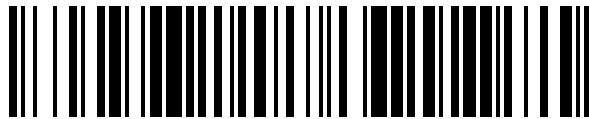


(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **1 207 636**

(21) Número de solicitud: 201731521

(51) Int. Cl.:

B01D 1/28 (2006.01)

B01D 3/00 (2006.01)

(12)

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

(22) Fecha de presentación:

13.12.2017

(30) Prioridad:

05.12.2017 ES U201731494

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

16.03.2018

(71) Solicitantes:

NOMEN CALVET, Juan Eusebio (33.3%)
El Cortalet A - Bajos
AD400 L'Aldosa AD;
HANGANU, Dan Alexandru (33.3%) y
WGA WATER GLOBAL ACCESS, SL (33.3%)

(72) Inventor/es:

NOMEN CALVET, Juan Eusebio y
HANGANU, Dan Alexandru

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

(54) Título: **DISPOSITIVO DESALINIZADOR DE BAJO CONSUMO ESPECÍFICO**

ES 1 207 636 U

DESCRIPCIÓN

Dispositivo desalinizador de bajo consumo específico

Objeto

La presente invención se refiere a un dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento 5 mecánico de la presión del vapor primario.

Estado de la técnica

Los actuales dispositivos de desalinización por compresión mecánica del vapor primario están basados en la transformación de energía cinética, en trabajo de compresión del vapor primario, para conseguir un incremento de presión y de temperatura del vapor secundario.

- 10 Los actuales dispositivos de desalinización por compresión mecánica de vapor pueden ser de un único efecto o pueden ser multiefecto, con varios ciclos de destilación o ciclos de intercambio de calor latente, cada uno a menor temperatura y presión. Los dispositivos de compresión mecánica de vapor suelen trabajar con saltos de presión de decenas o centenares de milibares especialmente en las configuraciones multiefecto.
- 15 Los actuales dispositivos de desalinización por compresión mecánica de vapor utilizan intercambiadores de calor latente que suelen funcionar en régimen de fina película descendente de la solución salina sobre su cara evaporadora.

El agua tiene un bajo coeficiente de transferencia térmica de modo que la fina película de solución salina presenta una elevada resistencia térmica e impone un diferencial de 20 temperatura de varios grados entre el vapor primario y el vapor secundario.

- El diferencial de temperatura entre el vapor primario y el vapor secundario se obtiene a base de energía cinética aportada por un dispositivo de compresión de vapor, que se transforma en incremento de presión y de temperatura del vapor primario para generar vapor secundario.
- 25 La configuración de los actuales dispositivos de desalinización por compresión mecánica de vapor comporta un consumo específico de energía entre 6 y 13 kWh por metro cúbico de agua desalinizada. Este consumo de energía es elevado si se compara con el límite teórico de 0,7kWh por metro cúbico de agua de mar desalinizada. De modo que el problema a solucionar es: cómo reducir este diferencial de consumo específico entre el límite teórico y 30 los actuales niveles de consumo específico de estos dispositivos de desalinización.

Sumario

La presente invención busca resolver uno o más de los inconvenientes expuestos anteriormente mediante un dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario, tal y como está definido en las reivindicaciones.

- 5 Para obtener un consumo específico de energía reducido, este dispositivo de desalinización mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario tiene las características siguientes:
 - Reducción de la temperatura de trabajo hasta llegar a temperaturas similares a la temperatura ambiente del mar o fuente de la solución salina a desalinizar.
- 10 - Reducción del diferencial de temperatura entre el vapor primario y el vapor secundario.
 - Reducción del diferencial de presión entre el vapor primario y el vapor secundario.
 - Reducción del super calentamiento del vapor secundario
 - Reducción de las barreras térmicas producidas por capas de agua sobre las caras
- 15 evaporadora y condensadora del intercambiador de calor latente
 - Reducción de la potencia y consumo del dispositivo mecánico que incrementa la presión del vapor.
 - Con estas reducciones se logra un consumo específico de energía suficientemente bajo para funcionar con fuentes de energía de baja intensidad y con huella cero de CO₂,
- 20 como energía solar, eólica o marina.

Estas características se consiguen mediante la combinación de los siguientes componentes esenciales del dispositivo desalinizador:

- Carcasa exterior estanca que puede tener una disposición horizontal o vertical.
- Dispositivo de un único efecto o ciclo de condensación y evaporación dado que la
- 25 energía mecánica a aportar para la elevación de presión es inferior a la energía requerida por ciclo de evaporación y condensación. Lo cual no impide que el dispositivo sea multi efecto, si bien es energéticamente más eficiente si sólo tiene un efecto.
- Al menos, un dispositivo mecánico cuya función consistente en incrementar unos pocos milibares la presión del vapor primario con un pequeño aporte de energía Este
- 30 aparato mecánico puede estar situado dentro o fuera de la carcasa.
- Intercambiador de calor latente en régimen de evaporación capilar sobre su cara evaporadora donde se absorbe el calor latente de evaporación, y en régimen de

condensación capilar en su cara condensadora donde se desprende el calor latente de condensación.

- La pared del intercambiador de calor latente es en zigzag, almenado u ondulada para yuxtaponer o aproximar el capilar evaporador con el capilar condensador. Lo esencial de esta sección en zigzag, almenado u ondulada es la formación de trayectos térmicos sin capas de agua entre el punto de emisión del calor latente de condensación y el punto de absorción del calor latente de evaporación.

- El aporte de líquido a evaporar no es en régimen de fina capa descendente.
 - El aporte de líquido a evaporar se hace dentro de la estructura capilar de la cara evaporadora.

- La temperatura de trabajo del vapor primario es baja, pudiendo llegar a ser similar a la temperatura ambiente del agua de mar, especialmente en zonas ecuatoriales o subecuatoriales.

La combinación de todos estos elementos permite que el consumo específico de energía del dispositivo de desalinización mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario sea una fracción del consumo específico de los actuales dispositivos de desalinización por compresión mecánica de vapor. Este consumo específico de energía se puede situar por debajo de 1,3 kWh por metro cúbico de agua de mar desalinizada. Es decir un consumo específico muy cercano al mínimo teórico de 0,7kWh/m³ estimado para agua de mar. El consumo específico de energía de unos 1,3kWh/m³ se reduce a medida que se reduce la concentración de la solución a desalinar o destilar. A medida que baja la concentración de sales, se reduce la elevación del punto de ebullición por lo que se reduce el diferencial de temperatura necesario entre el vapor primario y el vapor secundario. De modo que se reduce la elevación de presión necesaria y, en consecuencia, se reduce la energía consumida por el dispositivo de elevación de la presión. A este consumo se debe añadir el consumo de los componentes periféricos de bombeo, filtrado y desaireación que puede estar en un rango entre 1 y 1,5 kWh/m³.

El consumo específico de energía del dispositivo de desalinización mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario, para desalinar agua de mar, es el menor de todos los dispositivos industriales de desalinización actuales.

Este bajo consumo específico de energía permite que el dispositivo de desalinización mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario pueda adoptar múltiples configuraciones. Desde una configuración de mega planta de desalinización conectada a red eléctrica para abastecer las necesidades de una gran ciudad, hasta una

configuración de mini planta, funcionando con energía renovable en régimen de desconexión a red, off-grid, sin huella de CO₂, como energía eólica, fotovoltaica o marina, especialmente aplicable para comunidades remotas o de bajos recursos.

5 Breve descripción de las figuras

Una explicación más detallada de la invención se da en la descripción que sigue y que se basa en las figuras adjuntas:

Figura 1 muestra un corte longitudinal de un dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario.

10 Figura 2 muestra un corte transversal de la pared de una cámara o tubo de intercambio de calor latente con un detalle ampliado del corte con una cara evaporadora y la otra cara condensadora, ambas con microsurcos o micro ranuras.

Figura 3 muestra un corte longitudinal de un dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario, con la carcasa en disposición

15 horizontal y con intercambiador de calor latente de cámaras horizontales con la cara interior condensadora y la cara exterior evaporadora, incluidas cámaras de sección circular.

Figura 4 muestra un corte transversal de un dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario, con la carcasa en disposición

20 horizontal y con intercambiador de calor latente de cámaras horizontales con la cara interior evaporadora y la cara exterior condensadora, incluidas cámaras de sección circular. Así como una ampliación de un corte transversal de una de estas cámaras.

Figura 5 muestra un corte longitudinal de un dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario, con la carcasa en disposición

25 horizontal y con intercambiador de calor latente de cámaras horizontales con la cara interior evaporadora y la cara exterior condensadora, incluyendo cámaras de sección circular.

Figura 6 muestra un corte longitudinal de un dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario, con la carcasa en disposición vertical y con intercambiador de calor latente de cámaras verticales con la cara interior evaporadora y la cara exterior condensadora, incluyendo cámaras con sección circular.

30 Figura 7 muestra un corte transversal de un dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario, con la carcasa en disposición vertical

y con intercambiador de calor latente de cámaras verticales con la cara interior evaporadora y la cara exterior condensadora, incluidas cámaras de sección circular. Así como una ampliación de un corte transversal de una de estas cámaras.

Figura 8 muestra un corte longitudinal de un dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario, con la carcasa en disposición horizontal y con intercambiador de calor latente de cámaras verticales con la cara interior evaporadora y la cara exterior condensadora, incluyendo cámaras con sección circular.

Descripción

De acuerdo a la figura 1 el desalinizador mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario tiene las características siguientes:

- Es un dispositivo de carcasa 15 y tubos o cámaras 6, evaporadores-condensadores. Las cámaras también se denominan placas, aunque una placa sea un componente de una cámara. Los tubos son un subconjunto de las cámaras, compuesto por cámaras con sección circular.
- 15 - Tiene una estanqueidad suficiente para que la presión del vapor primario 4 puede ser distinta que la presión del vapor secundario 5 y ambas pueden ser distintas a la presión atmosférica del exterior de la carcasa.
- Incorpora al menos un dispositivo 3 que incrementa la presión del vapor primario 4 para generar el vapor secundario 5. Este dispositivo 3 requiere un ratio de compresión bajo, que 20 puede ser de tan solo 1,1. La función de este dispositivo 3 es la de aumentar en unos milibares la presión del vapor de agua mediante la energía cinética del rotor que se transforma en un incremento de presión y de temperatura del vapor primario 4 para dar lugar al vapor secundario 5. El vapor secundario 5 se aporta a la cara condensadora de los tubos o cámaras 6 del intercambiador de calor latente. El dispositivo 3 se puede colocar dentro de 25 la carcasa como se muestra en la figura 1 o se puede colocar fuera de ella. En caso de estar fuera de la carcasa se necesitan unas canalizaciones del vapor primario y del secundario que pueden limitar la eficiencia del dispositivo. El motor del dispositivo 3 se puede colocar dentro o fuera de la carcasa. En caso de estar fuera de la carcasa se utiliza un eje o caja de cambios para transmitir la fuerza motriz al rotor interior.
- 30 - La cara condensadora del intercambiador de calor latente está cubierta, al menos en parte, de microsurcos u otra estructura capilar sobre los que se condensa el vapor secundario 5 en régimen de condensación capilar. El agua condensada fluye dentro de estas estructuras capilares, formando meniscos hasta que gotea o fluye fuera de la cara condensadora. Estos

microsurcos u otra estructura capilar tienen la sección, pendiente y longitud necesarias para que, considerando el flujo de energía y la cantidad de vapor de agua que se condensa, quede una fracción de metal libre de películas de agua entre el extremo del menisco y el extremo del microsurco u otra estructura capilar.

- 5 - La cara evaporadora del intercambiador de calor latente está cubierta, al menos en parte, de microsurcos o micro ranuras dentro de los cuales fluye agua a desalinizar y forma meniscos. En el extremo superior de estos meniscos se produce la más eficiente evaporación de vapor primario 4. Estos microsurcos o micro ranuras tienen la sección, pendiente y longitud necesarias para que, considerando el flujo de energía y la cantidad de agua a evaporar, el microsurco o microranura no se seque a lo largo de toda su longitud y quede una fracción de metal libre de películas de agua entre el extremo del menisco y el extremo del microsurco o micro ranura.
- 10 - La configuración del intercambiador de calor latente puede ser que cara interior del intercambiador de calor latente sea condensadora del vapor primario y la cara exterior evaporadora del vapor secundario. En esta configuración, de acuerdo a la figura 2, el calor latente de condensación liberado sobre el menisco 18 en la cara condensadora interior se transfiere, siguiendo el trayecto térmico 19, hasta el extremo superior del menisco 17 en la cara evaporadora exterior donde es absorbido en forma de calor latente de evaporación.
- 15 - La configuración del intercambiador de calor latente puede ser a la inversa de la anterior.
- 20 Es decir que la configuración del intercambiador de calor latente puede ser que la cara interior del intercambiador de calor latente sea evaporadora de vapor primario 4 y la cara exterior sea condensadora de vapor secundario 5. En esta configuración, de acuerdo a la figura 2, el calor latente de condensación liberado sobre el menisco 17 en la cara condensadora exterior se transfiere, siguiendo el trayecto térmico 19, hasta el extremo
- 25 superior del menisco 18 en la cara evaporadora interior donde es absorbido en forma de calor latente de evaporación. La evaporación en confinamiento, combinada con la estructura capilar de la cara evaporadora facilita el ordenamiento del agua dentro de los microsurcos o micro ranuras que cubren, al menos en parte, la cara interior evaporadora. Este ordenamiento del agua dentro de los capilares se debe a que la evaporación pasa a ser en
- 30 masa o ebullición en las capas de agua que se forman por desbordamientos sobre la estructura capilar. Esta ebullición genera salpicaduras de agua que reducen el desbordamiento y desplazan el agua a otras zonas de la cara interior, mojando las zonas que se puedan haber secado. Mientras que las zonas en las que el agua está ordenada dentro de la estructura capilar, formando meniscos, la evaporación se produce

ordenadamente desde el extremo superior del menisco. De modo que el agua tiende a distribuirse de modo ordenado dentro de los capilares, formando meniscos evaporadores, gracias a la combinación de la evaporación en confinamiento dentro de la cámara y a la estructura capilar que cubre, al menos en parte, la cara evaporadora.

- 5 - Si la configuración del dispositivo es de intercambiador de calor latente con la cara exterior evaporadora y la cara interior condensadora, entonces el dispositivo tiene un espacio suficiente entre el haz de tubos o cámaras 24 y la carcasa 15 para que el vapor primario evaporado sobre la cara evaporadora de estos tubos o cámaras 24 fluya hasta el punto de succión del vapor primario 4.
- 10 - Si la configuración del dispositivo es de intercambiador de calor latente con la cara interior evaporadora y la cara exterior condensadora, las cámaras 13, 14, 16 están confinadas dentro un espacio cerrado por unas paredes 22, 26 que forman una carcasa interior dentro de la carcasa exterior 15. Entre la carcasa exterior 15 y las paredes 22, 26 que forman la carcasa interior queda un espacio 23, 25, al menos parcial, para que el vapor primario evaporado dentro de las cámaras 13, 14, 16 fluya hasta el punto de succión del vapor primario 4. El vapor secundario 5 fluye dentro de la carcasa interior confinada en el interior de las paredes 22, 26 de modo que el vapor secundario accede a la pared exterior de las cámaras 13, 14, 16 donde se condensa.
- 15 - Dispone de los habituales mecanismos de captura de gotas, demister, para evitar la entrada de gotas de solución salina en fase líquida dentro del circuito del vapor secundario 5.
- 20 - Para reducir el coste energético, la temperatura de trabajo del dispositivo es igual o similar a la temperatura ambiente de la solución salina a desalinizar. El dispositivo también puede funcionar a temperaturas superiores a la temperatura ambiente del agua a desalinizar.
- 25 - De acuerdo a la Figura 2, la sección 21 de la pared de la cámara o del tubo del intercambiador de calor latente es en forma de zigzag, almenado u ondulado. De modo que entre el exterior del menisco condensador y el extremo superior del menisco evaporador hay un trayecto térmico 19 libre de capas de agua. La ausencia de capas de agua en el trayecto térmico 19 evita la resistencia térmica que crean las capas de agua, lo cual permite que el
- 30 - coeficiente de transferencia de calor latente del intercambiador sea elevado y el diferencial de temperatura entre el vapor primario y el vapor secundario sea bajo. De forma que este intercambiador de calor latente sólo requiere el diferencial de temperatura siguiente entre vapor primario y vapor secundario:

- El diferencial de temperatura impuesto por la elevación del punto de ebullición de la solución salina, el cual depende de la temperatura y concentración de la solución salina. Para el caso de agua de mar a temperatura ambiente, esta elevación del punto de ebullición puede comportar unos 0,5°C.
- 5 - El diferencial de temperatura impuesto por la pared de metal del tubo o cámara para el trayecto térmico 19, entre el exterior del menisco condensador y el extremo superior del menisco evaporador.
- El diferencial de temperatura impuesto por ineficiencias en el aporte del agua dentro de los microsurcos o micro ranuras evaporadores.
- 10 Nuestros ensayos nos confirman que la resultante de este diferencial de temperatura por ineficiencias y el impuesto por la pared metálica del tubo o cámara puede ser muy bajo, en torno a 0,2°C que, sumado a los 0,5°C de la elevación del punto de ebullición, nos puede dar un salto térmico entre vapor primario y vapor secundario en torno a 0,7°C.
- De modo que el diferencial de temperatura entre el vapor primario y el vapor secundario
- 15 puede ser muy bajo, llegando a estar por debajo de 1°C.
- El bajo diferencial de temperatura entre el vapor primario 4 y el vapor secundario 5 comporta que el dispositivo 3 que incrementa la presión del vapor primario 4 para producir el vapor secundario 5, sólo debe aportar un pequeño incremento de presión. Este diferencial de presión puede llegar a ser inferior a 200Pa. De modo que el dispositivo 3 de incremento de
- 20 la presión del vapor primario 4 sólo requiere poca potencia y un diseño sencillo para conseguir estos bajos diferenciales de presión y temperatura.
- El dispositivo se puede utilizar para otros procesos de desalinización o destilación que la desalinización de agua de mar o salobre. En ejercicios de desalinización de soluciones con baja concentración de sales, la elevación del punto de ebullición se reduce. Es lo que
- 25 sucede en caso de utilizar el dispositivo para la producción de agua destilada a partir de agua dulce. En este caso, el proceso de destilación se puede hacer con un salto térmico de apenas 0,2°C reduciéndose drásticamente el consumo específico de energía por unidad de agua destilada.
- El dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor
- 30 primario se puede realizar bajo distintas configuraciones resultantes de la combinación de los parámetros siguientes:
- Carcasa en posición horizontal o en posición vertical

- Intercambiador de calor latente con evaporación capilar sobre su cara exterior y condensación capilar sobre su cara interior; o intercambiador de calor latente con evaporación capilar sobre su cara interior y condensación capilar sobre su cara exterior.
- Intercambiador de calor latente formado por tubos o por cámaras. Teniendo en cuenta que los tubos se pueden considerar como un subconjunto de las cámaras, compuesto por cámaras de sección circular.
- Tubos o cámaras del intercambiador de calor latente en posición vertical o en posición horizontal.

De acuerdo a la figura 3 el dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario es de carcasa horizontal con intercambiador de calor latente de cámaras o tubos horizontales 24 evaporadores –condensadores con la cara interior condensadora y la cara exterior evaporadora. En esta configuración hay una entrada por la que se introduce 1 la solución salina a desalinizar que previamente ha pasado por un dispositivo de desaireación para eliminar los gases incondensables disueltos. La solución salina a desalinizar entra 1 a la presión necesaria para el correcto funcionamiento del mecanismo de aporte 2 de la solución salina en los microsurcos o micro ranuras de la cara exterior evaporadora de los tubos o cámaras de intercambio de calor latente 24. El mecanismo de aporte del agua 2 puede ser por vertido, ducha, spray, nebulización o aspersión. El resto de agua salada se extrae 8 desde el fondo de la carcasa. El vapor primario 4 evaporado sobre la cara exterior evaporadora de los tubos o cámaras 24 es aspirado por el dispositivo 3 de elevación de la presión que incrementa la presión del vapor primario 4 dando lugar al vapor secundario 5. El vapor secundario 5 se introduce dentro de los tubos o cámaras 24 evaporadores-condensadores, donde se condensa en régimen de condensación capilar. El agua condensada sale por un extremo del tubo o cámara horizontal 24 y se canaliza 7 fuera de la carcasa 15.

De acuerdo a la figura 4 y a la figura 5, el dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico del vapor primario es de carcasa horizontal con intercambiador de calor latente de cámaras horizontales evaporadoras–condensadoras, incluidas las de sección circular, con la cara interior evaporadora y la cara exterior condensadora. En el interior de la cámara hay un conducto 9 de aporte del agua a desalinizar. Este aporte de la solución a desalinizar es tipo vertido, ducha, aspersión, nebulización o spray. El excedente de agua a desalinizar 10 se acumula en el fondo de la cámara y al menos desde un extremo de las cámaras se extrae 12 fuera de la carcasa. El vapor primario 4 evaporado sobre la cara interior evaporadora se extrae desde al menos un extremo de las cámaras. El vapor primario 4 se canaliza hasta el punto de aspiración del dispositivo 3 de elevación de presión

por un espacio 23 entre la carcasa exterior 15 y la carcasa interior limitada por paredes 22. El dispositivo 3 de elevación de la presión del vapor eleva la presión del vapor primario 4 produciendo vapor secundario 5. El vapor secundario se canaliza dentro de la carcasa interior limitada por las paredes 22 de modo que fluye por la cara exterior condensadora de 5 las cámaras horizontales 13. El vapor secundario se condensa en régimen de condensación capilar sobre la cara exterior condensadora de las cámaras 13 y el líquido condensado gotea o fluye al final de la cara exterior de las cámaras 13 y se acumula en el fondo de la carcasa interior limitada por las paredes 22. El líquido condensado se extrae 11 de la carcasa interior y de la carcasa exterior 15. Los microsurcos o microranuras de la cámara 10 pueden ser verticales, perpendiculares al eje de la cámara.

De acuerdo a las figuras 6 y 7 el dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico es de carcasa vertical con intercambiador de calor latente de cámaras, incluyendo cámaras de sección circular, verticales 14 evaporadoras–condensadoras con la cara interior evaporadora y la cara exterior condensadora. El dispositivo 3 eleva la presión del vapor 15 primario 4 y lo circula dentro de la carcasa interior limitada por paredes 26, de modo que el vapor secundario fluye sobre la cara exterior de las cámaras 14. La cara exterior de las cámaras 14 está cubierta, al menos en parte, de microsurcos u otra estructura capilar sobre la que se condensa el vapor secundario. EL condensado se extrae 11 de la carcasa interior limitada por las paredes 26 y de la carcasa exterior del dispositivo 15. En el interior de la 20 cámara 14 se aporta el agua a desalinizar mediante un dispositivo de aporte 9 a presión o con aporte gravitacional desde una apertura en el extremo superior de la cámara 14. Al menos por el extremo inferior de las cámaras se extrae el resto de agua salada 12 y el vapor primario 4. El vapor primario 4 fluye dentro del espacio 25 entre la carcasa exterior 15 y las paredes 26 hasta punto de absorción del aparato 3 que eleva la presión del vapor primario 4 25 y se genera vapor secundario 5. Los microsurcos o microranuras de la cámara pueden ser verticales, paralelos al eje de la cámara 14.

De acuerdo a la figura 8 el dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico es de carcasa 15 horizontal con intercambiador de calor latente de cámaras, incluyendo cámaras de sección circular, verticales 16 evaporadoras–condensadoras con la cara interior 30 evaporadora y la cara exterior condensadora. El dispositivo 3 eleva la presión del vapor primario 4 generando vapor secundario 5 que fluye dentro de la carcasa interior limitada por las paredes 22. De modo que el vapor secundario fluye por el exterior de las cámaras 16. La cara exterior de las cámaras 16 está cubierta, al menos en parte, de microsurcos u otra estructura capilar sobre la que se condensa el vapor secundario 5 en régimen de 35 condensación capilar. El agua condensada fluye al final de la cara exterior de cámara 16 y

se extrae 11 de la carcasa interior limitada por las paredes 22 y de la carcasa exterior 15 del dispositivo. En el interior de las cámaras 16 se aporta el agua a desalinizar mediante un sistema de aporte 9 o por aporte gravitacional desde una apertura en el extremo superior de la cámara 16. Al menos por el extremo inferior de las cámaras se extrae el resto de agua 5 salada 12 y el vapor de agua primario 4. El vapor de agua primario fluye dentro del espacio 23 entre la carcasa exterior 15 y las paredes 22, hasta llegar al punto de absorción del dispositivo 3 de elevación de la presión. Los microsurcos o microranuras de la cámara pueden ser verticales, perpendiculares al eje de la cámara.

Para mayor claridad en la descripción, las figuras 1, 3, 5, 6 y 8 no incluyen los dispositivos 10 periféricos generalmente conocidos para dispositivos de destilación por compresión mecánica de vapor, que también son necesarios para el funcionamiento del dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario, pero que no aportan avances de inventiva. Como la bomba y circuito de abastecimiento de la solución a desalinizar; el dispositivo de desaireación de la solución a desalinizar, para 15 eliminar los gases incondensables; los dispositivos de extracción, conducción y almacenaje del agua desalinizada 7,11; los dispositivos de extracción, conducción y vertido controlado de la salmuera residual 8, 12; los dispositivos de extracción de gases incondensables que se pueden acumular en el circuito del vapor primario; los dispositivos de extracción de gases incondensables que se pueden acumular en el circuito de vapor secundario; los dispositivos 20 de conexión a la red eléctrica para el caso de configuración en conexión a red; o los dispositivos de generación de electricidad o de transmisión de fuerza mecánica a partir de energía eólica, marina o solar para la configuración del dispositivo en régimen de desconexión de la red, off-grid.

El dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor 25 primario se puede implementar en una configuración multiefecto, es decir con más de un efecto o ciclo de intercambio de calor o ciclo de condensación y evaporación entre el vapor secundario 5 generado por el dispositivo 3 de elevación de presión y el vapor del último efecto que es utilizado como vapor primario 4. En una configuración multiefecto hay una cámara 15 para cada efecto y dentro de cada cámara 15 de cada efecto hay un 30 intercambiador de calor latente que realiza un ciclo de condensación y evaporación. Esta configuración multiefecto se puede hacer con las distintas configuraciones de carcasa e intercambiador de calor latente descritas a lo largo de esta descripción.

Con este nuevo dispositivo desalinizador mediante un bajo incremento mecánico de la presión del vapor primario se consigue completar un ciclo de evaporación y condensación,

es decir un ciclo de producción de agua desalinizada, con un coste energético que puede estar por debajo de 1,3kWh por metro cúbico de agua de mar desalinizada, más la energía necesaria para las funciones periféricas. Lo cual sitúa a este nuevo dispositivo de desalinización como el dispositivo de desalinización industrial de menor consumo

5 energético por m³ de agua de mar desalinizada. Este consumo específico es, actualmente, el más cercano al límite teórico de 0,7 kWh/m³ de producción de agua fresca a partir de agua de mar. Con la ventaja añadida que esta energía puede ser de baja intensidad y puede ser aportada íntegramente por una fuente renovable, es decir, con un impacto prácticamente nulo en la huella de CO₂, lo cual comporta un cambio de paradigma en el mundo de la

10 desalinización y permite que comunidades con pocos recursos energéticos y económicos puedan acceder a agua segura.

El dispositivo objeto de esta descripción se puede implementar en una configuración de alta capacidad con conexión a la red y se puede implementar bajo una configuración de bajo coste pensada para comunidades en zonas remotas o de bajos recursos y que puede

15 funcionar a partir de energía renovable de baja intensidad, off-grid.

REIVINDICACIONES

- 1- Dispositivo de destilación por compresión mecánica de vapor de carcasa (15) e intercambiador de calor latente; **caracterizado** porque el intercambiador de calor latente comprende al menos una cámara con la cara interior evaporadora y la cara exterior condensadora; la cara evaporadora del intercambiador de calor latente está cubierta, al menos en parte, por microsurcos o micro ranuras por las que fluye la solución salina formando meniscos y el vapor de agua primario (4) se evapora desde el extremo del menisco; la cara condensadora del intercambiador de calor latente está cubierta, al menos en parte por microsurcos u otra estructura capilar sobre la que el vapor secundario (5) se condensa en régimen de condensación capilar; el dispositivo mecánico de elevación de la presión del vapor (3) está configurado para elevar la presión del vapor primario (4) y suministrar vapor secundario (5) con una diferencia de temperatura reducida.
- 2- Dispositivo de acuerdo a la reivindicación 1; **caracterizado** porque el intercambiador de calor latente está formado por, al menos, una cámara (13) evaporadora-condensadora horizontal que puede tener cualquier sección , incluida una sección circular; en el interior de la cámara (13) hay un conducto (9) de aporte de la solución salina dentro de los microsurcos o micro ranuras de la cara interior evaporadora; y el vapor secundario (5) se aporta sobre la cara exterior condensadora de las cámaras (13) dentro un espacio confinado entre unas paredes (22) que forman una carcasa interior.
- 3- Dispositivo de acuerdo a la reivindicación 1; **caracterizado** porque el intercambiador de calor latente está formado por al menos una cámara, evaporadora-condensadora vertical (16) que puede tener cualquier sección, incluida una sección circular.
- 4- Dispositivo de acuerdo a la reivindicación 3; **caracterizado** porque el aporte de solución salina dentro de la cámara vertical (16) evaporadora-condensadora se hace mediante flujo gravitacional desde un orificio o sistema de regulación de flujo en la parte superior de la cámara vertical (16) evaporadora-condensadora, con o sin presencia de conductos de aporte (9) de solución salina.
- 5- Dispositivo de acuerdo a la reivindicación 1; **caracterizado** porque el intercambiador de calor latente está formado por, al menos, una cámara (14) evaporadora-condensadora vertical que puede tener cualquier sección, incluida una sección circular; en el interior cada cámara (14) hay un conducto (9) de aporte de la solución salina dentro de los microsurcos o microranuras de la cara interior evaporadora; y el vapor secundario (5) se aporta sobre la

cara exterior condensadora de las cámaras (14) dentro un espacio confinado entre unas paredes (26) que forman una carcasa interior.

6- Dispositivo de acuerdo a la reivindicación 5; **caracterizado** porque el aporte de solución salina dentro de la cámara vertical (14) evaporadora-condensadora se hace mediante flujo

5 gravitacional desde un orificio o sistema de regulación de flujo en la parte superior de la cámara vertical (14) evaporadora-condensadora, con o sin presencia de conductos de aporte (9) de solución salina.

7- Dispositivo de acuerdo a la reivindicación 2; **caracterizado** porque la carcasa tiene una configuración horizontal; el intercambiador de calor latente está formado por al menos un

10 tubo evaporador-condensador horizontal; la cara exterior del tubo evaporador-condensador es evaporadora y su cara interior es condensadora; y la solución salina se aporta mediante un mecanismo de aporte de (2) dentro de los microsurcos o microranuras de la cara exterior del intercambiador de calor.

8- Dispositivo de acuerdo a la reivindicación 2; **caracterizado** porque el intercambiador de

15 calor latente está formado por al menos una cámara evaporadora-condensadora horizontal; la cara interior de la cámara evaporadora-condensadora es condensadora; y la cara exterior de la cámara evaporadora-condensadora es evaporadora.

9- Dispositivo de acuerdo a una de las reivindicaciones 1 a 6; **caracterizado** porque en el interior de la cámara evaporadora condensadora (13) (14) (16) se produce la combinación

20 de una superficie evaporadora cubierta de una estructura capilar y un régimen de evaporación en confinamiento que permite un proceso dinámico de ordenamiento del líquido a evaporar dentro de los microsurcos con sus meniscos evaporadores (18) y la reducción o eliminación de películas de líquido y de zonas secas sobre la cara evaporadora; y por disponer de trayectos térmicos (19) libres de capas de líquido entre la superficie del menisco
25 condensador (17) donde se desprende el calor latente de condensación y el extremo del menisco evaporador (18) donde se absorbe el calor latente de evaporación.

10- Dispositivo de acuerdo a una de las reivindicaciones 1 a 8; **caracterizado** porque la pared del intercambiador de calor latente tiene una sección en zigzag, almenado u ondulado de modo que el menisco condensador queda yuxtapuesto o cercano al menisco evaporador

30 y el trayecto térmico (19) entre el punto de condensación capilar sobre el menisco condensador y el extremo superior del menisco evaporador es corto y sin barreras de capas de agua

- 11- Dispositivo de acuerdo a una de las reivindicaciones 1 a 8; **caracterizado** porque es un dispositivo multiefecto.
- 12- Dispositivo de acuerdo a una de las reivindicaciones 1 a 8 está configurado para utilizar una fuente de energía de baja intensidad renovable como eólica, solar o marina.
- 5 13- Dispositivo de acuerdo a una de las reivindicaciones 1 a 8 está configurado para destilar un fluido distinto de agua de mar, agua salobre.

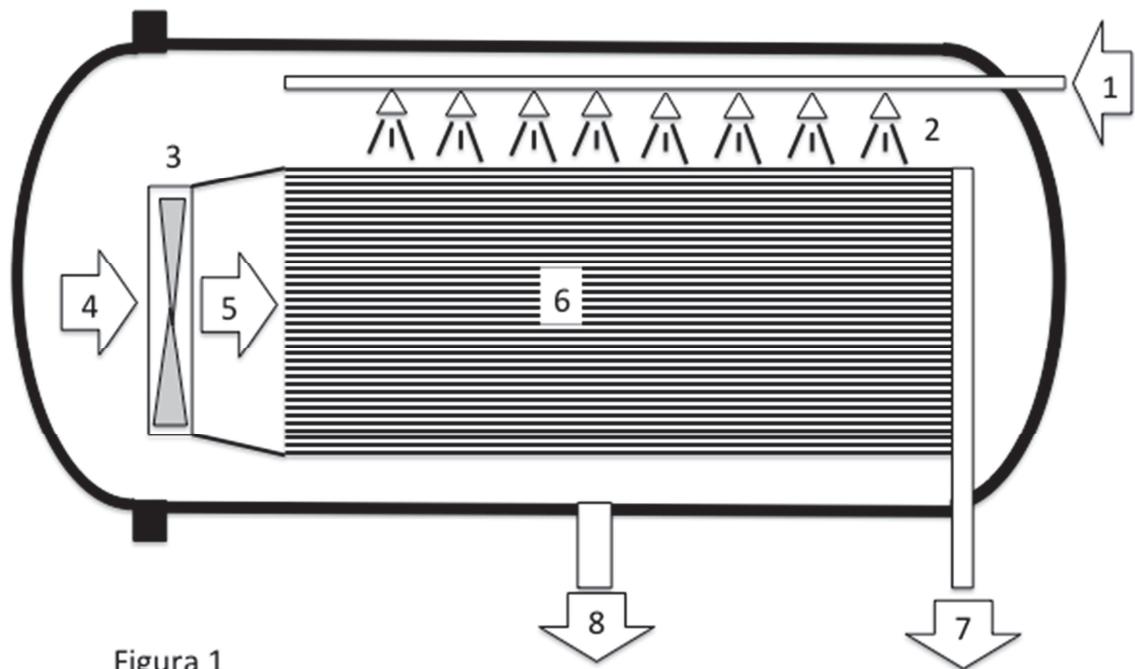


Figura 1

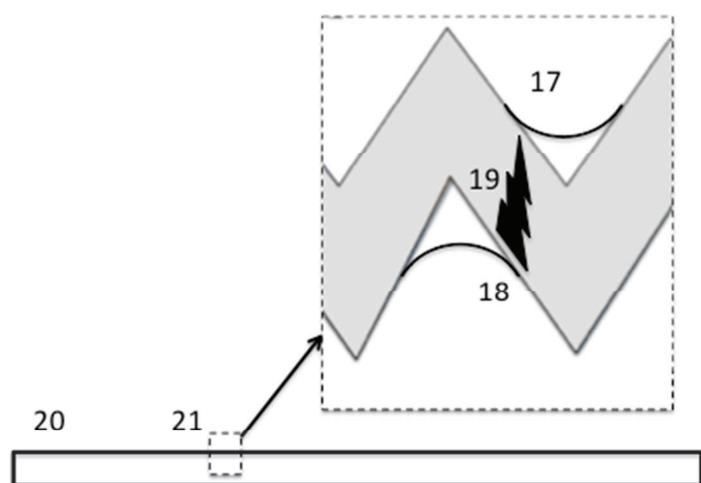


Figura 2

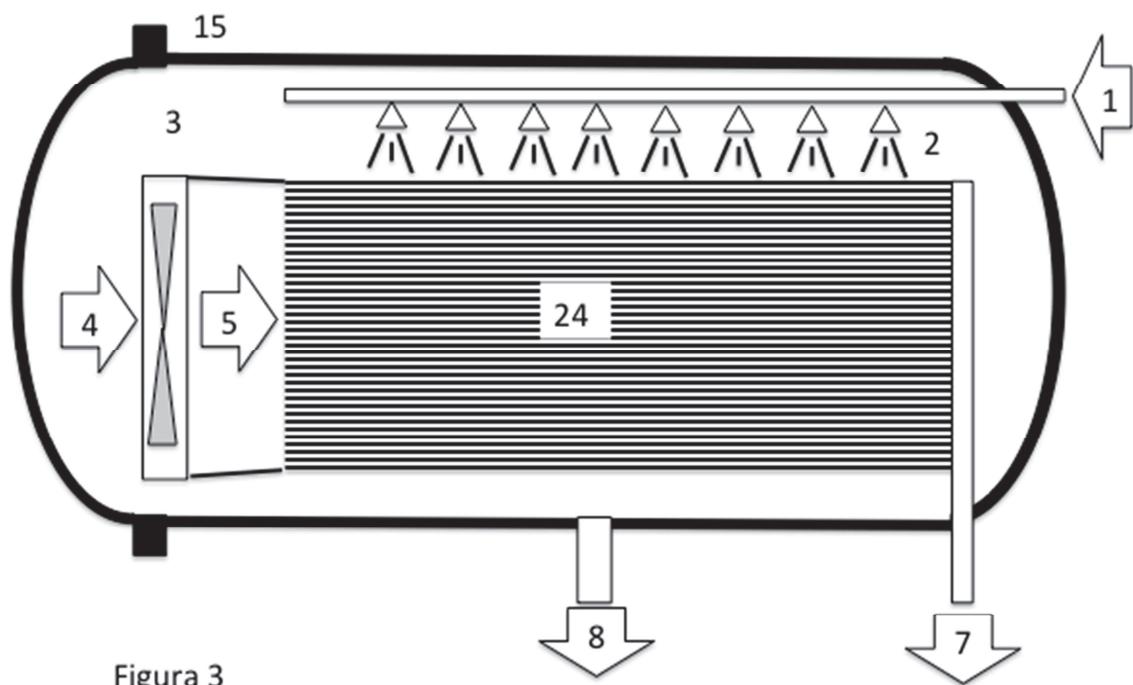


Figura 3

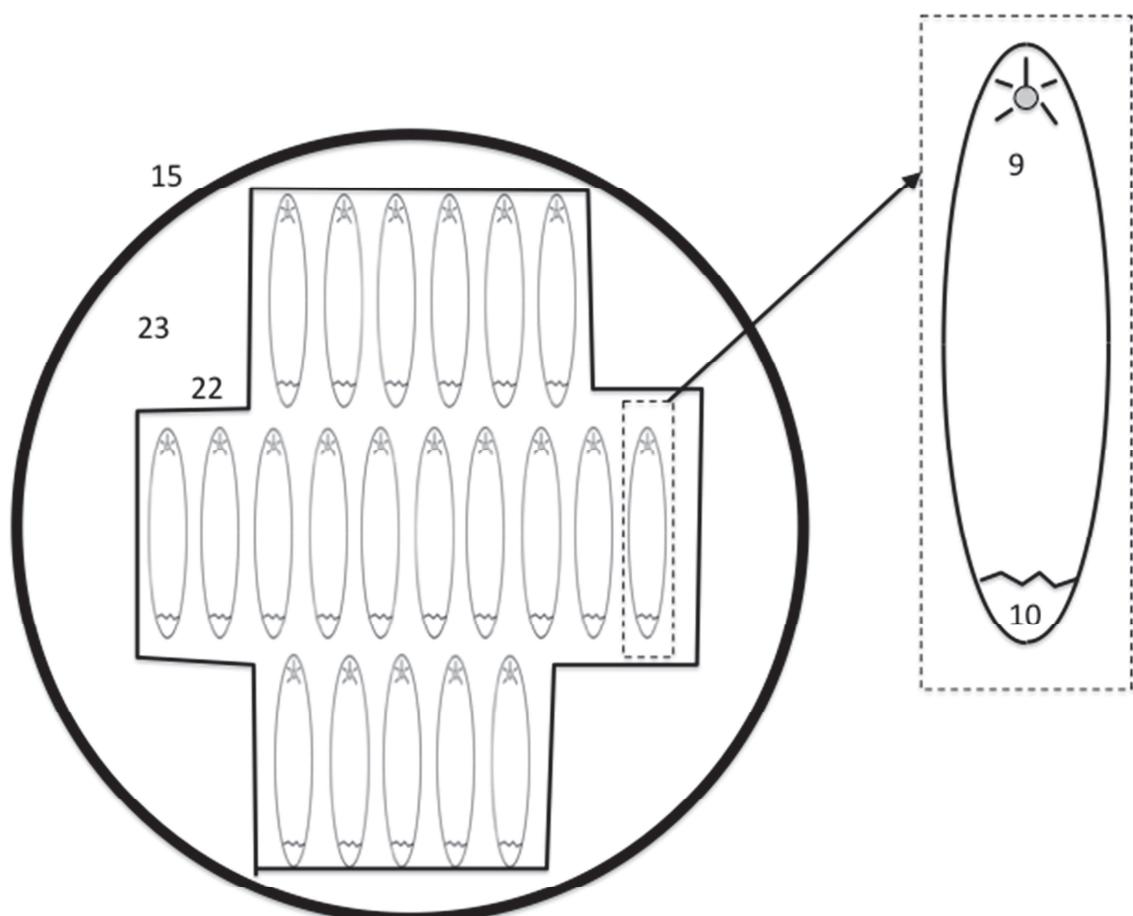


Figura 4

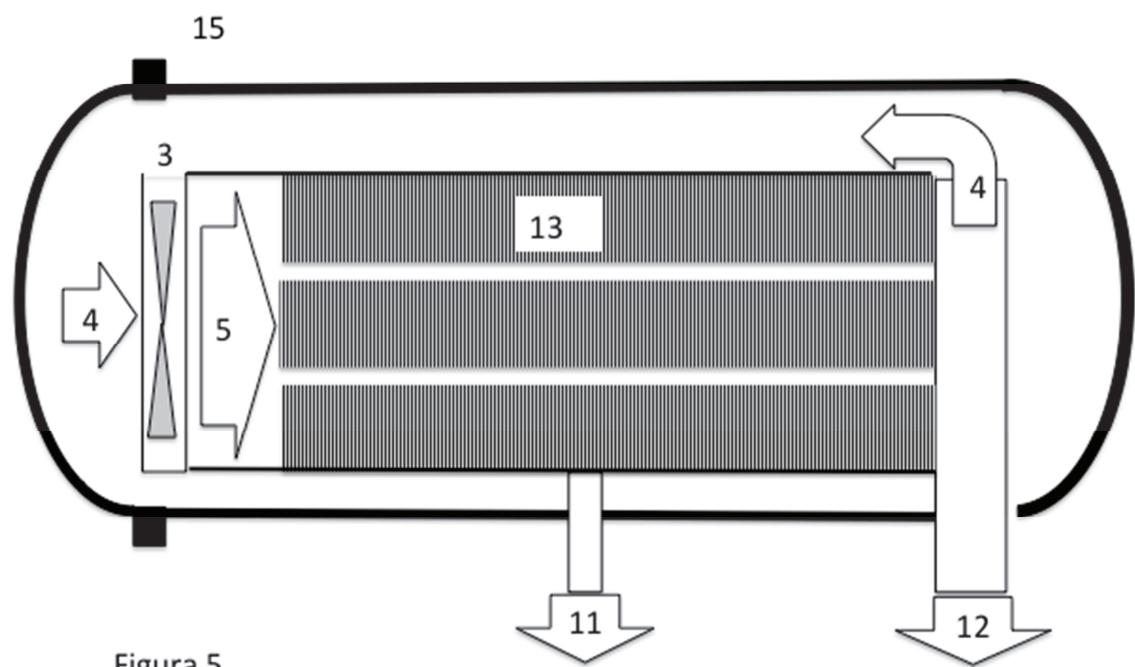


Figura 5

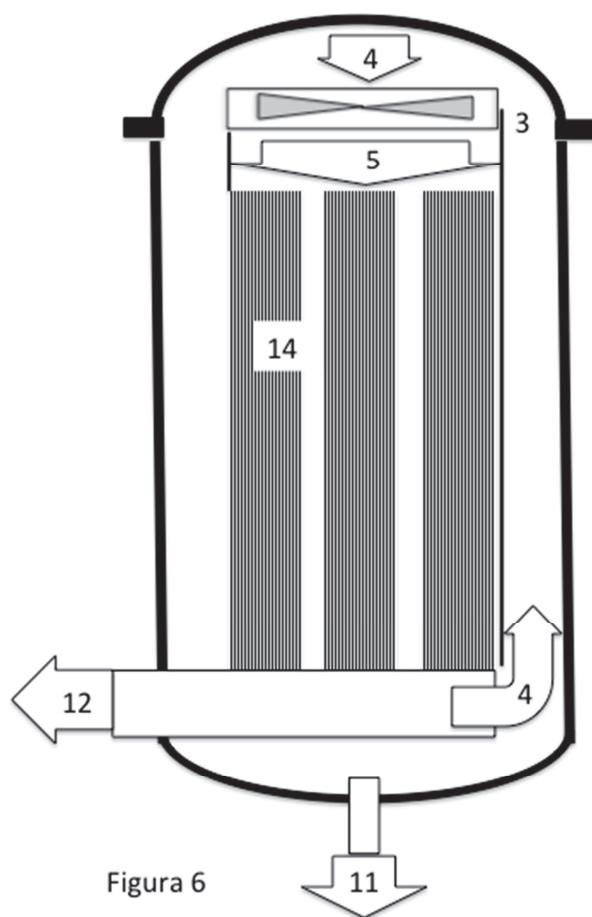


Figura 6

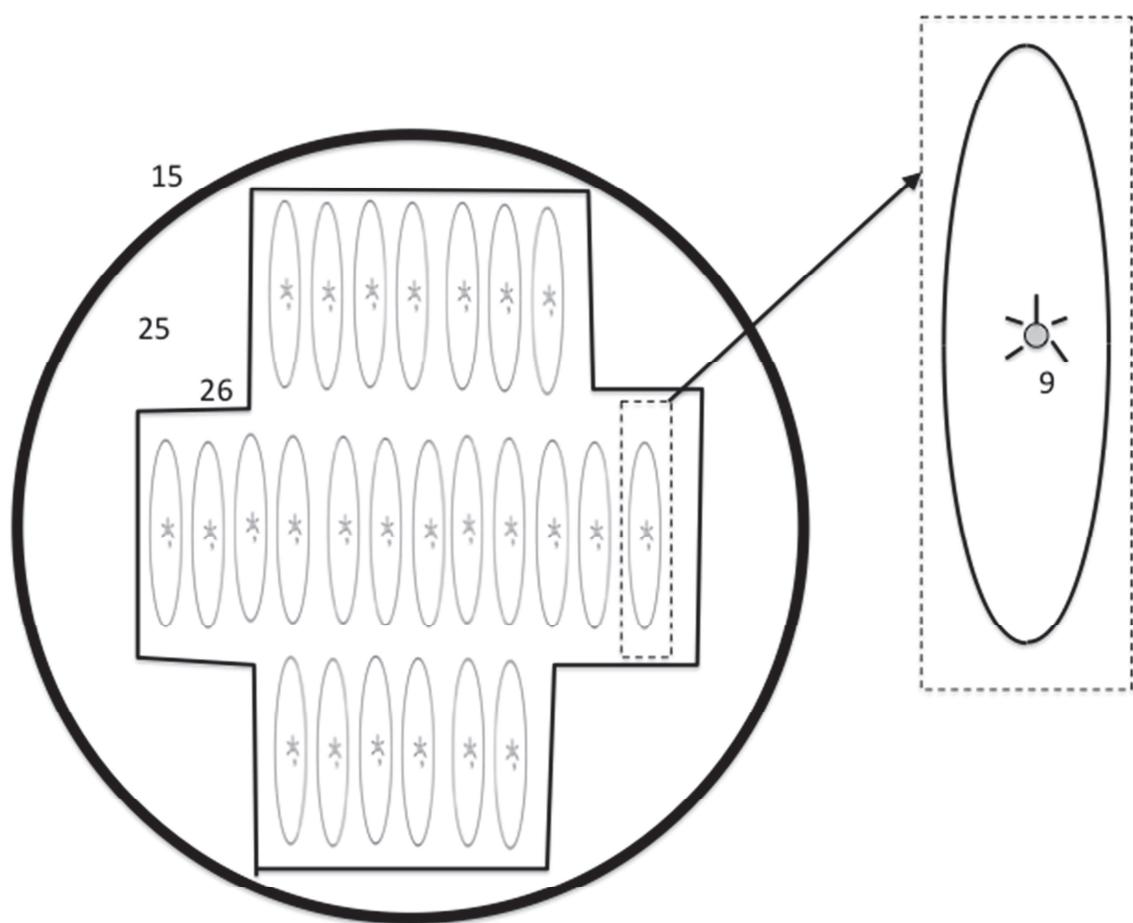


Figura 7

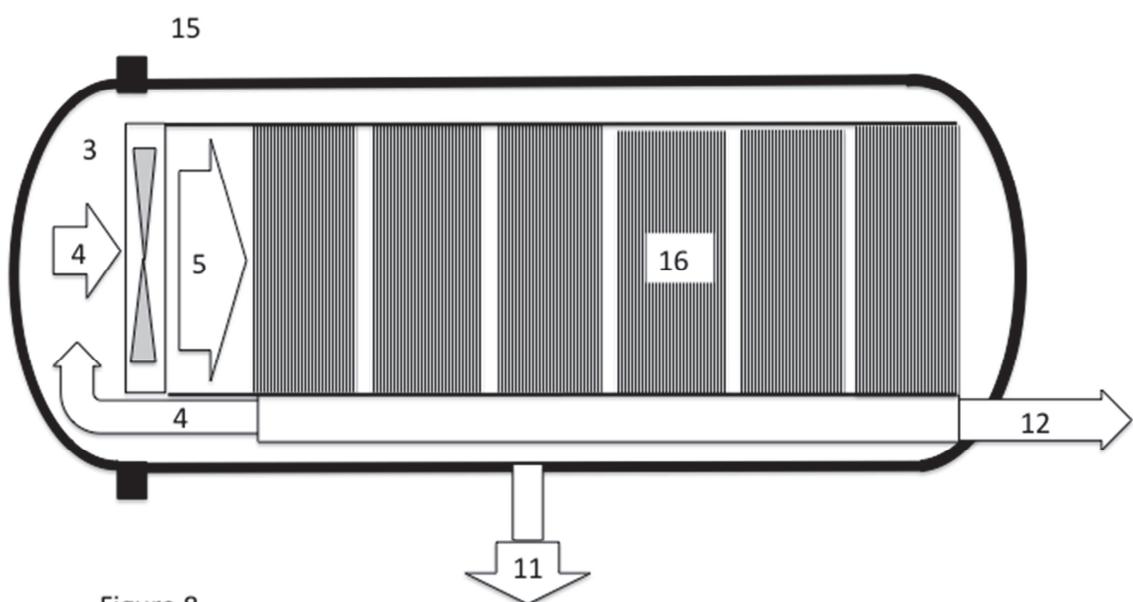


Figura 8