancia de 2 a 60 m.

La distancia Z, donde Z es la longitud de la unidad central desplazada, puede ser preferiblemente igual a la longitud de la embarcación más grande a ser atracada a lo largo de un lado longitudinal de la unidad central de desplazamiento.

15 Las unidades están configuradas de tal manera que el ancho del pasaje entre dos unidades vecinas aumenta o disminuye en la dirección del movimiento de la ola.

20 La distancia de desplazamiento de dicha unidad está en el intervalo de 2 a 60 metros, y el espacio ocupado de la unidad desplazada es trapezoidal, donde las superficies laterales paralelas son perpendiculares a la dirección predominante de las olas. Además, las unidades están configuradas de tal manera que el ancho del pasaje entre dos unidades vecinas disminuye en la dirección de la ola entrante. Además, el espacio ocupado de las dos unidades vecinas puede ser preferiblemente, pero no necesariamente, trapezoidal.

Según una realización de la invención, el ancho (Q) mínimo del pasaje corresponde a aproximadamente $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ veces la longitud de onda de la longitud de onda que se desea amortiguar.

25 Además, un ángulo (α) entre uno de los dos lados paralelos de la unidad, y al menos uno de los lados inclinados de una unidad, puede estar en el intervalo de 0 a 30 grados. Opcionalmente, el ángulo (α) puede ser diferente para una de las paredes laterales de una unidad.

30 Según otra realización o variante de la invención, la distancia entre dos unidades vecinas y/o la distancia desplazada lateralmente entre dos unidades puede ser preferiblemente tal que no haya una abertura visual en el pasaje, perpendicular a la cara frontal de la unidad. La distancia lateral promedio puede estar preferiblemente entre alrededor de 20 metros cuando las unidades se colocan a una profundidad acuática de 18 metros.

Según otra realización, las unidades pueden estar dispuestas de modo que se formen dos o más puntos de amarre, y donde dichos puntos de amarre formen un ángulo entre sí, tal como uno de 90 grados.

35 Las unidades pueden estar provistas de medios para proteger las unidades de daños causados por colisión, comprendiendo dichos medios elementos que sobresalen de las superficies y encaran las embarcaciones, dichos medios también sirven preferiblemente como puntos de anclaje para una embarcación destinada a amarrarse a lo largo de la planta portuaria y también preferiblemente contribuyen a un efecto rompe olas. Los medios para la protección contra colisiones pueden configurarse para extenderse hacia abajo a través de la línea de flotación cuando están en una posición instalada.

40 La altura de la plataforma de amarre debe estar dispuesta sobre el nivel del mar, a una altura baja pero segura, proporcionando flexibilidad para amarrar una amplia gama de embarcaciones de diferentes tamaños.

Según la presente invención, en la reivindicación 11 también se proporciona un método para construir y colocar un sitio portuario.

45 Una ventaja de colocar las unidades en el sitio portuario según la invención, a una distancia que separe una de la otra, será que las partes requeridas del espectro de las olas puedan amortiguarse, mientras que las olas que puedan conducir a una tensión extrema en el sitio portuario viajarán a través de él. Por lo tanto, las unidades que componen el sitio portuario pueden construirse de manera más barata y fácil, al mismo tiempo que se logra amortiguar las partes del espectro de olas donde sea relevante para que los buques operen cerca del, o en el sitio portuario.

50 También es una ventaja de la presente invención que las olas se amortiguan eficientemente por los efectos de ruptura y cancelación que se deben, entre otras cosas, a la acción refleja de muchas paredes y, por lo tanto, se evita que la energía de la ola se desvíe y aparezca en puntos focales en otros lugares dentro de las proximidades del sitio portuario.

Además, es construcción sensata y económica de gran ventaja que el sitio portuario se fabrique en unidades más pequeñas. Por lo tanto, varios talleres pueden competir por la construcción que, en buena medida, llegaría a fabricarse en astilleros tradicionales. Además, su instalación sería mucho menos peligrosa.

Una ventaja adicional según la presente invención es que las unidades que constituyen el sitio portuario para GNL según la invención pueden bajarse hasta el fondo del océano, retirarse, moverse y reemplazarse para formar nuevas configuraciones individuales, según sea necesario y utilizando técnicas conocidas.

5 Las unidades según la invención que forman el sitio portuario se separan a una distancia requerida. La distancia entre las unidades se decide por las frecuencias de onda que se pretende amortiguar y las frecuencias que pueden pasar entre las unidades. Esta distancia puede calcularse con métodos conocidos o puede hallarse por medio de experimentos en la cuenca.

10 Al colocar las unidades a una distancia separada de ambos lados y en la dirección prevalente de las olas, se evita el efecto de una acumulación de energía de las olas entre la pared del puerto y el costado del buque. En particular, las olas estacionarias que pueden crearse entre una estructura continua y el costado de un buque debido a las reflexiones entre los lados verticales se evitan o al menos se reducen sustancialmente. Las partes perjudiciales y extremas de la energía de las olas se deslizarán, así, entre las unidades. Dado que la energía de las olas se divide de esta manera parcialmente y pasa parcialmente entre las unidades, se producen efectos de cancelación ventajosos y, por lo tanto, se proporciona una reducción de la energía de las olas en el área y alrededor del sitio portuario y el buque.

15 Al ajustar la distancia entre las unidades, es posible lograr una optimización de las partes de la frecuencia entrante de las olas a amortiguarse. Esto se logra mediante la reflexión de las olas entrantes desde las paredes y el fondo de las unidades en varias direcciones, tras lo cual se obtiene una cancelación de las olas. Además, se produce un patrón de flujo intencional, aproximadamente caótico, que corresponde a la agitación entre las unidades, eliminando la energía de las olas con una posterior reducción de la respuesta de movimiento de la embarcación.

20 Para longitudes de onda más largas, por ejemplo, los oleajes con un período superior a 15-16 segundos, las reflexiones de olas de las unidades resultarán más pequeñas y la energía que se encuentra en esta parte del espectro de olas pasará entre las unidades. Las olas con esta longitud de onda normalmente se forman en conexión con tormentas y huracanes, y luego el buque no podrá normalmente operar a causa del viento. Por lo tanto, la embarcación no estará atracada en el sitio portuario.

25 La fricción y, por lo tanto, la amortiguación de las olas se puede aumentar dado que las unidades están equipadas parcialmente con bordes puntiagudos. En ciertas partes del espectro de olas, se proporciona una amortiguación no lineal, eliminando así la energía que afecta al buque.

30 Una forma favorable de las unidades será expandir el volumen de las unidades por debajo de la superficie del agua, donde puede proporcionarse una estiba de las olas para que las olas se rompan, contribuyendo también a veces a la amortiguación de las olas y a la reducción de las olas en el lado de sotavento del sitio portuario. El perfil y la forma de la estructura debajo del agua pueden variar dependiendo del entorno y de los períodos de olas que se amortiguarán. Los perfiles favorables podrían ser: una superficie inclinada correspondiente a una playa, una estructura construida con bordes puntiagudos, una estructura parcialmente hueca o llena de agujeros, etc.

35 La distancia en el lecho marino entre las unidades se decidirá por los espectros de olas que ocurren en la ubicación de la instalación y por los espectros de olas elegidos para amortiguarse, causando efectos favorables en los movimientos del buque de GNL. Los cálculos de una posible forma de un sitio portuario han demostrado que las unidades con una forma cuadrática o trapezoidal y con una distancia de 40 metros entre las unidades, colocadas a una profundidad marina de 18 metros y sin expansión del volumen por debajo del nivel del mar, amortiguarán las olas con longitudes de onda inferiores a 80 metros. Al mismo tiempo, los cálculos han demostrado que grandes olas con una longitud de onda superior a 200 metros pasarán con una pérdida mínima de energía.

40 Los cálculos también han demostrado que al expandir alternativamente el volumen por debajo del nivel del mar será posible capturar y eliminar más energía de las olas, tanto de longitudes de onda más cortas como más largas. Se puede lograr una mayor amortiguación que afecte a los movimientos de la embarcación de una manera favorable, por ejemplo, aumentando el volumen de las unidades por debajo del nivel del mar, por ejemplo, desde 5-10 metros de profundidad y hasta el fondo del océano. Este aumento de volumen puede limitarse al volumen entre las unidades y puede omitirse a lo largo de la cara de amarre donde el buque de GNL está amarrado. El aumento de volumen se puede combinar con la seguridad de una buena y sólida base para las unidades en el lecho marino. Sin embargo, las unidades deben configurarse de modo que las olas no se reflejen hacia la embarcación de GNL, lo que provocaría movimientos perjudiciales y no deseados.

45 También pueden amortiguarse partes del espectro de olas, por ejemplo, introduciendo bordes puntiagudos que se extienden hacia afuera en conexión con las quillas de balance en los buques. Es natural que estos bordes puntiagudos se introduzcan posiblemente en el espacio entre las unidades y no donde el buque de GNL será amarrado. Una serie de posibles medios que tienen efectos de amortiguación de olas han sido descritos en la bibliografía, tales como: espacios huecos en paredes, nervaduras y similares. La presente invención ofrece la posibilidad de introducir estos tipos de medios en un sitio portuario para GNL y de una manera muy rentable.

55 Al proporcionar un sitio portuario que comprende varias unidades instaladas una cerca de la otra en el lecho marino, la embarcación de GNL se puede amarrar fácilmente y operará a lo largo del sitio portuario. Si el buque de GNL se

encuentra en el lado de barlovento de un sitio portuario según la invención, se evitará la reflexión de las olas hacia el buque, así como las olas desfavorables y estacionarias producidas entre el buque y la pared del puerto.

5 Alternativamente, el buque de GNL se puede amarrar en el lado de sotavento del sitio portuario según la invención. Una parte previamente estimada de la energía de las olas podrá pasar entre las unidades y será posible amortiguar parte de la energía de las olas. De esta manera se evita la formación de un punto focal peligroso para las olas en el lado de sotavento al mismo tiempo que la energía de las olas en el lado de sotavento da como resultado movimientos de buque reducidos y favorables.

10 Al tener en cuenta el espectro de olas local, es posible lograr una amortiguación considerable cuando la distancia entre las unidades es óptima, al mismo tiempo que la estructura subacuática de cada una de las unidades está configurada con medios para amortiguar la energía de las olas.

15 Una configuración particularmente ventajosa del sitio portuario según la invención será disponer las unidades de modo que se formen varias áreas de amarre y que estas áreas de amarre formen un ángulo entre sí, por ejemplo, de 90 grados. Es posible ajustar el ángulo y el posicionamiento a las direcciones de ola conocidas en la ubicación de la instalación del sitio portuario. Al poder amarrar el buque de GNL para que las olas entren hacia el costado del buque, los movimientos del buque, en general, serán en forma de oscilación vertical y estampado, dando movimientos considerablemente más bajos y con fuerzas dinámicas hacia el centro del buque, donde se llevarán a cabo operaciones de carga y descarga de GNL.

20 El sitio portuario para embarcaciones de GNL según la invención, de necesitarse, también puede configurarse como una U o una V, si se desea proteger las propias operaciones del puerto lo más posible y amarrar el buque en un área más protegida donde las olas se amortigüen en la medida deseada. Esto es particularmente efectivo si la parte submarina de las unidades está formada como amortiguadores de olas, preferiblemente en la dirección hacia las unidades vecinas.

25 Las unidades que componen el sitio portuario estarán provistas preferiblemente de una serie de faldones de acero u hormigón para ser empujadas hacia el lecho marino, lo que contribuye a una construcción estable contra el fondo del mar. Según una realización preferida, los faldones tienen una forma cilíndrica con un área de sección transversal circular en el plano horizontal, destinada a ser penetrada dentro del lecho marino. Los faldones contribuirán a la estabilidad de las unidades frente a la inclinación y al desplazamiento vertical y horizontal.

Alternativamente, cada una de las unidades puede posicionarse en el lecho marino utilizando técnicas conocidas, o colocarse alternativamente en la parte superior de una base preinstalada, y ubicarse en el lecho marino.

30 También debe tenerse en cuenta que cada unidad de la planta tiene una altura considerable, lo que también otorgará protección contra el viento para una embarcación amarrada.

35 Según una realización de la invención, la distancia entre la unidad central desplazada y al menos una de las unidades vecinas debe ser de Q metros donde Q debe estar en el intervalo de 0 metros a Z metros, siendo Z preferiblemente un mínimo del 25 % de la longitud de la embarcación más grande a amarrarse a lo largo del lado de sotavento de la unidad central de desplazamiento. Con tales dimensiones y con la configuración de amarre según la presente invención, se evita que la embarcación amarrada gire alrededor de la unidad central desplazada cuando se somete a viento, corriente u olas desde cualquier dirección. Esto es ventajoso, en particular para cargar o descargar GNL, ya que dicho sistema de carga se basa en tuberías de acero rígidas y juntas pivotantes.

Breve descripción de los dibujos

40 El dispositivo según la invención puede explicarse con más detalle en la siguiente descripción con referencia a las figuras adjuntas, en donde:

la Figura 1 muestra esquemáticamente una vista observada desde arriba de un sitio portuario que no forma parte de la invención; donde tres unidades se colocan a cierta distancia en el lecho marino, la central se coloca en una posición retraída con respecto a la dirección de la ola;

45 la Figura 2 muestra esquemáticamente una vista observada desde arriba de una realización del sitio portuario correspondiente al sitio portuario que se muestra en la Figura 1, pero donde las unidades que forman la planta portuaria tienen un espacio ocupado trapezoidal;

50 la Figura 3 muestra esquemáticamente una vista observada desde arriba de otro sitio portuario, que no forma parte de la invención, correspondiente a la realización mostrada en la Figura 1, en donde las unidades que forman la planta portuaria están provistas de medios adicionales de amarre y/o rompimiento de o amortiguación de olas;

la Figura 4 muestra esquemáticamente una sección vertical en dirección longitudinal de las unidades mostradas en la Figura 3, vistas a lo largo de la línea 4-4 en la Figura 3;

la Figura 5 muestra una vista lateral de una instalación oceánica donde las unidades están configuradas para proporcionar dos posiciones de amarre, con estas dos posiciones de amarre dispuestas entre sí en ángulo;

la Figura 6 muestra esquemáticamente una vista lateral de una unidad provista de estructuras de protección para romper el hielo en dos lados opuestos de una unidad;

la Figura 7 muestra esquemáticamente una vista lateral de una unidad de planta según la presente invención. También se indica esquemáticamente una embarcación amarrada a la unidad, y la Figura indica la dirección de la estacha de amarre; y

la Figura 8 muestra esquemáticamente otra configuración de las unidades que forman la planta.

Descripción detallada de las Figuras

Cabe señalar que, en la siguiente descripción de las realizaciones mostradas en las Figuras, se usan los mismos números de referencia para estructuras y características idénticas o similares.

10 La Figura 1 muestra esquemáticamente una vista observada desde arriba del sitio portuario 10. El sitio portuario que se muestra comprende tres unidades 11,11' idénticas configuradas para descansar establemente sobre un lecho marino 12 debido a la gravedad. Las tres unidades 11,11' se colocan a una distancia Q en el fondo marino 12, la unidad 11' central también se coloca en una posición retraída con respecto a las otras dos unidades 11 con una distancia R retraída, siendo la unidad 11' central retraída en la misma dirección que la dirección 13 general predominante de las olas las olas. Como se muestra adicionalmente en la Figura 1, una embarcación 14 está amarrada a lo largo de la unidad 11' central en el lado de sotavento de las unidades 11,11'. El sistema de amarre utilizado para amarrar la embarcación 14 a las unidades 11,11' comprende una o más líneas de amarre 15 delantero que se extienden desde la proa 16 de la embarcación 14 hasta un punto de amarre 20 frontal en el extremo de la esquina de sotavento de una de las unidades 11. La una o más estachas 15 tienen una guía hacia adelante, es decir, formando un ángulo oblicuo con el eje longitudinal de la embarcación 14 en la dirección frontal. Del mismo modo, una o más líneas de amarre 15' en popa se extienden entre la parte trasera 17 de la embarcación 14 y un punto de amarre 20' en popa en el extremo de la esquina de sotavento de la unidad 11 adyacente, formando una guía en la dirección de popa de la embarcación 14, dicha guía también forma un ángulo oblicuo con la dirección longitudinal de la embarcación 14. Además, el sistema de amarre comprende líneas de amarre 18 de través delanteras que se extienden desde la región de proa 16 de la embarcación a la unidad 11 adyacente, siendo la dirección de la una o más estachas más o menos perpendicular con respecto al frontal de la unidad 11 adyacente, la línea de amarre 18 de través delantera está conectada a un punto de amarre 19 en la región central de la unidad 11 adyacente. Asimismo, una o más líneas de amarre 18 de través de popa correspondientes se extienden entre la región de la parte trasera 17 y un punto de amarre 19' en popa en la unidad 11 adyacente, la dirección de la estacha es más o menos perpendicular al lado frontal de la unidad 11 adyacente. El sistema de amarre comprende también una o más líneas de amarre 21 con resorte frontal que se extienden desde la región de proa 16 hacia un punto de amarre 22 en la esquina de sotavento adyacente de la unidad 11' central retraída, proporcionando una guía en la dirección de popa de la embarcación, las líneas de amarre 21 de resorte frontal forman un ángulo agudo en la dirección trasera de la embarcación. De manera correspondiente, una o más líneas de amarre 21' de resorte de popa se extienden desde la región de la parte trasera 17 de la embarcación hasta un punto de amarre 22' en la esquina adyacente de sotavento de la unidad 11' retraída central, con la guía en dirección hacia adelante.

Las unidades 11 pueden estar provistas de amortiguadores 24 de colisión fijados rígidamente a la superficie de las unidades 11, destinados a encarar la embarcación 14 cuando está en posición amarrada. Cabe señalar que la Figura muestra dos variantes de tales amortiguadores 24. Estos se describirán con más detalle a continuación en relación con la Figura 4. Los amortiguadores 24 pueden servir como puntos de soporte reforzados para los puntos de amarre 19,20,22.

La unidad 11' central, en la cara destinada a encarar la embarcación 14 en posición amarrada, está provista de amortiguadores 24 sólidos, que garantizan una distancia D entre el casco de la embarcación 14 y la pared estructural de la unidad 11' central.

45 Debe apreciarse que, aunque la Figura describe una unidad 11' central retraída en la misma dirección que la dirección de las olas predominantes entrantes, la unidad 11' central puede desplazarse en dirección opuesta, es decir, en una dirección hacia la dirección de la ola predominante. Además, debe apreciarse que el sistema de amarre puede tener otra configuración y/u otro número de estachas, etc. Además, también los diversos puntos de amarre pueden diferir sin desviarse de la idea inventiva.

50 La Figura 2 muestra esquemáticamente una vista observada desde arriba del sitio portuario 10 correspondiente al sitio portuario que se muestra en la Figura 1, pero donde las unidades 11,11' que forman la planta portuaria 10 tienen un espacio ocupado trapezoidal. La configuración de amarre y los puntos de amarre 19,19', 20,20', 22,22', incluidos los amortiguadores 24 de colisión, se corresponden a los que se muestran en la Figura 1.

55 Debido al espacio ocupado trapezoidal de las unidades 11,11', la realización mostrada proporciona un pasaje entre dos unidades adyacentes que tiene una pequeña abertura (Q) aguas arriba de las olas y una abertura creciente en la dirección predominante aguas abajo de las olas. Sin embargo, debe apreciarse que las unidades 11,11' pueden colocarse en una relación espaciada más cercana, dejando una línea de visión visual reducida o real en la dirección de la ola. Alternativamente, las unidades se pueden colocar en una configuración donde los lados más cortos de los

trapecios de las unidades 11,11' encaran las olas. Según dicha realización, la abertura entre dos unidades 11,11' adyacentes es la mayor en la dirección aguas arriba de las olas, siendo la abertura más estrecha en dirección alejada de la dirección de la ola.

5 La forma trapezoidal puede ser regular, es decir, el ángulo agudo α formado entre el lado frontal y una de las superficies laterales es igual. Según la invención, una de las superficies laterales forma un ángulo β con el lado frontal, donde β difiere de α .

10 En lo que se refiere a la realización mostrada en la Figura 2, los ángulos α y β pueden ajustarse dependiendo de los efectos máximos de ruptura de ola requeridos. La variación en la reflexión y difracción causada por la alteración del ángulo α y β cambia el patrón de interferencia de las olas que se aproximan. Esto da como resultado una reducción efectiva de la altura de la ola o provoca un aumento de la ruptura de la ola, lo que resulta en una reducción de en energía de la ola propagada. Además, se alterará la dirección de las olas que se propagan entre las unidades, lo que dará como resultado un cambio de la región efectivamente "sombreada" por la estructura. Además, ambas distancias Q y R también se pueden ajustar para los mismos fines. El ajuste del ángulo α y Q y R aumentará o ampliará la dirección de la ola (ángulo de protección de la ola) y le otorgará al diseño del puerto una gama más amplia de ángulos de reflexión para crear efectos de amortiguación. Las distancias y los ángulos pueden ajustarse en función del patrón y la dirección de la ola predominante para una protección máxima de la operación del puerto.

15 La Figura 3 muestra esquemáticamente una vista observada desde arriba de una tercera realización del sitio portuario 10 correspondiente a la realización mostrada en la Figura 1, en donde las unidades 11,11' que forman la planta portuaria 10 están provistas de amarre adicional y/o medios de rompeolas o de amortiguación, al tiempo que la Figura 4 muestra esquemáticamente una sección vertical en dirección longitudinal de las unidades 11,11', mostrada en la Figura 3, vista a lo largo de la línea 4-4 en la Figura 3. Nuevamente, la configuración de amarre es idéntica a las mostradas en Figuras 1 y 2, con la diferencia en los tipos de amortiguadores de colisión utilizados. Los diversos amortiguadores se describen con más detalles en la Figura 4. Se pueden usar dos tipos de amortiguadores. Un amortiguador, tipo A, es de un tipo que se extiende hacia abajo a través de la línea de flotación 25, que se proyecta hacia afuera desde el lateral y/o las paredes frontales de las unidades 11,11'. Además de funcionar como amortiguador de colisión, los amortiguadores A, B también pueden amortiguar los efectos de las olas y/o funcionar también como soportes para los puntos de amarre 19,19', 20,20', 22,22'. Alternativamente o, además, los amortiguadores pueden ser de un tipo que se proyecte hacia afuera desde las unidades 11,11' en las paredes frontales y/o laterales de las unidades 11,11', con los amortiguadores (tipo B) terminando sobre el nivel del mar 25. Dichos amortiguadores tipo B también pueden usarse para soportar los puntos de amarre 19,19', 20,20', 22,22'. Los amortiguadores tipo B terminan sobre el nivel del mar 25.

20 Como también se indica en la Figura 4, las unidades 11,11' pueden estar provistas de tanques para el almacenamiento de hidrocarburos, como por ejemplo GNL. Desde un punto de vista de seguridad, solo las unidades 11 labeladas pueden estar provistas de tales tanques. Debe apreciarse que el sistema de amarre 10 según la presente invención también puede estar provisto de medios, tales como sistemas de carga, grúas, etc.

25 La Figura 5 muestra una vista lateral de una instalación oceánica donde las unidades 11,11' están configuradas para proporcionar dos posiciones de amarre, con las dos posiciones de amarre dispuestas entre sí en ángulo. El sitio portuario para embarcaciones de GNL según la invención, de necesitarse, también puede configurarse como una U o una V, si se desea proteger las propias operaciones del puerto lo más posible y amarrar el buque en un área más protegida donde las olas se amortiguan en la medida deseada. Esto es particularmente efectivo si la parte submarina de las unidades se concibe como amortiguadores de olas, preferiblemente en la dirección hacia las unidades vecinas.

30 Los amortiguadores A, B o las unidades 11,11' también pueden estar provistos de defensas de amarre para que sea posible amarrar con seguridad los buques 14 de GNL al sitio portuario 10 por medio de la disposición de amarre. Las defensas de amarre pueden estar hechas de materiales conocidos y flexibles según técnicas conocidas. Sin embargo, no tienen que comprender la disposición de amarre, ya que una realización alternativa puede ser que la instalación de amarre se coloque a una distancia del propio sitio portuario.

35 La Figura 6 muestra esquemáticamente una vista lateral de una unidad 11 de amarre y almacenamiento, que descansa sobre el lecho marino debido a su propio peso, posiblemente con lastre adicional y el peso de la planta, el equipo y el fluido almacenado. Tal como se indica en la Figura, la unidad 11 de planta está provista de estructuras de protección para romper el hielo 26 dispuestas en la región de la línea de flotación 25 en dos lados opuestos de una unidad 11. La estructura de protección para romper el hielo 26 puede tener una parte superior inclinada y/o una superficie inferior, configurada para romper el hielo y posiblemente asegurar un impacto oblicuo entre el hielo roto y las paredes verticales de la unidad 11. El extremo libre de la estructura de protección para romper el hielo 26 puede colocarse ligeramente por debajo del nivel del mar.

40 Además, como se indicó, la unidad 11 también puede estar provista de tanques de almacenamiento para hidrocarburos, por ejemplo, tanques de almacenamiento aislados para GNL.

45 La unidad que se muestra también está provista de un punto de amarre 20 dispuesto por encima de la altura de marea más alta esperada y por debajo de la superficie superior 27 de la unidad, permitiendo así un avance negativo de un

ángulo α' para las estachas de amarre (no mostrado) que se extiende entre la embarcación 14 y la unidad 11 de planta. Debe apreciarse que, aunque el número de referencia 20 se usa para el punto de amarre, dicho punto de amarre indicado puede ser uno cualquiera de los puntos de amarre requeridos para amarrar con seguridad la embarcación 14 a la planta.

5 La Figura 7 muestra esquemáticamente una vista lateral de una unidad 11 de planta según la presente invención; también se indica esquemáticamente una embarcación 14 amarrada a la unidad 11, con la Figura que indica la orientación vertical y la dirección de cualquiera de las estachas de amarre 15, 15', 18, 18', 21, 21'. La embarcación 14 amarrada a la planta se indica mediante una vista en sección transversal a través de la embarcación 14.

10 Como se indica en la Figura 7, la altura de la unidad 11 de planta puede ser tan alta que el casco de la embarcación 14 esté más o menos protegido por la unidad 11.

15 La Figura 8 muestra esquemáticamente otra configuración de las unidades 11 que forman la planta. Según esta configuración, se utiliza la configuración de las unidades que se muestran en la Figura 2. Además, se agrega otra unidad 11', la orientación es tal que se establece un refugio, evitando que las olas provengan de una dirección más o menos paralela a la dirección longitudinal de las tres unidades 11. Debe apreciarse que no se muestran las líneas de amarre, los puntos de amarre, etc. Tal aparejo y equipo puede ser un duplicado de los que se muestran en las otras Figuras. La Figura también indica como opción un extremo de un muelle 28 para acceder desde tierra a la planta. No se muestran los puentes entre el muelle y la unidad 11 de planta ni entre las diversas unidades 11 de planta.

20 Las unidades 11,11' pueden construirse en el sitio portuario 10, construirse en un sitio de construcción remoto, remolcarse y colocarse en el fondo del océano 12. Las unidades 11,11' y el sitio portuario 10 se forman según las condiciones ambientales locales, como la profundidad del agua, el tipo de fondo oceánico, las formaciones de olas y, cuando sea posible, se minimizan los efectos negativos de las fuerzas ambientales, tales como las olas, el viento y la corriente. Dependiendo de la dirección y posición de amarre deseadas para el buque 14 de GNL, las unidades 11,11' se colocan en el fondo del océano en una configuración deseada de modo que las condiciones de carga deseadas para el buque de GNL sean las mejores posibles según las consideraciones operativas y de seguridad.

25 La forma de las unidades 11,11' dentro de un sitio portuario instalado 10 se adapta al espectro de olas local y en la ubicación de la instalación para que las olas que conducen a los movimientos de los buques durante las operaciones en el sitio portuario 10 se amortigüen tanto como sea posible, mientras que otras olas puedan pasar por sitio portuario 10.

30 Los ajustes a las olas se pueden lograr colocando las unidades 11,11' en una distancia entre sí en el fondo del océano. Las olas pequeñas se amortiguarán por distancias cortas y las olas grandes se amortiguarán por distancias largas, respectivamente. Los cálculos han demostrado que es particularmente favorable utilizar una distancia entre las unidades 9 que corresponda aproximadamente a $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ veces la longitud de onda de las olas que se desea amortiguar.

35 Para determinar qué olas se desean amortiguar, se puede comenzar con un espectro de olas orientado a la altura y la frecuencia de onda. Entonces puede ser útil representar varias olas a lo largo del tiempo con la ayuda de un espectro de olas, por ejemplo, midiendo la altura máxima de cada ola. Mediante el uso de una distribución estadística, tal como los valores significativos de dicho espectro de olas, se puede determinar qué tipo de frecuencias de onda y alturas de ola se quiere, en general, amortiguar. Con valores significativos, se entiende el valor medio de la tercera de las olas que se encuentra más alta en un período de 20 minutos (para medir la altura de la ola). También se pueden usar otras formas de distribución estadística y dado que esto es conocido por una persona experta en la técnica, no se describirán adicionalmente en el presente documento.

40 El tamaño de la base de la unidad puede adaptarse para lograr la mejor amortiguación de olas posible. Es ventajoso que la parte superior de la base se coloque por debajo de la propia superficie del océano, de modo que se cree una forma de bajo entre la parte superior de la base y la superficie oceánica. Los cálculos han demostrado que es particularmente ventajoso colocar la(s) unidad(es) 11,11' alrededor de la mitad de la altura de una ola por debajo de la superficie oceánica en relación con la altura de la ola y la longitud de onda asociada que se desea amortiguar. Un ejemplo de esto será que, si la altura de la ola que se desea amortiguar es de 8 metros, entonces es ventajoso colocar la zona superior de la base aproximadamente 4 metros por debajo del nivel del mar 25. Para lograr tal distancia entre el nivel del mar 25 y la base, el tamaño de la base se ajusta en consecuencia.

45 La apariencia de la base también influye en la amortiguación de las olas alrededor del sitio portuario 10. Es una ventaja que la base tenga una forma cuadrática en el plano horizontal, donde, en tal ejemplo, solo será necesario realizar cambios en la altura para adaptar la base en relación con la superficie oceánica. Sin embargo, debe mencionarse que pueden aplicarse otras apariencias para la base y que se describen con más detalle más adelante en la descripción.

La base de las unidades 11,11' también puede formarse de varias maneras dependiendo de los propósitos, necesidades y deseos.

55 Las unidades 11,11' pueden tener una base relativamente grande y voluminosa (no mostrado) donde estas bases se colocan relativamente cerca la una de la otra. Mediante esta formación y colocación de las unidades 11,11', un sitio portuario 10 funciona como amortiguador de olas o rompeolas para las partes deseadas del espectro de olas, por

ejemplo, olas con períodos de menos de 10 segundos. Al mismo tiempo, los oleajes de períodos más largos podrán deslizarse a través del sitio portuario 10 si se desea. Además, será posible reducir el efecto de las corrientes oceánicas desfavorables.

- 5 Si se requiere una amortiguación más fuerte, las unidades 11,11' pueden formarse con paredes laterales más inclinadas y colocarse más cerca la una de la otra. Las unidades 11,11' y las bases pueden formarse con superficies más ásperas o perforadas, bordes puntiagudos, protuberancias, etc., si se desea una mayor interacción con, y un mayor amortiguamiento de, las olas (no mostrado).

- 10 Las unidades 11,11' no necesitan estar en línea recta una con respecto a la otra, pero pueden colocarse en un ángulo deseado una con respecto a la otra como se muestra en la Figura 5. Esto es ventajoso si se desea evitar efectos negativos de, por ejemplo, oleajes que provienen de diferentes direcciones. Durante las operaciones de carga y descarga, es particularmente desventajoso entrar con fuertes olas y marejadas en dirección a la parte central del buque. Esto proporciona grandes movimientos de elevación y balanceo para el buque 14 de GNL, al mismo tiempo que el buque puede verse forzado a ir contra la ubicación de amarre, algo que no resulta muy deseado durante las operaciones de carga y descarga de GNL.

- 15 Al amarrar el buque 14 de GNL en otra dirección, las fuertes olas o marejadas van en dirección al costado del buque. La respuesta del buque 14 de GNL a las olas en la dirección al costado del buque, por lo tanto, se presenta en forma de movimientos de balanceo y estampado considerablemente más bajos y con una dinámica reducida en la parte central del buque.

REIVINDICACIONES

1. Planta portuaria para el almacenamiento, carga y descarga de productos de hidrocarburos en el mar, que comprende una serie de unidades (11) que se separan mutuamente, que descansan en un lecho marino (12), colocándose las unidades (11) independientemente a una distancia dada y separada en dirección lateral y con una superficie frontal a lo largo de la cual se pretende amarrar una embarcación (14), formando las unidades (11) un pasaje o pasajes para partes de las olas, y configurándose para amortiguar una parte de las olas entrantes mientras permiten que otras partes de las olas y la corriente pasen sin obstáculos a través de los pasajes entre dos unidades (11) portuarias adyacentes, rigiéndose las distancias (Q) laterales entre dos unidades (11) vecinas por la frecuencia de las olas que se van a amortiguar y las frecuencias de las olas que se permiten pasar entre las unidades (11),

5

10

caracterizada por que la superficie frontal de una de las unidades (11), a lo largo de la cual se pretende amarrar la embarcación (14), se desplaza con una distancia (R) con respecto a las superficies frontales de dos unidades (11) vecinas en una dirección transversal con respecto a la dirección longitudinal de la planta (10), lejos de dichas olas entrantes, y que la distancia (R) está en el intervalo de 2 a 60 metros; por que el espacio ocupado de la unidad (11') de desplazamiento es trapezoidal, donde las superficies laterales paralelas están orientadas perpendicularmente a la dirección predominante de las olas y que el ancho (Q) de un pasaje formado entre la unidad (11') de desplazamiento y la pared lateral de una unidad (11) vecina aumenta o disminuye en la dirección de las olas entrantes, y en donde se forma un ángulo agudo α entre el lado frontal y una de la superficie lateral, y una de las paredes laterales forma un ángulo β con el otro lado frontal, donde β difiere de α .

15
2. Planta portuaria según la reivindicación 1, en donde también las otras unidades (11) tienen un espacio ocupado trapezoidal.
3. Planta portuaria según la reivindicación 1 o 2, en donde las unidades (9) están configuradas de tal manera que un ancho (R) del pasaje entre dos unidades (9) vecinas disminuye en la dirección de la ola entrante.
4. Planta portuaria según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el ancho (Q) mínimo del pasaje corresponde a aproximadamente $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ veces la longitud de onda de la longitud de onda que se desea amortiguar.
5. Planta portuaria según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde un ángulo (α) entre uno de los dos lados paralelos de la unidad (9) y al menos uno de los lados oblicuos está en el intervalo de 0 a 30 grados.
6. Planta portuaria según la reivindicación 4, en donde el ángulo (α) puede ser diferente para una pared lateral de una unidad (9).
7. Planta portuaria según una de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la distancia (Q) entre dos unidades (9) vecinas es tal que no hay una abertura visual en el pasaje (8).
8. Planta portuaria según una de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la distancia (Q) media lateral entre las unidades (19) es de aproximadamente 20 metros cuando las unidades se colocan a una profundidad en el agua de 18 metros y/o las unidades (9) están dispuestas de modo que se formen dos o más lugares de amarre, y donde dichos lugares de amarre formen un ángulo entre sí, tal como 90 grados.
9. Planta portuaria según una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde las unidades (9) están provistas de medios (24) para proteger las unidades (9) de daños causados por colisión, comprendiendo dichos medios (24) elementos que sobresalen de las superficies frontales a las embarcaciones (14), sirviendo dichos medios (24) también preferiblemente como puntos de anclaje para una embarcación destinada a ser atracada a lo largo de la planta portuaria y también contribuyen preferiblemente a un efecto de rompimiento de olas.
10. Planta portuaria según la reivindicación 9, en donde los medios (24) para la protección contra colisiones están configurados para extenderse hacia abajo a través de la línea de flotación (25) cuando están en posición instalada.
11. Método para construir y colocar una planta portuaria según la reivindicación 1,

30

35

40

45

50

caracterizado por que comprende los siguientes pasos:

colocar al menos tres unidades (11) de pie por sí mismas a una distancia (Q) y desplazar una (11') de las al menos tres unidades (11) desplazadas en una dirección lateral con respecto a la(s) unidad(es) (11) vecina(s) lejos de la dirección predominante de las olas entrantes, de modo que el sitio portuario amortigua una parte de las olas entrantes mientras otras olas pasan a través del sitio portuario,

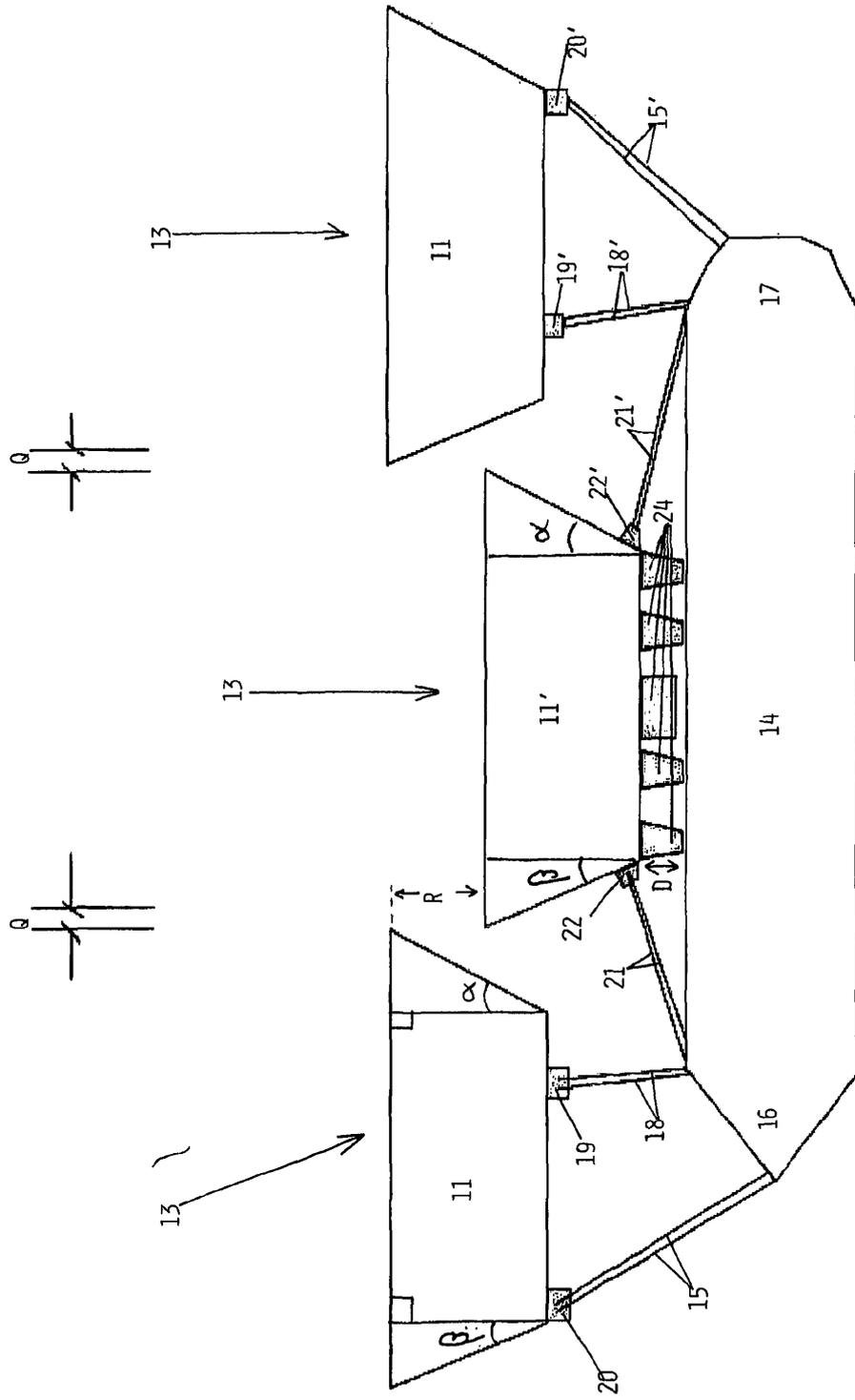
disponer al menos la unidad (11') de desplazamiento con un espacio ocupado trapezoidal de modo que las superficies laterales paralelas sean perpendiculares a la dirección predominante de las olas entrantes, y se forme un pasaje entre la unidad (11') de desplazamiento y una unidad (11) vecina que aumenta o disminuye en la dirección de las olas entrantes, y

calcular la distancia (Q) entre las unidades (9) según qué frecuencias de onda se desean amortiguar y qué frecuencias se desean pasar entre las unidades (9).

12. Método según la reivindicación 11, en donde la distancia (Q) entre las unidades (9) se determina con la ayuda de los siguientes pasos:

- 5
- medir la altura de la ola en un área deseada durante un período de tiempo,
 - crear un espectro de olas de alturas de olas medidas,
 - calcular una distribución estadística del espectro de olas
 - determinar la altura promedio de las olas según la distribución normal del espectro de olas, y
 - determinar la distancia entre las unidades según el valor de la altura promedio de la ola.

10



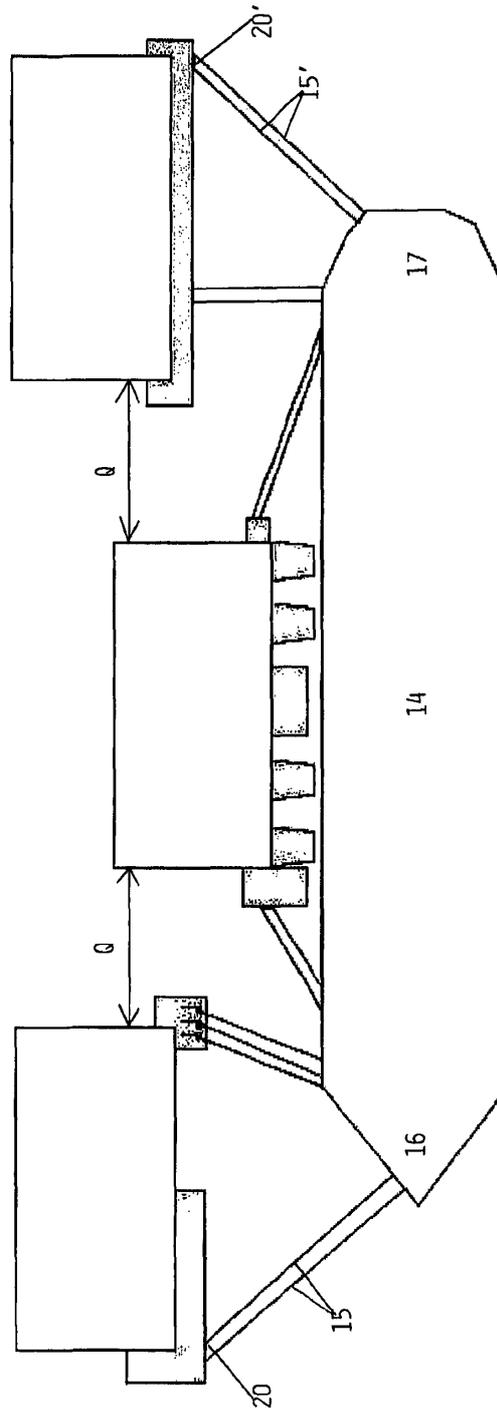


FIG 3

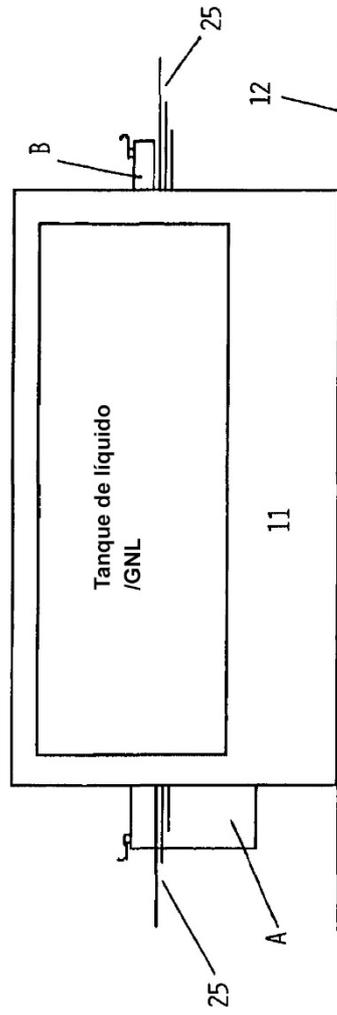


FIG 4

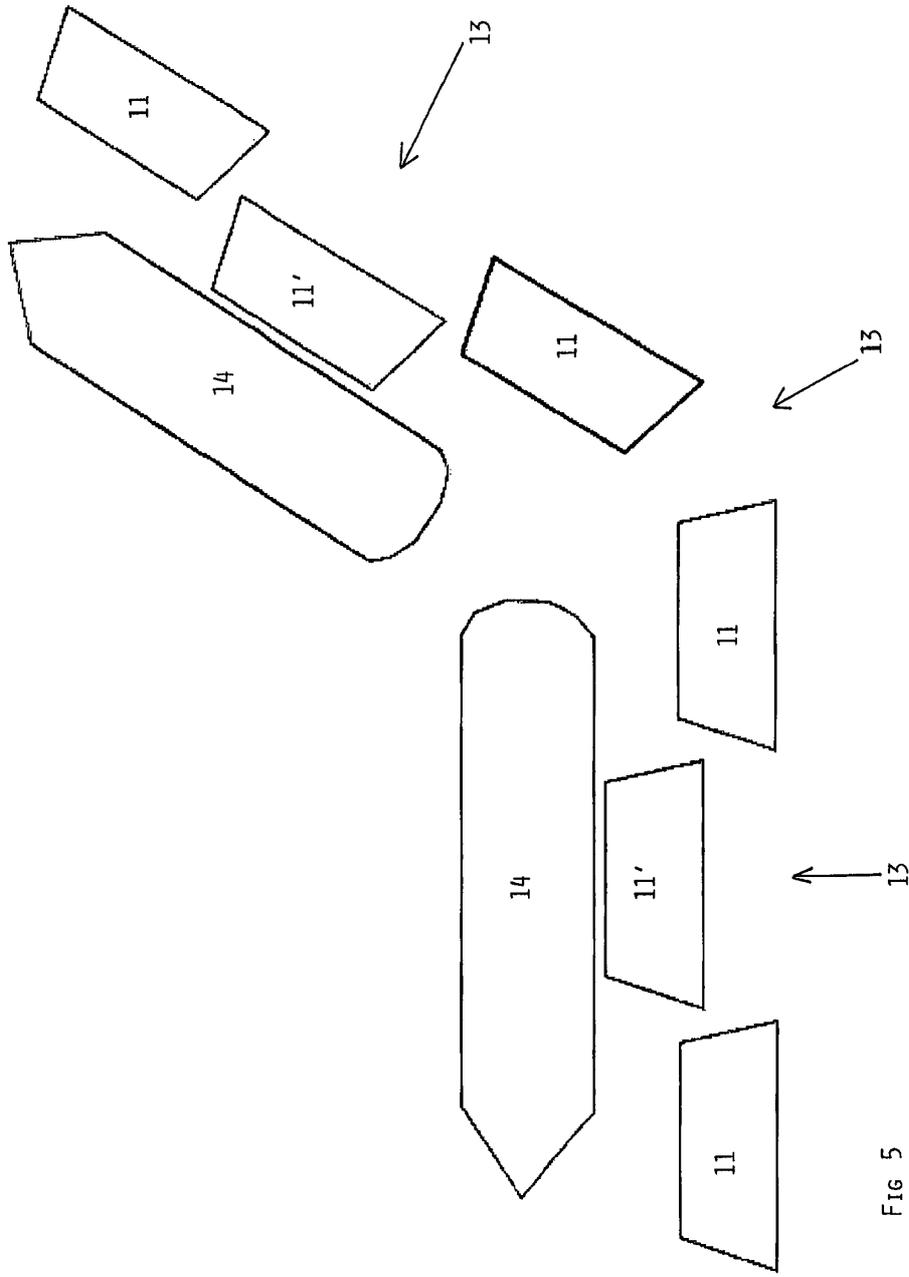


FIG 5

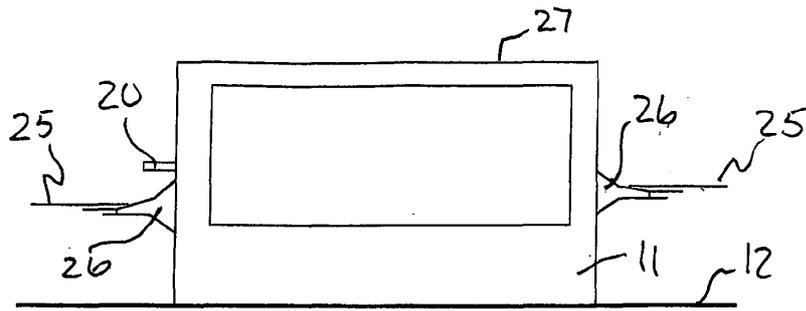


Fig. 6

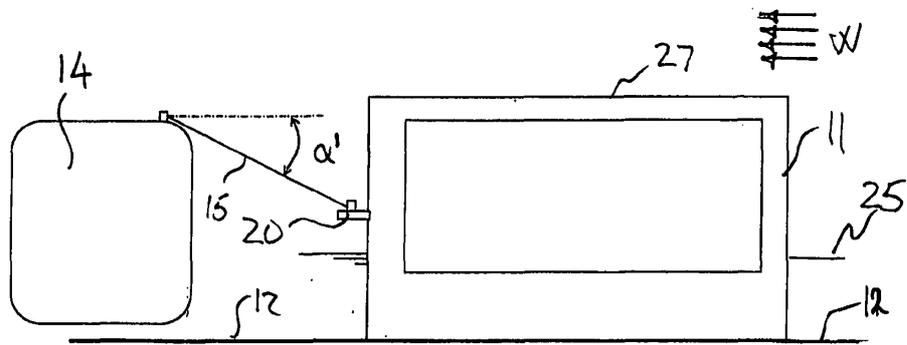


Fig. 7

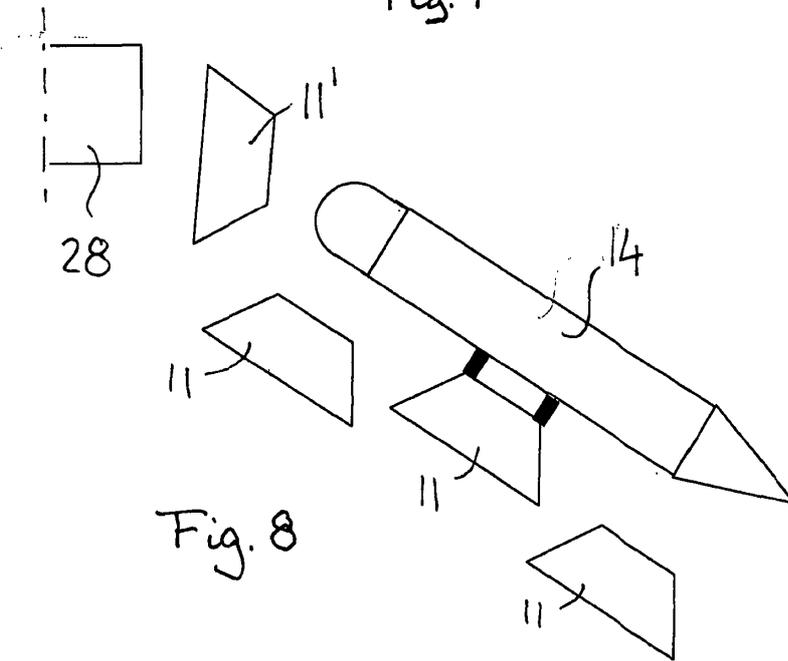


Fig. 8