

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 799**

51 Int. Cl.:

**F17C 3/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.06.2015 PCT/EP2015/064144**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2015 WO15197638**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2015 E 15732604 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2017 EP 3161370**

54 Título: **Tanque estanco y aislante y su procedimiento de fabricación**

30 Prioridad:

**25.06.2014 FR 1455937**

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

**06.03.2018**

73 Titular/es:

**GAZ TRANSPORT ET TECHNIGAZ (100.0%)  
1, route de Versailles  
78470 Saint-Rémy-Lès-Chevreuse, FR**

72 Inventor/es:

**SASSI, MOHAMED y  
WONG, MATHIEU**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 657 799 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).

**DESCRIPCION**

Tanque estanco y aislante y su procedimiento de fabricación

5 Campo técnico

La invención está relacionada con el campo de los tanques estancos y aislantes que pueden contener unos fluidos fríos, en concreto, unos tanques para el almacenamiento o el transporte de gases licuados, en particular, el gas natural licuado a presión atmosférica.

10

Antecedentes de la técnica

15 Se conoce, en concreto, por el documento FR-A-2781557, un tanque estanco y aislante que incluye una pared de tanque fijada sobre una estructura portadora, en el que la pared del tanque presenta una estructura multicapa que incluye sucesivamente una membrana de estanquidad primaria destinada a estar en contacto con un producto contenido en el tanque, una barrera aislante primaria, una membrana de estanquidad secundaria y una barrera aislante secundaria.

20 La barrera aislante secundaria, la membrana de estanquidad secundaria y la barrera aislante primaria están constituidas sustancialmente por un conjunto de paneles prefabricados fijados sobre la estructura portadora, comprendiendo cada panel prefabricado sucesivamente una placa de fondo rígida, una primera capa de aislante térmico que la lleva la placa de fondo y que constituye con la placa de fondo un elemento de la barrera aislante secundaria, estando pegado un revestimiento estanco que recubre completamente la primera capa de aislante térmico sobre la primera capa de aislante térmico y que forma un elemento de la membrana de estanquidad secundaria, una segunda capa de aislante térmico que recubre una zona central de la primera capa y del revestimiento estanco y una placa de cubierta rígida que recubre la segunda capa de aislante térmico y que constituye con la segunda capa de aislante térmico un elemento de la barrera aislante primaria.

30 La placa de fondo, la primera capa de aislante térmico y el revestimiento estanco del panel prefabricado presentan un primer contorno rectangular, mientras que la segunda capa de aislante térmico y la placa de cubierta presentan un segundo contorno rectangular de dimensiones más pequeñas que el primer contorno rectangular, de modo que la segunda capa de aislante térmico y la placa de cubierta no recubren una zona de bordillo del revestimiento estanco a lo largo de los cuatro bordes del primer contorno rectangular.

35 Los paneles prefabricados están yuxtapuestos sobre la estructura portadora paralelamente los unos a los otros, de manera que la zona de bordillo del revestimiento estanco de uno primero de los paneles prefabricados esté cada vez vecina de la zona de bordillo del revestimiento estanco de uno segundo de los paneles prefabricados.

40 La pared del tanque incluye, además, unas bandas de estanquidad hechas con un material estratificado compuesto flexible que comprende al menos una hoja metálica unida a al menos una capa de fibras, estando las bandas de estanquidad dispuestas a caballo sobre las zonas de bordillo vecinas de los revestimientos estancos de los paneles prefabricados y pegadas de manera estanca a los revestimientos estancos de los paneles prefabricados para completar la membrana de estanquidad secundaria entre los paneles prefabricados.

45 La pared del tanque incluye, además, unos tacos aislantes dispuestos sobre las bandas de estanquidad, estando un taco aislante cada vez dispuesto entre las segundas capas de aislante térmico de dos paneles prefabricados vecinos, de manera que se complete la barrera aislante primaria entre los dos paneles prefabricados, incluyendo el taco aislante una capa de aislante térmico recubierta de una placa rígida, de modo que las placas rígidas de los tacos aislantes y las placas de cubierta de los paneles prefabricados constituyan una pared sustancialmente continua adecuada para soportar la membrana de estanquidad primaria.

50 El documento EP-A-0248721 describe una estructura de pared térmicamente aislante de diseño similar, en la que una guarnición de junta intercalar constituida por una materia celular aislante rígida llena el intervalo entre dos paneles sándwich adyacentes. La guarnición de junta intercalar está recubierta por la banda de cubrejunta que forma la barrera de estanquidad secundaria y está pegada a dicha banda de cubrejunta. El taco interno pegado a la banda de cubrejunta está revestido sobre su cara externa adyacente a la banda de cubrejunta de un tejido de fibra de vidrio pegado sobre dicha cara externa para reforzar la resistencia mecánica del taco. Dado que el taco está pegado contra el fondo formado por los resaltes de los paneles sándwich y por la guarnición de junta intercalar, el tejido de fibra de vidrio del taco está pegado a la banda de cubrejunta también en la porción central de la banda de cubrejunta que recubre la guarnición de junta intercalar.

Resumen

65 En los tanques del tipo anteriormente citado, se producen unas deformaciones de todos los elementos debido a los cambios de temperatura que afectan a la pared de tanque durante su llenado con un líquido muy frío como GNL y, al contrario, durante su vaciado que arrastra un retorno a temperatura ambiente. Además de estos efectos térmicos de

contracción y de dilatación, que se repiten en el tiempo en el transcurso de la vida del tanque, los tanques de buques también experimentan unos esfuerzos debidos a la deformación del casco del buque en el mar. De ello resultan unos fenómenos de fatiga de los elementos que se deben vigilar en el transcurso del tiempo para prevenir cualquier rotura.

Una idea en la base de la invención es reforzar la resistencia a la fatiga de la membrana de estanquidad secundaria de un tanque del tipo anteriormente citado, en particular, al nivel de las bandas de estanquidad dispuestas a caballo sobre las zonas de bordillo de los paneles prefabricados. En efecto, por el hecho de la flexibilidad en flexión del material empleado, es decir, la capacidad del material para plegarse para formar unas ondas sin romperse, las bandas de estanquidad están sometidas particularmente a unas deformaciones en el transcurso de la vida del tanque.

Para esto, la invención proporciona un tanque del tipo anteriormente citado, caracterizado por el hecho de que el taco aislante incluye un estrato de refuerzo realizado con un material compuesto que comprende una capa de fibras unidas por una resina polímera, presentando el estrato de refuerzo una firmeza en tracción superior o igual a la firmeza en tracción de las bandas de estanquidad, estando el estrato de refuerzo pegado a la capa de aislante térmico sobre una cara de la capa de aislante térmico opuesta a la placa rígida, estando el taco aislante cada vez fijado sobre los paneles prefabricados por pegado del estrato de refuerzo sobre la banda de estanquidad subyacente.

Gracias a estas características, es posible aumentar la resistencia a la fatiga de la membrana secundaria, conservando al mismo tiempo una banda de estanquidad de estrato flexible en la interfaz entre los paneles, lo que presenta unas ventajas para la fiabilidad y la estanquidad del pegado de la banda de estanquidad sobre los revestimientos estancos de los paneles prefabricados y, llegado el caso, para la movilidad de la membrana secundaria en respuesta a los desplazamientos de origen térmico.

Por el hecho de que el estrato de refuerzo está constituido por un material compuesto que presenta una firmeza en tracción superior a o del mismo orden de magnitud que la firmeza en tracción de las bandas de estanquidad y por el hecho de que el estrato de refuerzo comprende una capa de fibras impregnada de una resina polímera, permite recuperar de manera eficaz los esfuerzos de tensión que se establecen sustancialmente de manera paralela a la pared de tanque por contracción térmica y/o deformación de la estructura portadora en el mar. Además, la elección de un material compuesto con fibras limita las exigencias térmicas generadas por el estrato de refuerzo.

Para influenciar la firmeza en tracción del estrato de refuerzo, pueden seleccionarse, en particular, las siguientes propiedades del estrato de refuerzo:

- naturaleza de la resina polímera, módulo de Young en el estado final
- naturaleza y diámetro de las fibras.

Según unos modos de realización, un tanque de este tipo puede incluir una o varias de las siguientes características.

Otra propiedad física deseable para la banda de refuerzo es el coeficiente de dilatación térmica relativamente bajo, lo que puede obtenerse por la elección de las fibras, por ejemplo, fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de poliéster y otras.

Otra propiedad física deseable para la banda de refuerzo es la buena aptitud para el pegado, lo que puede obtenerse, en concreto, por la elección de la resina, que puede elegirse, por ejemplo, en el grupo constituido por las poliamidas, polietertereftalato, poliésteres, poliuretanos, epoxi y sus mezclas. En cambio, las resinas de polietileno y de polipropileno son más difíciles de pegar de manera fiable sin tratamiento específico exigente.

Preferentemente, el material del estrato de refuerzo presenta un coeficiente de dilatación térmica  $\alpha$  y un módulo de Young en tracción E, medidos a 23 °C, tales que su producto verifica:

$$7 \cdot 10^4 \text{ Pa.K}^{-1} < E \cdot \alpha < 10^6 \text{ Pa.K}^{-1}$$

A título de ejemplo, unos materiales compuestos flexibles en flexión como el triplex® (E.  $\alpha \sim 88000$ ) son convenientes para el estrato de refuerzo. Para un valor más elevado que aproximadamente  $10^6 \text{ Pa.K}^{-1}$ , por ejemplo, en el caso de una chapa metálica, la exigencia térmica en el material durante la puesta en frío sería demasiado elevada. Para un valor más bajo que aproximadamente  $7 \cdot 10^4 \text{ Pa.K}^{-1}$ , por ejemplo, en el caso de una madera contrachapada (E.  $\alpha \sim 48000$ ), la rigidez no sería suficiente para reforzar de manera eficaz la banda de estanquidad de estrato flexible.

Para determinar la rigidez en tracción del estrato de refuerzo, se puede utilizar el módulo de Young en tracción E, determinado según el método NF EN ISO 1421 o con la ayuda de extensómetros. El coeficiente de contracción térmica  $\alpha$  puede determinarse por un sistema óptico o un sistema de comparador montado sobre un bastidor de invar, para tener una contribución casi nula del bastidor.

5 El material estratificado compuesto flexible de la banda de estanquidad puede estar realizado de diferentes maneras en cuanto a la composición, al número y a la disposición de las capas, en concreto, con una o varias capas metálicas y una o varias capas de fibras. Según un modo de realización, la banda de estanquidad está constituida por un material estratificado compuesto flexible que comprende una hoja metálica tomada en sándwich entre dos capas de fibras de vidrio. Por ejemplo, la hoja metálica es de aluminio. Las dos capas de fibras de vidrio están unidas a la hoja metálica por una resina polímera flexible, por ejemplo, elastómera o de poliuretano.

10 Según un modo de realización, el estrato de refuerzo está constituido por un material estratificado compuesto flexible que comprende al menos una hoja metálica unida a al menos una capa de fibras, por ejemplo, del mismo material estratificado compuesto flexible que la banda de estanquidad. El empleo del mismo material estratificado compuesto flexible para las bandas de estanquidades y el estrato de refuerzo facilita el aprovisionamiento y el control de calidad de los materiales.

15 Según un modo de realización, el revestimiento estanco de los paneles prefabricados está constituido por un material estratificado compuesto rígido en flexión que comprende una hoja metálica tomada en sándwich entre dos capas de fibras de vidrio, estando las dos capas de fibras de vidrio impregnadas de una resina polímera rígida. Por ejemplo, la hoja metálica es de aluminio.

20 Según un modo de realización preferente, el estrato de refuerzo está constituido por un material más firme en tracción que las bandas de estanquidad. Para esto, se puede utilizar un material compuesto rígido en flexión que comprende una capa de fibras impregnada de una resina polímera rígida, por ejemplo, poliamida, polietertereftalato, poliéster, poliuretano, epoxi y sus mezclas. La utilización de un material más firme en tracción que el estrato estanco flexible de las bandas de estanquidad permite recuperar de manera eficaz más esfuerzos de tensión que se establecen sustancialmente de manera paralela a la pared de tanque por contracción térmica y/o deformación de la estructura portadora en el mar.

25 Según un modo de realización, el mismo material estratificado compuesto rígido puede emplearse para el revestimiento estanco y el estrato de refuerzo, lo que facilita el aprovisionamiento y el control de calidad de los materiales.

30 Según un modo de realización, la pared de tanque incluye un intersticio localizado entre las primeras capas de aislante térmico de dos paneles prefabricados vecinos y una banda de material de relleno dispuesta en el intersticio, la banda de estanquidad que completa la membrana de estanquidad secundaria entre los paneles prefabricados presenta una porción central que franquea el intersticio por encima de la banda de material de relleno, no estando la porción central de la banda de estanquidad pegada a la banda de material de relleno y el estrato de refuerzo presenta una porción central que recubre la porción central de la banda de estanquidad y que no está pegada a la porción central de la banda de estanquidad.

35 Gracias a estas características, la porción central de la banda de estanquidad presenta una mayor flexibilidad y una mayor movilidad para absorber unos desplazamientos causados por la contracción térmica y/o la deformación del buque en el mar.

40 Según unos modos de realización, una zapata central de materia no adhesiva puede estar fijada sobre el estrato de estanquidad flexible o sobre el estrato de refuerzo. La fijación de la zapata puede hacerse de diferentes maneras, en concreto, por adhesivo de doble cara o con una banda de pegado. Una zapata de este tipo puede ser de diferentes materiales, por ejemplo, de espuma flexible de tipo elastómero, poliuretano, poliolefinas (polietileno, polipropileno) o melamina.

45 Según un modo de realización correspondiente, el taco aislante incluye, además, una zapata central de materia no adhesiva fijada sobresaliendo sobre una superficie del estrato de refuerzo opuesta a la capa de aislante térmico del taco aislante, estando el taco aislante dispuesto sobre la banda de estanquidad de manera que la zapata central recubre la porción central de la banda de estanquidad.

50 Según otro modo de realización correspondiente, la banda de estanquidad incluye, además, una zapata central de materia no adhesiva fijada sobresaliendo sobre una superficie de la banda de estanquidad girada hacia el taco aislante, estando el taco aislante dispuesto sobre la banda de estanquidad de manera que la porción central del estrato de refuerzo recubre la zapata central sin estar pegada a la zapata central.

55 Pueden ser convenientes diferentes materiales para las capas de aislante térmico de los paneles prefabricados y de los tacos aislantes. Las espumas de poliuretano son unos materiales particularmente apropiados debido a su resistencia a las bajas temperaturas y su escasa conductividad térmica. Preferentemente, la espuma de poliuretano está reforzada con fibras embebidas, por ejemplo, fibras de vidrio.

60 Según un modo de realización, el aislante térmico está constituido por una espuma de poliuretano que presenta una densidad superior a  $130 \text{ kg/m}^3$ , por ejemplo, comprendida entre  $130$  y  $210 \text{ kg/m}^3$ .

Gracias a estas características, es posible aumentar la rigidez y la durabilidad de las barreras aislantes.

5 Un tanque de este tipo puede formar parte de una instalación de almacenamiento terrestre, por ejemplo, para almacenar GNL o estar instalada en una estructura flotante, costera o en agua profunda, en concreto, un buque metanero, una unidad flotante de almacenamiento y de regasificación (FSRU), una unidad flotante de producción y de almacenamiento deportado (FPSO) y otros.

10 Según un modo de realización, un buque para el transporte de un producto líquido frío incluye un doble casco y un tanque anteriormente citado dispuesto en el doble casco.

Según un modo de realización, la invención también proporciona un procedimiento de carga o descarga de un buque de este tipo, en el que se encamina un producto líquido frío a través de unas canalizaciones aisladas desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del buque.

15 Según un modo de realización, la invención también proporciona un sistema de transferencia para un producto líquido frío, incluyendo el sistema el buque anteriormente citado, unas canalizaciones aisladas dispuestas de manera que se una el tanque instalado en el casco del buque a una instalación de almacenamiento flotante o terrestre y una bomba para arrastrar un flujo de producto líquido frío a través de las canalizaciones aisladas desde o hacia la instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del buque.

20 Según un modo de realización, la invención también proporciona un procedimiento de fabricación de un tanque estanco y aislante, incluyendo el procedimiento:

25 proporcionar un conjunto de paneles prefabricados, comprendiendo cada panel prefabricado sucesivamente una placa de fondo rígida, una primera capa de aislante térmico que la lleva la placa de fondo y que constituye con la placa de fondo un elemento de la barrera aislante secundaria, un revestimiento estanco que recubre completamente la primera capa de aislante térmico estando pegado sobre la primera capa de aislante térmico y que forma un elemento de la membrana de estanquidad secundaria, una segunda capa de aislante térmico que recubre una zona central de la primera capa y del revestimiento estanco y una placa de cubierta rígida que recubre la segunda capa de aislante térmico y que constituye con la segunda capa de aislante térmico un elemento de la barrera aislante primaria, presentando la placa de fondo, la primera capa de aislante térmico y el revestimiento estanco del panel prefabricado un primer contorno rectangular, mientras que la segunda capa de aislante térmico y la placa de cubierta presentan un segundo contorno rectangular de menores dimensiones que el primer contorno rectangular, de modo que la segunda capa de aislante térmico y la placa de cubierta no recubren una zona de bordillo del revestimiento estanco a lo largo de los cuatro bordes del primer contorno rectangular,

30 yuxtaponer y fijar los paneles prefabricados paralelamente los unos a los otros sobre la estructura portadora, de manera que la zona de bordillo del revestimiento estanco de uno primero de los paneles prefabricados esté cada vez vecina de la zona de bordillo del revestimiento estanco de uno segundo de los paneles prefabricados,

40 disponer unas bandas de estanquidad a caballo sobre las zonas de bordillo vecinas de los revestimientos estancos de los paneles prefabricados, estando las bandas de estanquidad hechas con un material estratificado compuesto flexible que comprende al menos una hoja metálica unida a al menos una capa de fibras y pegar las bandas de estanquidad de manera estanca a los revestimientos estancos de los paneles prefabricados para completar la membrana de estanquidad secundaria entre los paneles prefabricados,

45 proporcionar unos tacos aislantes, incluyendo el taco aislante una capa de aislante térmico, una placa rígida fijada sobre una cara superior de la capa de aislante térmico y un estrato de refuerzo realizado con un material compuesto que comprende una capa de fibras unidas por una resina polímera, presentando el estrato de refuerzo una firmeza en tracción superior o igual a la firmeza en tracción de las bandas de estanquidad, estando el estrato de refuerzo pegado sobre una cara inferior de la capa de aislante térmico opuesta a la placa rígida,

50 disponer los tacos aislantes sobre las bandas de estanquidad, estando un taco aislante cada vez dispuesto entre las segundas capas de aislante térmico de dos paneles prefabricados vecinos, de manera que se complete la barrera aislante primaria entre los dos paneles prefabricados y que se forme una pared de soporte sustancialmente continua con las placas rígidas de los tacos aislantes y las placas de cubierta de los paneles prefabricados,

55 fijar los tacos aislantes sobre los paneles prefabricados por pegado del estrato de refuerzo del taco aislante sobre la banda de estanquidad subyacente y fijar una membrana de estanquidad primaria sobre la pared de soporte sustancialmente continua.

60 Según unos modos de realización, este procedimiento puede incluir una o varias de las siguientes características.

Según un modo de realización, el procedimiento incluye, además:

65 disponer una banda de material de relleno en un intersticio localizado entre las primeras capas de aislante térmico de dos paneles prefabricados vecinos, disponer la banda de estanquidad que completa la membrana de estanquidad secundaria entre los paneles prefabricados sin pegar a la banda de material de relleno una porción central de la banda de estanquidad que franquea el intersticio por encima de la banda de material de relleno y

fijar el taco aislante que incluye el estrato de refuerzo sin pegar una porción central del estrato de refuerzo sobre la banda de estanquidad.

5 Según un modo de realización, el taco aislante incluye, además, una zapata central de material no adhesiva fijada sobresaliendo sobre una superficie del estrato de refuerzo opuesta a la capa de aislante térmico del taco aislante, incluyendo el procedimiento, además, la etapa de pegar el estrato de refuerzo del taco aislante a ambos lados de la zapata central sin pegar la zapata central y de disponer el taco aislante sobre la banda de estanquidad, de manera que la zapata central recubra la porción central de la banda de estanquidad sin adherirse ahí.

10 Según otro modo de realización, la banda de estanquidad incluye, además, una zapata central de materia no adhesiva fijada sobresaliendo sobre una superficie de la banda de estanquidad girada hacia el taco aislante, incluyendo el procedimiento, además, la etapa de pegar la banda de estanquidad a ambos lados de la zapata central sin pegar la zapata central y de disponer el taco aislante sobre la banda de estanquidad, de manera que la porción central del estrato de refuerzo recubra la zapata central sin estar pegada a la zapata central.

15 Breve descripción de las figuras

La invención se comprenderá mejor y otras finalidades, detalles, características y ventajas de esta se mostrarán más claramente en el transcurso de la descripción siguiente de varios modos de realización particulares de la invención, dados únicamente a título ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos.

- La figura 1 es una vista en perspectiva parcialmente en despiece de una pared de tanque según un modo de realización.
- 25 • La figura 2 es una vista plana en despiece de una zona de la pared de tanque de la figura 1 situada en la interfaz entre dos paneles prefabricados.
- La figura 3 es una vista análoga a la figura 2 que muestra la zona de la pared de tanque en el estado ensamblado.
- 30 • La figura 4 es una vista análoga a la figura 2 que muestra otro modo de realización de la zona de pared situada en la interfaz entre dos paneles prefabricados.
- La figura 5 es una curva de fatiga que representa el esfuerzo a la rotura de la membrana secundaria en función de un número de ciclos de enfriamiento-calentamiento, para diferentes modos de realización del taco aislante.
- 35 • La figura 6 es una representación esquemática desollada de un tanque de buque metanero y de una terminal de carga/descarga de este tanque.

40 Descripción detallada de modos de realización

Con referencia a la figura 1, en este momento se describe un modo de realización de una pared de tanque en el que la barrera aislante secundaria, la membrana de estanquidad secundaria y la barrera aislante primaria están realizadas a partir de paneles prefabricados 54.

45 Una estructura de pared de este tipo puede emplearse para realizar sustancialmente todas las paredes de un tanque poliédrico. A este respecto, los términos 'sobre', 'por encima', 'superior' y 'arriba' hacen referencia generalmente a una posición situada hacia el interior del tanque y, por lo tanto, no coinciden forzosamente con la noción de arriba en el campo de gravitación terrestre. Asimismo, los términos 'debajo', 'por debajo', 'inferior' y 'abajo' hacen referencia generalmente a una posición situada hacia el exterior del tanque y, por lo tanto, no coinciden forzosamente con la noción de abajo en el campo de gravitación terrestre.

50 Los paneles prefabricados 54 están fijados sobre la estructura portadora de manera yuxtapuesta según un motivo repetido. Un panel 54 incluye cada vez un elemento de la barrera aislante secundaria 51, un elemento de la barrera estanca secundaria y un elemento de la barrera aislante primaria 53.

55 Un panel 54 tiene sustancialmente la forma de un paralelepípedo rectángulo. Está constituido por una primera placa 55 de contrachapado de 9 mm de espesor rematada por una primera capa de aislante térmico 56, ella misma rematada por un revestimiento estanco rígido 52 que incluye una hoja de aluminio de 0,07 mm de espesor tomada en sándwich entre dos tejidos de fibras de vidrio impregnados de una resina de poliamida. El revestimiento estanco 52 está pegado a la capa de aislante térmico 56, por ejemplo, con la ayuda de un pegamento poliuretano bicomponente.

60 Una segunda capa de aislante térmico 57 está pegada sobre el revestimiento estanco 52 y ella misma lleva una segunda placa de contrachapado 58 de 12 mm de espesor. El subconjunto 55-5E constituye el elemento de barrera de aislamiento secundaria 51. El subconjunto 57-58 constituye el elemento de barrera de aislamiento primaria 53 y

tiene, visto en planta, una forma rectangular cuyos lados están paralelos a los del elemento de barrera de aislamiento secundaria 51. Los dos elementos de barrera de aislamiento tienen, vistos en planta, la forma de dos rectángulos que tienen el mismo centro. El elemento 53 deja descubierta una superficie de bordillo periférico 59 del revestimiento estanco 52 todo alrededor del elemento 53. El revestimiento estanco 52 constituye el elemento de membrana de estanquidad secundaria.

El panel 54, que acaba de describirse, puede estar fabricado para constituir un conjunto cuyos diferentes constituyentes están pegados los unos sobre los otros en la disposición indicada más arriba. Por lo tanto, este conjunto forma las barreras secundarias y la barrera de aislamiento primaria. Las capas de aislante térmico 56 y 57 pueden estar constituidas por un material plástico alveolar tal como una espuma de poliuretano. Preferentemente, unas fibras de vidrio están embebidas en la espuma de poliuretano para reforzarla.

Para asegurar la fijación de los paneles 54 sobre la estructura portadora 99, se prevén, regularmente repartidos sobre los dos bordes longitudinales del panel, unos pozos 60 para cooperar con unos espárragos fijados sobre la estructura portadora 99 según la técnica conocida.

La estructura portadora 99, en concreto, en el caso de un buque, presenta unos desvíos con respecto a la superficie teórica prevista para la estructura portadora sencillamente debido a unas imprecisiones de fabricación. De forma conocida, se recuperan estos desvíos poniendo apoyados los paneles 54 contra la estructura portadora por medio de nervios de resina polimerizable 61 que permiten, a partir de una superficie de estructura portadora imperfecta, obtener una cobertura constituida por unos paneles 54 adyacentes que presentan unas segundas placas 58 que, en su conjunto, definen una superficie prácticamente sin desvío con respecto a la superficie teórica deseada.

Se tapan los pozos 60 insertando ahí unos tapones de material aislante térmico 62, aflorando estos tapones al nivel de la primera capa de aislante térmico 56 del panel 54. Además, se puede colocar en los intersticios que separan los elementos 51 de dos paneles 54 adyacentes, un material de aislamiento térmico 63 constituido, por ejemplo, por una hoja de espuma plástica o de lana de vidrio insertada en el intersticio.

Para constituir una membrana de estanquidad secundaria continua, se coloca una banda estanca flexible 65 sobre los rebordes periféricos 59 vecinos de dos paneles 54 adyacentes y se pega la banda estanca 65 sobre los rebordes periféricos 59, de forma que se obturen las perforaciones situadas en línea con cada pozo 60 y que se recubra el intersticio entre los dos paneles 54. La banda estanca 65 está constituida por un material compuesto llamado triplex® flexible que incluye tres capas: las dos capas externas son unos tejidos de fibras de vidrio y la capa intermedia es una hoja metálica delgada, por ejemplo, una hoja de aluminio de un espesor de aproximadamente 0,1 mm. Esta hoja metálica asegura la continuidad de la membrana de estanquidad secundaria. Su flexibilidad en flexión, debido a la naturaleza flexible del aglutinante entre la hoja de aluminio y las fibras de vidrio, le permite seguir las deformaciones de los paneles 54 debidas a la deformación del casco en el oleaje o en la puesta en frío del tanque. Por flexibilidad en flexión, se entiende la capacidad del material para plegarse para formar unas ondas sin romperse.

Entre los elementos 53 de dos paneles 54 adyacentes subsiste una zona en depresión situada en línea con los rebordes periféricos 59, teniendo esta depresión sustancialmente como profundidad el espesor de la barrera de aislamiento primaria. Se colman estas zonas de depresión colocando ahí unos tacos aislantes 66 constituidos cada uno por una capa de aislante térmico 67 revestida de una placa rígida de contrachapado 68 sobre una superficie superior del taco aislante 66 y de un estrato de refuerzo sobre la superficie inferior del taco aislante 66. El estrato de refuerzo no visible en la figura 1 se describirá con referencia a las figuras 2 a 4.

Los tacos aislantes 66 tienen una dimensión tal que llenan totalmente la zona situada por encima de los rebordes periféricos 59 de dos paneles 54 adyacentes. Los tacos aislantes 66 están pegados sobre las bandas estancas 65. Después de su colocación, la placa 68 asegura una relativa continuidad entre las placas 58 de dos paneles 54 adyacentes para la sustentación de la membrana de estanquidad primaria.

Estos tacos aislantes 66 tienen una anchura igual a la distancia entre dos elementos 53 de dos paneles 54 adyacentes y pueden tener una longitud más o menos grande. Una longitud reducida permite, llegado el caso, una colocación más fácil en la hipótesis de una ligera desalineación de dos paneles 54 adyacentes. Los tacos 66 están pegados a la banda estanca 65 y apoyados sobre esta.

La membrana de estanquidad primaria está formada por una membrana de chapas gofradas 69 que presentan dos series de ondulaciones secantes para conferirle una flexibilidad suficiente en las dos direcciones del plano de la pared de tanque.

En la figura 1, los tacos aislantes 66, la banda estanca 65 y los materiales de aislamiento térmico 62 y 63 están representados en una forma en despiece y, de este modo, aparecen por encima de su posición real en la pared de tanque en el estado final ensamblado. Las posiciones finales de estos elementos están visibles mejor en la figura 3 que se describirá más abajo.

Con referencia a las figuras 2 y 3, en este momento se va a describir un primer modo de realización de la pared de tanque al nivel de la confluencia entre dos paneles prefabricados 54. La figura 2 representa parcialmente los dos paneles prefabricados 54 fijados sobre la estructura portadora 99 en su posición final, mientras que el taco aislante 66, el estrato de refuerzo 1 del taco aislante 66 y la banda estanca 65 están representados en el estado desmontado por encima de su posición final. La figura 3 representa todos los elementos en su posición final ensamblada. Los espesores del revestimiento estanco 52, de la banda estanca 65, del estrato de refuerzo 1 y de las capas de pegamento correspondientes se han exagerado por medida de visibilidad.

El estrato de refuerzo 1 está pegado sobre la superficie inferior 2 de la capa de aislante térmico 67 por medio de una capa de pegamento 3. Este pegado puede estar efectuado en prefabricación, con el fin de suministrar en el lugar de ensamblaje del tanque un taco aislante 66 que ya incluya el estrato de refuerzo 1. El pegamento 3 es, por ejemplo, un pegamento epoxi o de poliuretano.

El procedimiento de ensamblaje es el siguiente:

- Se dispone una capa de pegamento 4 sobre la superficie de bordillo periférico 59 del revestimiento estanco 52 de los dos paneles prefabricados 54.
- A continuación, se aplica la banda estanca 65 y se prensa sobre la capa de pegamento 4 hasta que fragüe el pegamento. El pegamento 4 es, por ejemplo, un pegamento epoxi o de poliuretano. Como es visible en la figura 3, la banda estanca 65 no está pegada al nivel de una porción central 6 de su superficie inferior que pasa por encima del intersticio entre los dos paneles 54, que mide aproximadamente 30 mm.
- A continuación, se dispone una segunda capa de pegamento 5, ya sea sobre la superficie inferior del estrato de refuerzo 1 del taco aislante 66, ya sea sobre la superficie superior de la banda estanca 65.
- Finalmente, se aplica el taco aislante 66 y se prensa contra la superficie superior de la banda estanca 65 hasta que fragüe el pegamento 5.

El pegamento 5 es, por ejemplo, un pegamento epoxi o de poliuretano relativamente viscoso, lo que permite aplicar una capa bastante espesa para recuperar las irregularidades de superficie del estrato de refuerzo 1. Es importante, en efecto, que, en el estado ensamblado, las placas rígidas 68 y 58 ofrezcan globalmente una superficie de soporte de buena planicidad para soportar de manera uniforme la membrana de estanquidad primaria 69, que está hecha con un material delgado y relativamente frágil.

Preferentemente, se evita aplicar la capa de pegamento 5 en la vertical de la porción central 6 de la banda estanca 65, de maneja que se preserve la elasticidad y la movilidad de esta porción central 6 no pegando ninguna de sus dos caras.

La figura 4 representa un segundo modo de realización de la pared de tanque al nivel de la confluencia entre dos paneles prefabricados 54 en el que el taco aislante se ha modificado para evitar aplicar la capa de pegamento 5 en la vertical de la porción central 6 de la banda estanca 65. Los elementos idénticos o análogos a los del modo de realización anterior llevan el mismo número de referencia.

En la figura 4, el taco aislante 66 lleva, además, una zapata no adhesiva 10, realizada, por ejemplo, de espuma polímera o papel espeso, que está pegada sobre la superficie inferior del estrato de refuerzo 1, al nivel de una línea central del taco aislante 66 destinada a recubrir la porción central 6 de la banda estanca 65. El pegado de la zapata 10 sobre el estrato de refuerzo 1 puede estar realizado de diferentes maneras, por ejemplo, por medio de una línea de pegamento 11 o de un celo de doble cara o equipando la zapata 10 con una banda adhesiva. La zapata 10 puede estar ensamblada igualmente en prefabricación, con el fin de minimizar las operaciones que deben realizarse en el lugar de ensamblaje del tanque.

Para la fijación del taco aislante 66 a la pared de tanque, se pega la superficie inferior del estrato de refuerzo 1 con la capa de pegamento 5 a ambos lados de la zapata no adhesiva 10, sin pegar la zapata no adhesiva 10. De este modo, una vez realizado el ensamblaje final, la superficie superior de la porción central 6 de la banda estanca 65 está en contacto con la zapata no adhesiva 10 sin estar pegada ahí, lo que favorece su flexibilidad y su movilidad para absorber unos desplazamientos de origen térmico.

En un modo no representado en la figura 4, pero que constituye una variante, la zapata 10 está fijada, no sobre el estrato de refuerzo 1, sino sobre el estrato flexible 65, por ejemplo, con un celo de doble cara o una banda adhesiva para asegurar su posicionamiento.

En este momento, van a describirse unos ejemplos de realización de la pared de tanque a título ilustrativo y sus propiedades mecánicas de consistencia a la fatiga van a describirse con referencia a la figura 5. La figura 5 representa el esfuerzo de rotura de la banda de estanquidad 65 expresado en kilonewton (kN) en función de la duración media de servicio de la pared de tanque, expresada como media de número de ciclos de tracción en frío.



Ejemplo 1

5 El aislante térmico de las capas 56, 57 y 67 es una espuma de poliuretano reforzada con fibras de vidrio de densidad  $130 \text{ kg/m}^3$ . El espesor de la barrera aislante primaria es 150 mm. El espesor de la barrera aislante secundaria es 250 mm. La temperatura de servicio de la membrana secundaria es aproximadamente  $-80 \text{ }^\circ\text{C}$ .

10 La banda estanca 65 es un triplex® flexible de espesor igual al 0,6 mm (aluminio, resina, fibra de vidrio) proporcionado por la compañía Hutchinson. La anchura de esta banda es del orden de 250 mm. Su módulo de Young en tracción es  $E = 10 \text{ GPa}$  y su coeficiente de dilatación térmica a  $23 \text{ }^\circ\text{C}$  es  $\alpha = 0,9 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . La exigencia de tracción a la rotura, medida a  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ , es aproximadamente 200 MPa. Este material está acondicionado habitualmente en rollos, por el hecho de su flexibilidad.

15 El pegamento 4 es un pegamento de poliuretano bicomponente proporcionado por la compañía Bostik con la referencia XPU 18411 A/3B.

20 El estrato de refuerzo 1 es un triplex rígido de espesor igual a 0,6 mm (aluminio, fibra de vidrio, resina poliamida) proporcionado por la compañía Hankuk. Su módulo de Young en tracción es  $E = 15 \text{ GPa}$  y su coeficiente de dilatación térmica a  $23 \text{ }^\circ\text{C}$  es  $\alpha = 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . La exigencia de tracción a la rotura, medida a  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ , es aproximadamente 210 MPa. La porción central del estrato de refuerzo 1 también está pegada a la banda estanca 65. Este material está acondicionado habitualmente en placas planas, por el hecho de su relativa rigidez.

25 El pegamento 3 es un pegamento de poliuretano bicomponente proporcionado por la compañía Henkel con la referencia Macroplast 8202/5400.

El pegamento 5 es una resina epoxi proporcionada por la compañía Unitech con la referencia UEA 100/300.

30 Se efectúa una prueba de aguante en forma de una sucesión de ciclos de puesta en frío-calentamiento entre la temperatura ambiente y la temperatura del GNL ( $-162 \text{ }^\circ\text{C}$ ). La banda estanca 65 resiste 70000 ciclos antes de franquear un umbral de esfuerzo de referencia mostrado por la línea 12 de la figura 5. Este umbral corresponde a la rotura de un material del conjunto del aislamiento.

La curva 14 de la figura 5 es una curva de fatiga media para la banda estanca 65.

35 Por otra parte, en esta configuración, una simulación digital de la pared de tanque a la temperatura de servicio predice una exigencia de tensión en la banda estanca 65 del orden de 63 MPa, lo que está muy ampliamente por debajo de la exigencia de rotura del triplex® flexible, vecina de 200 MPa.

Ejemplo comparativo 1

40 El estrato de refuerzo 1 y la capa de pegamento 3 se suprimen. Para el resto, se conservan los datos del ejemplo 1. La banda estanca 65 resiste 35000 ciclos antes de franquear el umbral de esfuerzo de referencia mostrado por la línea 12 de la figura 5.

45 La curva 15 de la figura 5 es una curva de fatiga media para la banda estanca 65 que es resultado de la extrapolación del ejemplo comparativo 1. La duración de servicio de la banda estanca 65 obtenida en el ejemplo comparativo 1 es inferior a un 50 % de la duración de servicio obtenida en el ejemplo 1.

50 Por otra parte, en esta configuración, una simulación digital de la pared de tanque a la temperatura de servicio predice una exigencia de tensión en la banda estanca 65 del orden de 117 MPa.

Ejemplo 2

55 El estrato de refuerzo 1 es un triplex® flexible de espesor igual a 0,6 mm (aluminio, fibra de vidrio) proporcionado por la compañía Hutchinson. Su módulo de Young en tracción es  $E = 10 \text{ GPa}$  y su coeficiente de dilatación térmica a  $23 \text{ }^\circ\text{C}$  es  $\alpha = 0,9 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . La exigencia de tracción a la rotura, medida a  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ , es aproximadamente 200 MPa.

Para el resto, se conservan los datos del ejemplo 1.

60 Una simulación digital de la pared de tanque a la temperatura de servicio predice una exigencia de tensión en la banda estanca 65 del orden de 74 MPa, lo que está también muy ampliamente por debajo de la exigencia de rotura del triplex® flexible, vecina de 200 MPa.

65 La técnica descrita más arriba para realizar una pared de tanque puede utilizarse en diferentes tipos de depósitos, por ejemplo, para constituir un depósito de GNL en una instalación terrestre o en una obra flotante como un buque metanero u otro.

5 Con referencia a la figura 6, una vista desollada de un buque metanero 70 muestra un tanque estanco y aislado 71 de forma general prismática montado en el doble casco 72 del buque. La pared del tanque 71 incluye una membrana estanca primaria destinada a estar en contacto con el GNL contenido en el tanque, una membrana estanca secundaria dispuesta entre la membrana estanca primaria y el doble casco 72 del buque y dos barreras aislantes dispuestas respectivamente entre la membrana estanca primaria y la membrana estanca secundaria y entre la membrana estanca secundaria y el doble casco 72.

10 De manera conocida en sí, unas canalizaciones de carga/descarga 73 dispuestas sobre el puente superior del buque pueden estar empalmadas, por medio de conectores apropiados, a una terminal marítima o portuaria para transferir un cargamento de GNL desde o hacia el tanque 71.

15 La figura 6 representa un ejemplo de terminal marítima que incluye un puesto de carga y de descarga 75, una conducción submarina 76 y una instalación en tierra 77. El puesto de carga y de descarga 75 es una instalación fija en alta mar que incluye un brazo móvil 74 y una torre 78 que soporta el brazo móvil 74. El brazo móvil 74 lleva un haz de tubos flexibles aislados 79 que pueden conectarse a las canalizaciones de carga/descarga 73. El brazo móvil 74 orientable se adapta a todos los calibres de metaneros. Una conducción de unión no representada se extiende en el interior de la torre 78. El puesto de carga y de descarga 75 permite la carga y la descarga del metanero 70 desde o hacia la instalación en tierra 77. Esta incluye unos tanques de almacenamiento de gas licuado 80 y unas conducciones de unión 81 unidas por la conducción submarina 76 al puesto de carga o de descarga 75. La conducción submarina 76 permite la transferencia de gas licuado entre el puesto de carga o de descarga 75 y la instalación en tierra 77 sobre una gran distancia, por ejemplo, 5 km, lo que permite conservar el buque metanero 70 a gran distancia de la costa durante las operaciones de carga y de descarga.

20 Para generar la presión necesaria para la transferencia del gas licuado, se implementan unas bombas embarcadas en el buque 70 y/o unas bombas que equipan la instalación en tierra 77 y/o unas bombas que equipan el puesto de carga y de descarga 75.

25 Aunque se haya descrito la invención en relación con varios modos de realización particulares, es más que evidente que no está limitada a ello de ninguna manera y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos, así como sus combinaciones si estas entran en el marco de la invención, tal como se define por las reivindicaciones. El uso del verbo "incluir", "comprender" o "constar de" y de sus formas conjugadas no excluye la presencia de otros elementos o de otras etapas diferentes de los enunciados en una reivindicación. El uso del artículo indefinido "un" o "una" para un elemento o una etapa no excluye, salvo mención contraria, la presencia de una pluralidad de elementos o etapas de este tipo.

30 En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia entre paréntesis no habrá de interpretarse como una limitación de la reivindicación.

**REIVINDICACIONES**

1. Tanque estanco y aislante que incluye una pared de tanque fijada sobre una estructura portadora (99), en el que la pared del tanque presenta una estructura multicapa que incluye sucesivamente una membrana de estanquidad primaria (69) destinada a estar en contacto con un producto contenido en el tanque, una barrera aislante primaria, una membrana de estanquidad secundaria y una barrera aislante secundaria, en el que la barrera aislante secundaria, la membrana de estanquidad secundaria y la barrera aislante primaria están constituidas sustancialmente por un conjunto de paneles prefabricados (54) fijados sobre la estructura portadora, comprendiendo cada panel prefabricado sucesivamente una placa de fondo rígida (55), una primera capa de aislante térmico (56) que la lleva la placa de fondo y que constituye con la placa de fondo un elemento de la barrera aislante secundaria, un revestimiento estanco (52) que recubre completamente la primera capa de aislante térmico estando pegado sobre la primera capa de aislante térmico y que forma un elemento de la membrana de estanquidad secundaria, una segunda capa de aislante térmico (57) que recubre una zona central de la primera capa y del revestimiento estanco y una placa de cubierta rígida (58) que recubre la segunda capa de aislante térmico y que constituye con la segunda capa de aislante térmico un elemento de la barrera aislante primaria, en el que la placa de fondo, la primera capa de aislante térmico y el revestimiento estanco del panel prefabricado presentan un primer contorno rectangular, mientras que la segunda capa de aislante térmico y la placa de cubierta presentan un segundo contorno rectangular de menores dimensiones que el primer contorno rectangular, de modo que la segunda capa de aislante térmico y la placa de cubierta no recubren una zona de bordillo (59) del revestimiento estanco a lo largo de los cuatro bordes del primer contorno rectangular, y en el que los paneles prefabricados están yuxtapuestos sobre la estructura portadora paralelamente los unos a los otros, de manera que la zona de bordillo del revestimiento estanco de uno primero de los paneles prefabricados esté cada vez vecina de la zona de bordillo del revestimiento estanco de uno segundo de los paneles prefabricados, incluyendo la pared del tanque, además, unas bandas de estanquidad (65) hechas con un material estratificado compuesto flexible que comprende al menos una hoja metálica unida a al menos una capa de fibras, estando las bandas de estanquidad dispuestas a caballo sobre las zonas de bordillo (59) vecinas de los revestimientos estancos de los paneles prefabricados (54) y pegadas de manera estanca a los revestimientos estancos (52) de los paneles prefabricados para completar la membrana de estanquidad secundaria entre los paneles prefabricados, incluyendo la pared del tanque, además, unos tacos aislantes (66) dispuestos sobre las bandas de estanquidad, estando un taco aislante cada vez dispuesto entre las segundas capas de aislante térmico de dos paneles prefabricados vecinos, de manera que se complete la barrera aislante primaria entre los dos paneles prefabricados, incluyendo el taco aislante una capa de aislante térmico (67) recubierta de una placa rígida (68), de modo que las placas rígidas de los tacos aislantes y las placas de cubierta de los paneles prefabricados constituyan una pared sustancialmente continua adecuada para soportar la membrana de estanquidad primaria, en el que el taco aislante incluye un estrato de refuerzo (1) que comprende una capa de fibras, estando el estrato de refuerzo pegado a la capa de aislante térmico sobre una cara de la capa de aislante térmico (67) opuesta a la placa rígida (68), estando el taco aislante cada vez fijado sobre los paneles prefabricados por pegado del estrato de refuerzo (1) sobre la banda de estanquidad (65) subyacente, caracterizado por el hecho de que el estrato de refuerzo está constituido por un material estratificado compuesto que comprende al menos una hoja metálica tomada en sándwich entre dos capas de fibras de vidrio unidas por una resina polímera y de que el estrato de refuerzo presenta una firmeza en tracción superior o igual a la firmeza en tracción de las bandas de estanquidad (65).
2. Tanque según la reivindicación 1, en el que el material del estrato de refuerzo presenta un coeficiente de dilatación térmica  $\alpha$  y un módulo de Young en tracción  $E$ , medidos a 23 °C, tales que su producto verifica:  $7 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot \text{K}^{-1} < E \cdot \alpha < 10^6 \text{ Pa} \cdot \text{K}^{-1}$
3. Tanque según la reivindicación 1 o 2, en el que el material estratificado compuesto que constituye el estrato de refuerzo (1) es flexible.
4. Tanque según la reivindicación 1 o 2, en el que el material estratificado compuesto que constituye el estrato de refuerzo (1) es rígido en flexión, estando dichas capas de fibras de vidrio impregnadas de una resina polímera rígida.
5. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la banda de estanquidad (65) está constituida por un material estratificado compuesto flexible que comprende una hoja metálica tomada en sándwich entre dos capas de fibras de vidrio y en el que el revestimiento estanco (52) de los paneles prefabricados está constituido por un material estratificado compuesto rígido que comprende una hoja metálica tomada en sándwich entre dos capas de fibras de vidrio, estando las dos capas de fibras de vidrio impregnadas de una resina polímera rígida, estando el estrato de refuerzo constituido por el mismo material que la banda de estanquidad (65) o que el revestimiento estanco (52).
6. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la pared de tanque incluye un intersticio localizado entre las primeras capas de aislante térmico de dos paneles prefabricados (54) vecinos y una banda de material de relleno (63) dispuesta en el intersticio, la banda de estanquidad (65) que completa la membrana de estanquidad secundaria entre los paneles prefabricados presenta una porción central (6) que franquea el intersticio por encima de

la banda de material de relleno, no estando la porción central de la banda de estanquidad pegada a la banda de material de relleno,

y en el que el estrato de refuerzo (1) presenta una porción central que recubre la porción central de la banda de estanquidad y que no está pegada a la porción central (6) de la banda de estanquidad.

5 7. Tanque según la reivindicación 6, en el que el taco aislante incluye, además, una zapata central (10) de materia no adhesiva fijada sobresaliendo sobre una superficie del estrato de refuerzo opuesta a la capa de aislante térmico del taco aislante, estando el taco aislante dispuesto sobre la banda de estanquidad de manera que la zapata central recubre la porción central (6) de la banda de estanquidad (65).

10 8. Tanque según la reivindicación 6, en el que banda de estanquidad incluye, además, una zapata central (10) de materia no adhesiva fijada sobresaliendo sobre una superficie de la banda de estanquidad girada hacia el taco aislante, estando el taco aislante dispuesto sobre la banda de estanquidad de manera que la porción central del estrato de refuerzo (1) recubre la zapata central sin estar pegada a la zapata central.

15 9. Tanque según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la primera capa de aislante térmico del panel prefabricado, la segunda capa de aislante térmico del panel prefabricado y la capa de aislante térmico del taco aislante están constituidas por una espuma de poliuretano que presenta una densidad superior a  $130 \text{ kg/m}^3$ , por ejemplo, comprendida entre  $130$  y  $210 \text{ kg/m}^3$ .

20 10. Buque (70) para el transporte de un producto líquido frío, incluyendo el buque un doble casco (72) y un tanque (71) según una de las reivindicaciones 1 a 9 dispuesto en el doble casco.

25 11. Procedimiento de carga o descarga de un buque (70) según la reivindicación 10, en el que se encamina un producto líquido frío a través de unas canalizaciones aisladas (73, 79, 76, 81) desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o terrestre (77) hacia o desde el tanque del buque (71).

30 12. Sistema de transferencia para un producto líquido frío, incluyendo el sistema un buque (70) según la reivindicación 10, unas canalizaciones aisladas (73, 79, 76, 81) dispuestas de manera que se una el tanque (71) instalado en el casco del buque a una instalación de almacenamiento flotante o terrestre (77) y una bomba para arrastrar un flujo de producto líquido frío a través de las canalizaciones aisladas desde o hacia la instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque del buque.

35 13. Procedimiento de fabricación de un tanque estanco y aislante, incluyendo el procedimiento:

40 proporcionar un conjunto de paneles prefabricados (54), comprendiendo cada panel prefabricado sucesivamente una placa de fondo rígida (55), una primera capa de aislante térmico (56) que la lleva la placa de fondo y que constituye con la placa de fondo un elemento de la barrera aislante secundaria, un revestimiento estanco (52) que recubre completamente la primera capa de aislante térmico estando pegado sobre la primera capa de aislante térmico y que forma un elemento de la membrana de estanquidad secundaria, una segunda capa de aislante térmico (57) que recubre una zona central de la primera capa y del revestimiento estanco y una placa de cubierta (58) rígida que recubre la segunda capa de aislante térmico y que constituye con la segunda capa de aislante térmico un elemento de la barrera aislante primaria, presentando la placa de fondo, la primera capa de aislante térmico y el revestimiento estanco del panel prefabricado un primer contorno rectangular, mientras que la segunda capa de aislante térmico y la placa de cubierta presentan un segundo contorno rectangular de menores dimensiones que el primer contorno rectangular, de modo que la segunda capa de aislante térmico y la placa de cubierta no recubren una zona de bordillo (59) del revestimiento estanco a lo largo de los cuatro bordes del primer contorno rectangular,

50 yuxtaponer y fijar los paneles prefabricados paralelamente los unos a los otros sobre la estructura portadora (99), de manera que la zona de bordillo del revestimiento estanco de uno primero de los paneles prefabricados esté cada vez vecina de la zona de bordillo del revestimiento estanco de uno segundo de los paneles prefabricados, disponer unas bandas de estanquidad (65) a caballo sobre las zonas de bordillo vecinas de los revestimientos estancos de los paneles prefabricados, estando las bandas de estanquidad (65) hechas con un material estratificado compuesto flexible que comprende al menos una hoja metálica unida a al menos una capa de fibras y pegar las bandas de estanquidad (65) de manera estanca a los revestimientos estancos (52) de los paneles prefabricados para completar la membrana de estanquidad secundaria entre los paneles prefabricados,

60 proporcionar unos tacos aislantes (66), incluyendo el taco aislante una capa de aislante térmico (67), una placa rígida (68) fijada sobre una cara superior de la capa de aislante térmico y un estrato de refuerzo (1) pegado sobre una cara inferior de la capa de aislante térmico opuesta a la placa rígida, estando el estrato de refuerzo (1) realizado con un material estratificado compuesto que comprende al menos una hoja metálica tomada en sándwich entre dos capas de fibras de vidrio unidas por una resina polímera, presentando el estrato de refuerzo una firmeza en tracción superior o igual a la firmeza en tracción de las bandas de estanquidad (65), disponer los tacos aislantes (66) sobre las bandas de estanquidad (65), estando un taco aislante cada vez dispuesto entre las segundas capas de aislante térmico de dos paneles prefabricados vecinos, de manera que se complete la barrera aislante primaria entre los dos paneles prefabricados y que se forme una pared de soporte

65

sustancialmente continua con las placas rígidas de los tacos aislantes y las placas de cubierta de los paneles prefabricados,

fijar los tacos aislantes sobre los paneles prefabricados por pegado del estrato de refuerzo del taco aislante sobre la banda de estanquidad subyacente y

5 fijar una membrana de estanquidad primaria (69) sobre la pared de soporte sustancialmente continua.

14. Procedimiento según la reivindicación 13, que incluye, además:

10 disponer una banda de material de relleno (63) en un intersticio localizado entre las primeras capas de aislante térmico de dos paneles prefabricados vecinos,

10 disponer la banda de estanquidad que completa la membrana de estanquidad secundaria entre los paneles prefabricados sin pegar a la banda de material de relleno una porción central de la banda de estanquidad que franquea el intersticio por encima de la banda de material de relleno y

15 fijar el taco aislante que incluye el estrato de refuerzo sin pegar una porción central (6) del estrato de refuerzo sobre la banda de estanquidad (65).

15. Procedimiento según la reivindicación 14, en el que el taco aislante incluye, además, una zapata central (10) de materia no adhesiva fijada sobresaliendo sobre una superficie del estrato de refuerzo opuesta a la capa de aislante térmico del taco aislante,

20 incluyendo el procedimiento, además, la etapa de pegar el estrato de refuerzo (1) del taco aislante a ambos lados de la zapata central sin pegar la zapata central (10) y de disponer el taco aislante sobre la banda de estanquidad, de manera que la zapata central recubra la porción central (6) de la banda de estanquidad sin adherirse ahí.

16. Procedimiento según la reivindicación 14, en la que banda de estanquidad incluye, además, una zapata central (10) de materia no adhesiva fijada sobresaliendo sobre una superficie de la banda de estanquidad girada hacia el taco aislante, incluyendo el procedimiento, además, la etapa de pegar la banda de estanquidad a ambos lados de la zapata central sin pegar la zapata central (10) y de disponer el taco aislante sobre la banda de estanquidad, de manera que la porción central del estrato de refuerzo (1) recubra la zapata central sin estar pegada a la zapata central.

30

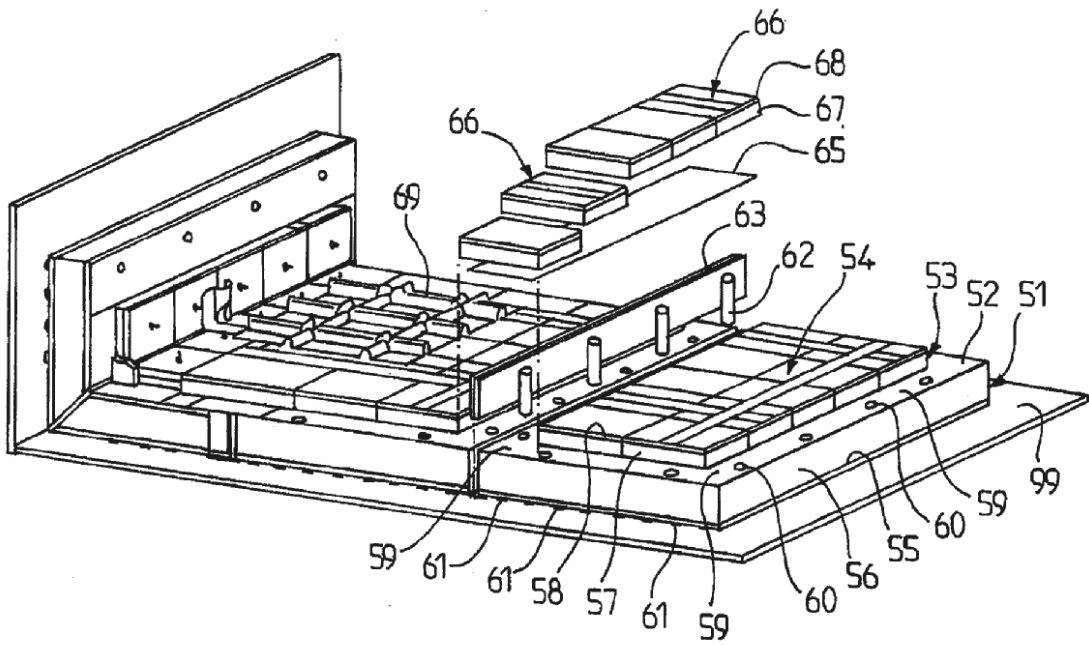


FIG.1

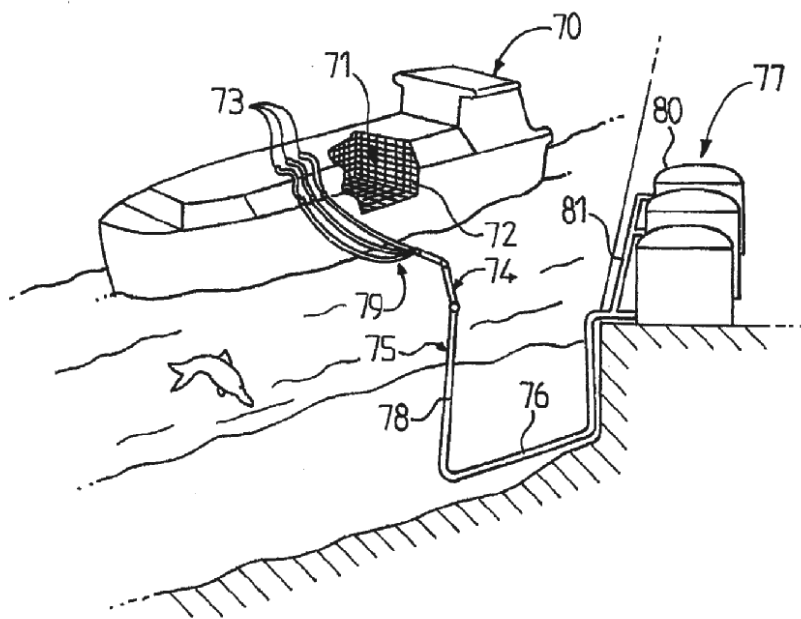


FIG.6

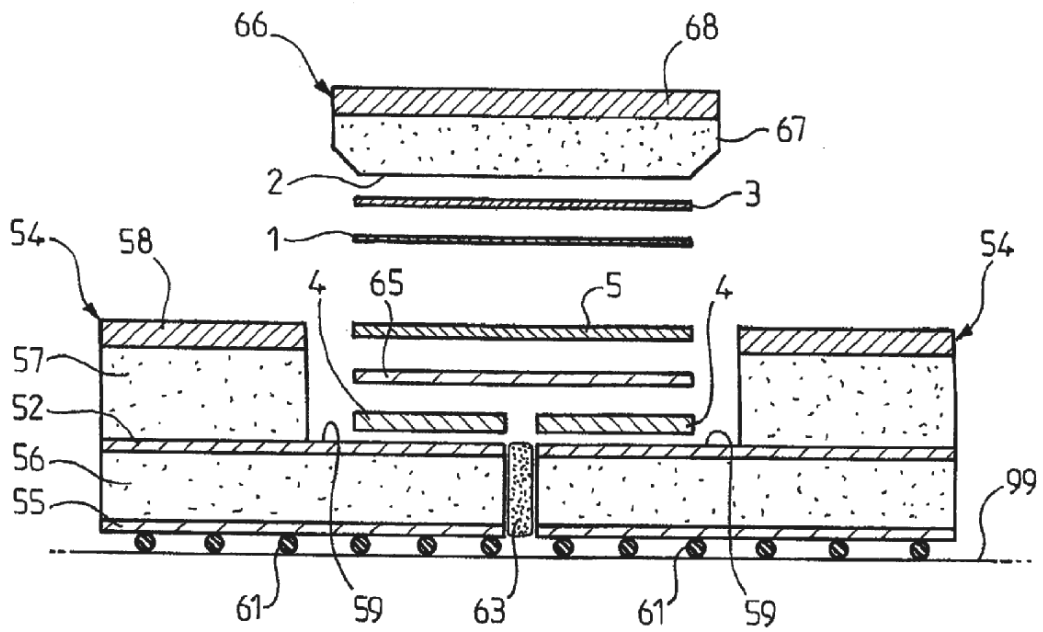


FIG. 2

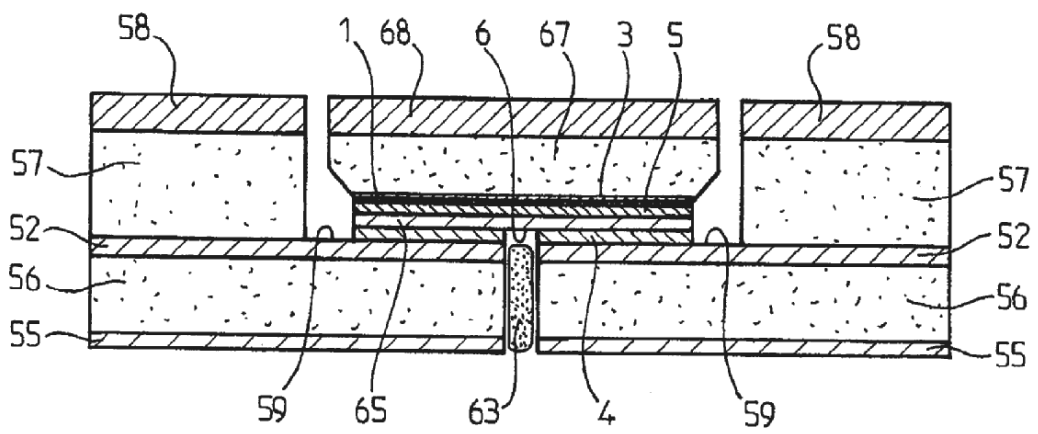


FIG. 3

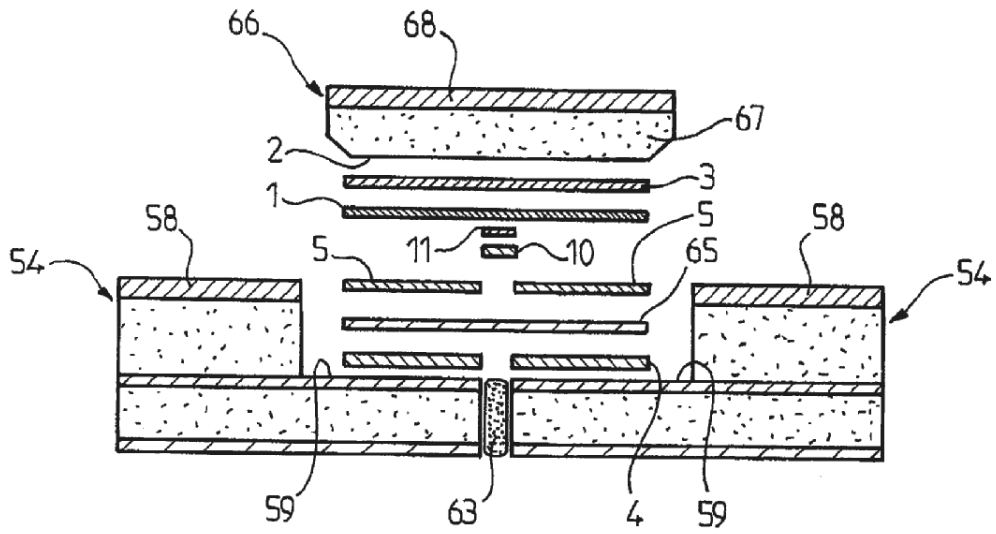


FIG. 4

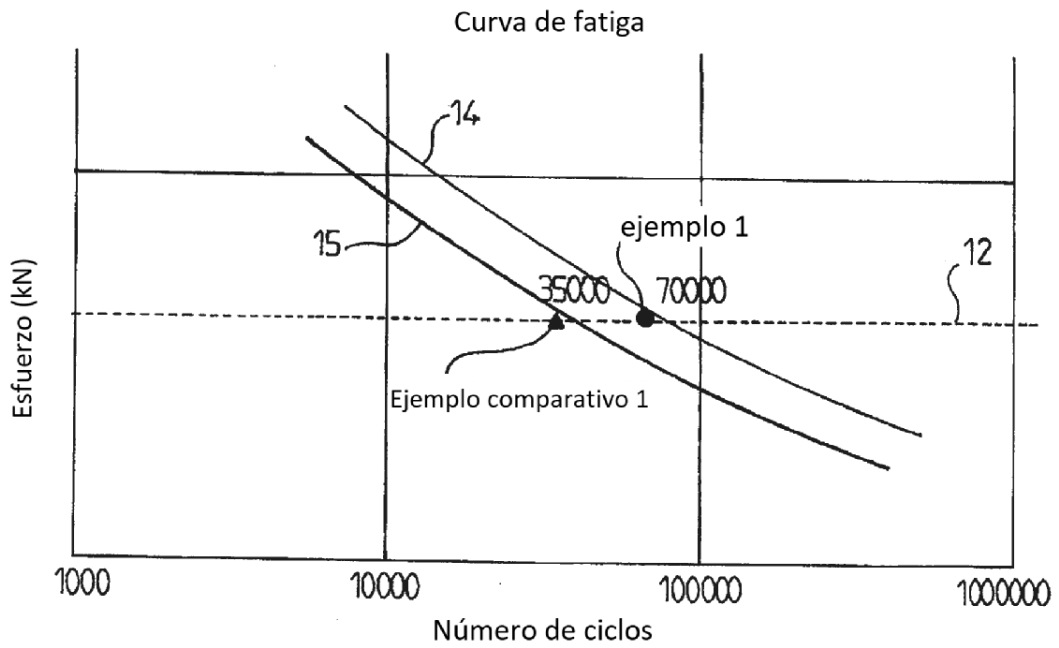


FIG. 5