

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 015 722**

51 Int. Cl.:

B01D 63/10

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.01.2020** **E 20382065 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2025** **EP 3858470**

54 Título: **Disposición de membrana y método de montaje correspondiente**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
07.05.2025

73 Titular/es:

UNIVERSITAT DE GIRONA (50.00%)
Plaça Sant Domènec 3, Edifici Les Aligues
17004 Girona, ES y
INSTITUT CATALÀ DE LA RECERCA DE L'AIGUA
(ICRA) (50.00%)

72 Inventor/es:

GARCÍA PACHECO, RAQUEL;
COMAS I MATAS, JOAQUIM;
LI, QIYUAN y
LE CLECH, PIERRE

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL S.L.P.

ES 3 015 722 T3

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

DESCRIPCIÓN

Disposición de membrana y método de montaje correspondiente

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a una disposición de membrana para tratar un fluido según la reivindicación 1.

10 La invención se refiere además a un método para montar una disposición de membrana según la reivindicación 10.

Estado de la técnica

15 La filtración de agua mediante módulos de membrana de osmosis inversa (OI) es la tecnología de desalación más extendida a nivel mundial, que ayuda a cubrir la demanda de agua actual. Sin embargo, este procedimiento industrial todavía sigue un modelo de economía lineal y las membranas de OI se desechan cuando se deteriora o bien la velocidad de flujo o bien la calidad de agua.

20 Se han realizado esfuerzos por reducir la cantidad de módulos de membrana de OI al final de la vida útil. Estos módulos se desechan generalmente en vertederos o se incineran. La reutilización y reciclaje de membranas para producir membranas de segunda mano son la principal gestión alternativa. De hecho, los usuarios de membranas están demandando instalaciones que puedan producir membranas de segunda mano con rendimiento y vida útil competitivos comparables a las membranas fabricadas convencionales.

25 El documento ES2589151A1 divulga un método para reciclar módulos de membrana de OI. Sin embargo, aún no se dispone de una configuración eficiente para la cadena de procedimiento de reciclaje y una configuración adecuada para la implementación de las membranas recicladas. Las disposiciones de membranas enrolladas en espiral actuales requieren una resistencia a alta presión y recipientes de membranas costosos dentro de los cuales se montan uno o varios módulos de membrana.

30 El documento EP2271418A1 divulga una disposición de membrana que presenta un alojamiento externo para contener por lo menos un módulo de membrana, dos bridas de extremo y cuatro varillas de fijación. El alojamiento comprende orificios de guiado para las varillas de fijación. Las dos bridas están sujetas juntas por medio de las varillas de fijación. Esta disposición es costosa en cuanto a las piezas implicadas y es complicada de transportar.

35 Los documentos CN109574149A o CN206652394A divulgan una disposición de membrana en la que un módulo de membrana se sujeta dentro de un alojamiento externo y dos bridas de extremo. Las bridas están sujetas juntas mediante una pluralidad de varillas de fijación. Una vez más, ambas disposiciones son complicadas y, por tanto, costosas.

40 El documento US 2006/0096908 A1 divulga un dispositivo para filtrar fluidos transportados a alta presión que es fácil de someter a mantenimiento y resiste presiones muy altas al tiempo que presenta un área de filtro apreciablemente mayor que filtros de alta presión convencionales.

45 El documento WO 2017/206300 A1 divulga un conjunto de membrana filtración, que comprende una envuelta, un mandril, un núcleo de membrana, un primer conjunto de cubierta de extremo, un segundo conjunto de cubierta de extremo, una estructura de pretensado de núcleo de membrana y un orificio de entrada de fluido de materia prima, y un orificio de salida de fluido de purificación.

50 El documento US2009/223891A1 divulga un dispositivo de clarificación de aguas residuales modular que puede estar posicionado de manera externa a un tanque séptico o, alternativamente, instalado de manera interna dentro de una cámara de tanque séptico para producir agua suficientemente limpia para utilizaciones de césped y agrícolas.

55 **Sumario de la invención**

60 Existe una necesidad de obtener disposiciones de membrana alternativas, que correspondan a los módulos de membranas comerciales: o bien para la conservación de módulos de membrana de OI al final de la vida útil o bien los módulos de membrana reciclados con rendimiento de OI, nanofiltración (NF), ultrafiltración (UF) y microfiltración (MF) regenerado.

65 Por tanto, un objetivo de la invención es proporcionar una disposición de membrana que sea menos cara de fabricar, fácil de transportar, más fácil de montar y que proporcione flexibilidad de utilización. Este propósito se alcanza mediante una disposición de membrana para tratar un fluido según la reivindicación 1.

De hecho, a diferencia de las instalaciones de membranas de OI habituales, la disposición según la invención no

requiere ningún recipiente de presión, porque, a diferencia de las soluciones conocidas en la técnica, la propia envuelta de membrana asume la función de alojamiento.

La disposición de membrana de la invención proporciona varias ventajas que resultarán evidentes a continuación.

En primer lugar, la disposición permite conservar los módulos de membrana en la instalación de tratamiento de agua cuando se sustituyen. Para ello, solo se necesita montar la disposición con un módulo de membrana que se ha sustituido y llenar la disposición con un fluido de conservación. La disposición según la invención permite conservar la membrana contra el aire. Esto es una clara ventaja en comparación con el método de conservación actual, que consiste en colocar los módulos de membrana sustituidos en un estanque de conservación. Este método implica un desperdicio de recursos y especialmente de espacio.

Otra aplicación para esta clase de disposición de membrana es el procedimiento de reciclaje de módulos de membrana de OI. Tal como se explicó anteriormente, se conocen métodos de reciclaje de módulos de membrana tales como el dado a conocer en el documento ES2589151A1, incorporado en la presente memoria como referencia. Aunque el método se ha probado satisfactoriamente, los costes medioambientales asociados con el método todavía son notables. El método requiere un recipiente de alto volumen en el que pueden sumergirse los módulos de membrana, lo que a su vez requiere cantidades notables de agua y productos químicos. En vez de eso, la disposición de membrana de la invención permite el reciclaje del módulo de membrana minimizando la cantidad de recursos requeridos en el procedimiento. Ahora, solo se necesita montar el módulo de membrana que va a reciclarse en la disposición de membrana según la invención. Por tanto, se llena la disposición con una disolución de ataque tal como una disolución de hipoclorito de sodio. Después se sellan las aberturas de entrada y de salida de la membrana, y se expone el módulo de membrana a la disolución de ataque durante un intervalo de tiempo predeterminado. Como resultado, se elimina la capa de OI del módulo de membrana y, por tanto, se obtienen membranas de NF o UF recicladas. Estas membranas de NF o UF presentan una permeabilidad mayor que la de la membrana desechada y un rechazo en sales divalentes mayor que el 30 % y menor que el 30 %, respectivamente. Gracias a la disposición según la invención, este procedimiento puede ponerse en práctica de una manera económica y más respetuosa con el medio ambiente.

Todavía otra aplicación de la disposición de membrana según la invención es la utilización de módulos de membrana reciclados de OI, o incluso nuevos módulos de membrana de NF, UF o MF en procedimientos de filtración impulsada por gravedad, colocando la disposición de membrana sumergida en un tanque o de manera externa. Estos procedimientos requieren disposiciones de membrana innovadoras que sean rentables y fáciles de transportar al sitio de tratamiento de agua. Por ejemplo, para aplicaciones de tratamiento de agua en países subdesarrollados o zonas aisladas, sólo es necesario proporcionar tapas tanto de entrada como de salida, así como los elementos de conexión alargados individuales. Esto simplifica la logística de todo el procedimiento. Alternativamente, aparte del módulo de membrana, el resto de las piezas pueden fabricarse fácilmente *in situ*. Esto proporciona una alternativa muy económica para reutilizar antiguas membranas (previamente recicladas) en zonas en las que ya hay plantas de OI en funcionamiento. La aplicación de la invención en sistemas de tratamiento de agua resulta especialmente práctica para zonas rurales y aisladas pero también para plantas de tratamiento de aguas residuales.

Finalmente, la disposición de membrana según la invención proporciona una solución para poner en práctica un denominado método de filtrado "impulsado a baja presión". Durante el desarrollo de la invención, se ha demostrado la disposición con membranas de OI impolutas y de NF recicladas en modo de flujo transversal. Sorprendentemente, las disposiciones de membrana resistieron presiones de hasta 7 bar de una manera satisfactoria.

Por tanto, la disposición de la invención es muy flexible, menos compleja, más fácil de producir, de montar y de transportar. En particular, puede evitarse el recipiente de presión de las disposiciones de membrana actuales, y la disposición es mucho más sencilla. Dado que el alojamiento de la disposición es la envuelta externa de membrana del propio módulo de membrana, pueden reducirse notablemente los costes. Además, desde un punto de vista lógico, se necesita producir y/o transportar menos piezas.

La invención incluye además varias características preferidas que son objeto de las reivindicaciones dependientes y cuya utilidad se destacará a continuación en la presente memoria en la descripción detallada de una forma de realización de la invención.

Según la invención, cuando se busca la estandarización, dicho módulo de membrana comprende además una brida de extremo de entrada dispuesta sobre dicho extremo de entrada de dicha envuelta de membrana, una brida de extremo de salida dispuesta sobre dicho extremo de salida de dicha envuelta de membrana, y un conducto de recogida de permeado, extendiéndose dicho conducto de recogida a lo largo de dicho módulo de membrana entre dichas bridas de extremo de entrada y de salida, y estando en comunicación fluidica con dicha envuelta de membrana para recoger dicho permeado que fluye hacia fuera de dicho elemento de membrana durante el funcionamiento de dicha disposición de membrana y permitir que dicho permeado fluya hacia fuera a través de dicho conducto de recogida, estando dicha tapa de entrada dispuesta de manera estanca sobre dicha brida de

- extremo de entrada de dicho módulo de membrana y en comunicación fluidica con el mismo, para introducir dicha corriente de alimentación de afluente en dicha disposición de membrana, y dicha tapa de salida comprende además una segunda abertura de salida, estando dicha tapa de salida dispuesta de manera estanca sobre dicha brida de extremo de salida de dicho módulo de membrana y en comunicación fluidica con el mismo, de tal manera que
- 5 dicha primera abertura de salida está conectada a dicho conducto de recogida de permeado para permitir que una corriente de permeado fluya hacia fuera de dicho módulo de membrana a través de dicha por lo menos una primera abertura de salida, mientras que dicha segunda abertura de salida permite que una corriente de concentrado fluya hacia fuera de dicho módulo de membrana.
- 10 Según la invención, con el fin de proporcionar diferentes calidades de tratamiento de fluido el elemento de membrana de dicho módulo de membrana es un elemento de membrana enrollado en espiral, y la membrana de dicho elemento de membrana es una del grupo que consiste en una membrana de osmosis inversa, una membrana de nanofiltración, una membrana de ultrafiltración o una membrana de microfiltración.
- 15 También existe la necesidad de proporcionar una disposición que sea fácil de montar pero que también sea fiable en cuanto a estanqueidad a los fluidos. Para ello, en una forma de realización preferida las tapas de entrada y de salida comprenden respectivamente un lado interno y un lado externo, dichos lados internos comprenden respectivamente por lo menos un rebaje anular, comprendiendo dicha disposición de membrana además un elemento de sellado de entrada y un elemento de sellado de salida, y por que dichos elementos de sellado de
- 20 entrada y de salida están dispuestos respectivamente en dichos rebajes anulares para proporcionar un acoplamiento sellante o con el lado delantero respectivo de dicho módulo de membrana.
- Además, con el fin de permitir el reciclaje de una manera óptima, comprende además un primer y un segundo tapones de sellado, estando dicho primer y segundo tapones de sellado configurados para insertarse de una
- 25 manera estanca respectivamente en dicha abertura de entrada de dicha tapa de entrada y en dicha segunda abertura de salida de dicha tapa de salida. De esta manera, la disolución de ataque puede introducirse en la disposición de membrana sin fugas.
- 30 En una forma de realización alternativa diseñada para la conservación de módulo de membrana, la disposición comprende además un tercer tapón de sellado, estando dicho tercer tapón de sellado configurado para insertarse de una manera estanca en dicha primera abertura de salida de dicha tapa de salida.
- También existe la necesidad de proporcionar una disposición que sea fácil de montar pero que también sea fiable en cuanto a estanqueidad a los fluidos. Para ello, en una forma de realización preferida las tapas de entrada y de
- 35 salida comprenden respectivamente un lado interno y un lado externo, dichos lados internos comprenden respectivamente por lo menos un rebaje anular, comprendiendo dicha disposición de membrana además un elemento de sellado de entrada y un elemento de sellado de salida, y por que dichos elementos de sellado de entrada y de salida están dispuestos respectivamente en dichos rebajes anulares para proporcionar un acoplamiento sellante con el lado delantero respectivo de dicho módulo de membrana. Dicho de otro modo, el
- 40 acoplamiento sellante se obtiene comprimiendo el elemento de sellado entre la tapa correspondiente y el lado delantero del extremo brida correspondiente del módulo de membrana en la dirección axial de la disposición de membrana. Este montaje es muy fácil de llevar a cabo, porque se evita el riesgo de que el elemento de sellado se salga del rebaje anular durante el procedimiento de montaje. Por tanto, puede lograrse un excelente rendimiento de sellado, en comparación con el caso en el que el efecto de sellado se logra en la dirección radial de la envuelta
- 45 de membrana.
- En una forma de realización que persigue un diseño robusto, dichos elementos de conexión alargados de dicha pluralidad de elementos de conexión son rígidos.
- 50 En otra forma de realización que persigue simplicidad de producción, los elementos de conexión alargados son unas varillas longitudinales.
- Además, preferentemente las varillas de conexión son varillas de acero inoxidable.
- 55 En otra forma de realización que persigue un fácil transporte, los elementos de conexión alargados de dicha pluralidad de elementos de conexión son flexibles bajo compresión y rígidos bajo tensión.
- De manera especialmente preferida, los elementos de conexión alargados son tiras de fijación.
- 60 La invención se refiere además a un método para montar una disposición de membrana del tipo indicado al principio que comprende además las etapas según la reivindicación 10.
- En el método según la invención, dicho módulo de membrana comprende además:
- 65 [a] una brida de extremo de entrada dispuesta sobre dicho extremo de entrada de dicha envuelta de membrana,

[b] una brida de extremo de salida dispuesta sobre dicho extremo de salida de dicha envuelta de membrana, y

[c] un conducto de recogida de permeado, extendiéndose dicho conducto de recogida a lo largo de dicho módulo de membrana entre dichas bridas de extremo de entrada y de salida, y estando en comunicación fluidica con dicha envuelta de membrana para recoger dicho permeado que fluye hacia fuera de dicho elemento de membrana durante el funcionamiento de dicha disposición de membrana y permitir que dicho permeado fluya hacia fuera a través de dicho conducto de recogida,

comprendiendo el método además las etapas siguientes

[d] disponer de manera estanca dicha tapa de entrada sobre dicha brida de extremo de entrada de dicho módulo de membrana y en comunicación fluidica con el mismo, para introducir dicha corriente de alimentación de afluente en dicha disposición de membrana y por que

[d] dicha tapa de salida comprende además una segunda abertura de salida, de tal manera que dicha tapa de salida está dispuesta de manera estanca sobre dicha brida de extremo de salida de dicho módulo de membrana y en comunicación fluidica con el mismo, de tal manera que dicha primera abertura de salida está conectada a dicho conducto de recogida de permeado para permitir que una corriente de permeado fluya hacia fuera de dicho módulo de membrana a través de dicha por lo menos una primera abertura de salida, mientras que dicha segunda abertura de salida permite que una corriente de concentrado fluya hacia fuera de dicho módulo de membrana.

Finalmente, en una forma de realización preferida, dichas tapas de entrada y de salida comprenden respectivamente un lado interno y un lado externo, dichos lados internos comprenden respectivamente por lo menos un rebaje anular, comprendiendo dicha disposición de membrana además un elemento de sellado de entrada y un elemento de sellado de salida, y por que el método comprende además la etapa de disponer dichos elementos de sellado de entrada y de salida en dichos rebajes anulares para proporcionar un acoplamiento sellante con el respectivo lado delantero de dicho módulo de membrana.

Asimismo, la invención también incluye otras características de detalle ilustradas en la descripción detallada de una forma de realización de la invención y en las figuras adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

Las ventajas y características adicionales de la invención se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción, en las que, sin ningún carácter limitativo, se divulgan formas de realización preferidas de la invención, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 muestra una vista frontal de la disposición de membrana según la invención.

La figura 2 muestra una vista lateral de la disposición de membrana de la figura 1 desde el lado de entrada.

La figura 3 muestra una vista en perspectiva frontal esquemática con un corte parcial de un módulo de membrana para una disposición de membrana según la invención.

La figura 4 muestra una vista en sección longitudinal a lo largo del plano III-III de la disposición de membrana de la figura 1.

La figura 5 muestra una vista en detalle de la zona V de la figura 4, correspondiente al lado de salida de la disposición de membrana.

La figura 6 muestra una vista en perspectiva explosionada de la disposición de membrana de la figura 1.

La figura 7 muestra una vista frontal de la disposición de membrana según la invención para una aplicación de tratamiento de fluido.

La figura 8 muestra una vista frontal de la disposición de membrana según la invención para una aplicación de reciclaje de módulo de membrana.

La figura 9 muestra una vista frontal de la disposición de membrana según la invención para una aplicación de conservación de módulo de membrana.

La figura 10 muestra una vista frontal de la disposición de membrana según la invención con unos medios de conexión alargados alternativos.

La figura 11 muestra una configuración esquemática de un sistema que utiliza membranas de configuración

sumergida y externa.

La figura 12 muestra un diagrama sobre la permeabilidad y rechazo de sal de la disposición de módulo de membrana reciclado de NF según la invención sumergida en un tanque y que funciona en modo impulsado por gravedad.

Descripción detallada de formas de realización de la invención

Las figuras 1 a 6 muestran una disposición de membrana 1 para tratar un fluido según la invención. La disposición de membrana 1 de la invención está diseñada para el tratamiento de un fluido, en particular líquidos. De manera especialmente preferida, el fluido que va a tratarse es agua.

La disposición de membrana 1 de la invención comprende un módulo de membrana 100 que comprende una envuelta de membrana 2 de fibra de vidrio. La envuelta de membrana 2 se extiende en una dirección longitudinal L del módulo con un extremo de entrada y un extremo de salida. El módulo de membrana 100 de este ejemplo es el modelo TW30HP-4611 de la empresa Toray. Este módulo 100 a modo de ejemplo es un módulo cilíndrico de 28.78 cm de longitud y presenta un diámetro de 11.7 cm. Sin embargo, la invención no se limita a este tipo de módulo de membrana. Como ejemplo alternativo, también pueden aplicarse en la invención otros tamaños de módulos de membrana 100 más extendidos. Los módulos de membrana 100 de OI más populares y convencionales presentan 100 cm de longitud y de 6 a 40 cm de diámetro, incluyendo un conducto de permeado central de 1.5 a 3 cm de diámetro interno.

La figura 3 muestra un ejemplo de construcción esquemático de esta clase de módulos de membrana 100. El módulo de membrana 100 comprende las siguientes partes principales: una envuelta de membrana 2 externa, una brida de extremo de entrada 4, y una brida de extremo de salida 6 y un conducto de recogida 8 de permeado y un elemento de membrana 20 unido a este último.

Este elemento de membrana 20 es un elemento de membrana 20 enrollado en espiral. El elemento de membrana 20 está formado por una pluralidad de láminas de membrana 46 conectadas a un conducto 8 de permeado, estando estas láminas de membrana 46 separadas por un separador 48 de canal de tipo banda laminar. El elemento de membrana 20 aplicable a la disposición de membrana 1 de la invención es uno del grupo que consiste en una membrana de OI, una membrana de NF, una membrana de UF o una membrana de MF.

La brida de extremo de entrada 4 está dispuesta sobre el extremo de entrada de la envuelta de membrana 2, mientras que la brida de extremo de salida 6 está dispuesta sobre el extremo de salida de la envuelta de membrana 2.

A su vez, el conjunto de recogida 8 de permeado se extiende a lo largo del módulo de membrana 100 entre dichas bridas de extremo de entrada y de salida 4, 6. De hecho, el conjunto de recogida 8 sobresale del centro de las bridas de extremo de entrada y de salida 4, 6. El conjunto de recogida 8 comprende una pluralidad de perforaciones 50 para estar en comunicación fluidica con la envuelta de membrana 2. En la figura 3, las perforaciones 50 se muestran a mayor escala con fines ilustrativos. Gracias a las perforaciones 50 en el conjunto de recogida 8, durante el funcionamiento de la disposición de membrana 1 en modo de filtración, el permeado se recoge cuando fluye desde las láminas de membrana 46 del elemento de membrana 20 y el conjunto de recogida 8 permite que el permeado fluya hacia fuera a través de dicho conjunto de recogida 8.

La disposición de membrana 1 comprende además una tapa de entrada 10 y una tapa de salida 14. Estas dos piezas están preferentemente realizadas en un material de plástico tal como poli(cloruro de vinilo) (PVC), poliamida 6 (PA6), poliamida 66 (PA66) con fibra de vidrio o polipropileno (PP). Esto hace que estas piezas sean económicas y fáciles de producir.

La tapa de entrada 10 comprende una abertura de entrada 12. Está dispuesta en comunicación fluidica con el extremo de entrada del módulo de membrana 100 para introducir a través de la abertura de entrada 12 la corriente de alimentación de afluente en la disposición de membrana 1. Más particularmente, en esta forma de realización, la tapa de entrada 10 está dispuesta de manera estanca sobre la brida de extremo de entrada 4 del módulo de membrana 100. En la figura 4, resulta evidente que, con el fin de alimentar el módulo de membrana 100, la tapa de entrada 10 está en comunicación fluidica con el módulo de membrana 100. Gracias al hecho de que el conjunto de recogida 8 está sellado en el extremo de entrada, el afluente, tras atravesar la tapa de entrada 10, se dirige al elemento de membrana 20.

La tapa de salida 14 comprende una primera abertura de salida 16 y una segunda abertura de salida 18, estando la tapa de salida dispuesta en comunicación fluidica con el extremo de salida del módulo de membrana 100. La primera abertura de salida 16 está conectada al conjunto de recogida 8 de permeado para permitir que una corriente de permeado fluya hacia fuera del módulo de membrana 100 a través de la primera abertura de salida 16 cuando la disposición de membrana funciona en modo de filtración. Por otro lado, la segunda abertura de salida 18 permite que una corriente de concentrado fluya hacia fuera de dicho módulo de membrana 100 en caso de que

se necesite lavar la membrana. La tapa de salida 14 está dispuesta de manera estanca sobre la brida de extremo de salida 6 del módulo de membrana 100.

La disposición de membrana 1 comprende además cuatro elementos de conexión alargados 34 con unos medios de fijación 52 para conectar las tapas de entrada y de salida 10, 14 juntas en una posición de montaje. Preferentemente, estos elementos de conexión alargados son varillas rígidas, y de manera especialmente preferida son varillas de acero inoxidable. En este caso, los medios de fijación 52 son tuercas de mariposa apretadas en una sección roscada prevista en el extremo de los elementos de conexión 34. También son posibles otros medios de fijación, tales como, abrazaderas de apriete rápido, tuercas convencionales o similares. Además, en una forma de realización alternativa, para un transporte logístico fácil los elementos de conexión alargados pueden estar en forma de tiras de apriete, tales como, tiras de nailon con las abrazaderas de fijación correspondientes.

Finalmente, con el fin de resolver el problema de la invención, las tapas de entrada y de salida 10, 14 están dispuestas de manera estanca sobre el módulo de membrana 100. Además, la disposición de membrana 1 comprende un alojamiento externo que es una pieza adicional como es el caso de los recipientes de presión conocidos en la técnica. En vez de eso, según la invención el alojamiento externo es la envuelta de membrana 2. Esto proporciona una disposición muy sencilla y económica, que es fácil de producir, transportar y montar.

Además, con el fin de obtener un acoplamiento sellante eficaz, las tapas de entrada y de salida 10, 14 comprenden respectivamente un lado interno 22 y un lado externo 24. En esta forma de realización, los lados internos 22 comprenden respectivamente un rebaje anular 26. Adicionalmente, la disposición de membrana 1 comprende además un elemento de sellado de entrada 28 y un elemento de sellado de salida 30. Los elementos de sellado de entrada y de salida 28, 30 están dimensionados y dispuestos respectivamente en los rebajes anulares 26 para proporcionar el acoplamiento sellante con el respectivo lado delantero 32 de dicho módulo de membrana 100. Por tanto, en este caso, los elementos de sellado son una junta tórica de caucho con sección transversal circular que funciona en la dirección axial comprimida entre las tapas de entrada o de salida 10, 14 correspondientes y las bridas de entrada y de salida 4, 6.

Alternativamente, tal como resulta evidente a partir de la figura 5, también puede concebirse que los elementos de sellado 28, 30 estén dispuestos en un rebaje anular radial 42. En este caso, el acoplamiento sellante tendrá entonces lugar mediante la compresión radial de los elementos de sellado 28, 30 entre las bridas de entrada y de salida 4, 6 y una corona cilíndrica 44 de las tapas de entrada y de salida 10, 14 correspondientes.

A continuación, se describen diferentes modos de montaje de la disposición de membrana 1, que permiten obtener diferentes modos de funcionamiento de la disposición de membrana. Con respecto a los detalles de construcción de las formas de realización mostradas en figuras 7 a 9, se hace referencia a la descripción anterior de las figuras 1 a 6.

La figura 7 muestra una forma de realización en la que la disposición de membrana 1 puede utilizarse en modo de filtración impulsada por la gravedad. Para ello, la disposición de membrana comprende un segundo tapón de sellado que está configurado para ser insertado de una manera estanca en la segunda abertura de salida 18 de la tapa de salida 14. En este caso, el afluente se introduce en la disposición de membrana 1 a través de la abertura de entrada 12 y después de entrar en el módulo de membrana 100 el permeado fluye hacia fuera por la primera abertura de salida 16.

La figura 8 muestra una forma de realización en la disposición de membrana 1 para el reciclaje de módulo de membrana de cualquier clase. En este caso, la disposición de membrana 1 comprende además un primer y un segundo tapones de sellado 36, 38. El primer y segundo tapones de sellado 36, 38 están configurados para ser insertados de una manera estanca respectivamente en la abertura de entrada 12 de la tapa de entrada 10 y en la segunda abertura de salida 18 de la tapa de salida 14. Inicialmente, solo se inserta el segundo tapón de sellado. Después, se llena la disposición de membrana 1 con una disolución de ataque tal como una disolución de hipoclorito de sodio durante un periodo de tiempo predeterminado, hasta que la capa de poliamida de la membrana enrollada en espiral se ha eliminado parcial o totalmente y el elemento de membrana 20 se ha modificado para dar un elemento de membrana de NF o UF, respectivamente.

La figura 9 muestra una tercera disposición que, además del primer y segundo tapones de sellado 36, 38 ya mencionados, comprende además un tercer tapón de sellado 40. Este tercer tapón de sellado 40 también está configurado para ser insertado de una manera estanca en la primera abertura de salida 16 de la tapa de salida 14. En este caso, la disposición está concebida para la conservación de membrana y, en particular, para la conservación de membrana cuando el elemento de membrana 20 es una membrana de OI, una membrana de NF, una membrana de UF o una membrana de MF.

La figura 10 muestra una solución alternativa para los elementos de conexión alargados. En este caso, los elementos de conexión alargados 34 son flexibles bajo compresión y rígidos bajo tensión, dado que son tiras de fijación que comprenden un trinquete a modo de medios de fijación 52. Esta solución es muy práctica para aplicaciones de emergencia. Las tiras de fijación son fáciles de transportar y económicas.

A continuación, se describen ejemplos experimentales de aplicación de la disposición de membrana 1 de la invención.

5 Ejemplo 1: funcionamiento de disposición de membrana impulsada por gravedad

A) Configuración del sistema

10 Se configuró un sistema 200 de membrana impulsada por gravedad (GDM) a escala piloto para utilizar los módulos de membrana 100 en dos configuraciones distintas tal como se muestra en la figura 11:

- sumergida (mediante aplicación de succión inicial) o
- externa (cabeza positiva).

15 Se sometieron a ensayo dos orientaciones de la disposición de membrana 1: vertical (caso A y B), tal como funcionan habitualmente los sistemas impulsados por gravedad para el tratamiento de agua para uso doméstico, u horizontal (caso C), tal como funcionan habitualmente los módulos de membrana de OI y NF impulsados por presión 100 en las instalaciones industriales. Se colocó un tanque de alimentación 202 de 86 cm de altura de 20 l de capacidad a 90 cm del suelo. La temperatura ambiente era de 20 ± 1 °C.

20 Se pesó el permeado recogido durante un periodo de filtración dado en una balanza 204 y después se recirculó al tanque de alimentación 202 (funcionamiento continuo). Se calculó el volumen teniendo en cuenta la densidad del agua como agua pura. Por tanto, se obtuvo la permeabilidad de membrana ($\text{l m}^2 \text{ h}^{-1} \text{ bar}^{-1}$) dividiendo la velocidad de flujo del permeado entre el área de superficie del elemento de membrana 20 y la presión transmembrana (TMP). La TMP se estimó teniendo en cuenta la altura del nivel de agua del tanque 202 y la altura del extremo del conducto 8 de permeado.

25 Se registraron de manera continua la temperatura, el pH y la conductividad a partir del afluente de alimentación y el permeado. Adicionalmente, en el caso de filtrar disoluciones acuosas sintéticas de compuestos orgánicos, se recogieron muestras de agua de afluente y permeado para su análisis adicional después de 1 y 6 h de filtración. Se midió la turbidez utilizando un medidor de turbidez TN-100 de la empresa Eutech Instruments Pte Ltd. y se midieron los compuestos orgánicos utilizando un modelo de sistema de detección de carbono orgánico por cromatografía de líquidos en columna doble (LC-OCD), basado en el reactor de película delgada de Gräntzel desarrollado por la empresa DOC Labor, Alemania (Huber *et al.*, 2010). Se interpretaron los cromatogramas utilizando el *software* ChromCALC 2013 de DOC Labor. Para cada componente principal, se calculó el rechazo con la siguiente fórmula.

$$\%R_i = \left(1 - \frac{C_{pi}}{C_{fi}} \right) \cdot 100$$

40 donde Cf y Cp eran la concentración específica medida en las corrientes de alimentación y de permeado, respectivamente.

45 B) Casos de sistema de membrana por gravedad estudiados: enfoque en módulos de membrana de tipo NF y de tipo UF

En la descripción de los ensayos llevados a cabo con la disposición de membrana de la invención, módulos de membrana de tipo NF y de tipo UF, se hace referencia a módulos de membrana reciclados a partir de un módulo de membrana de OI.

50 Durante el desarrollo de la disposición de membrana se analizaron los siguientes puntos clave:

B1) Configuración de membrana de funcionamiento óptimo (sumergida frente a externa).

55 B2) Abordar la limitación del sistema para separar sales y compuestos orgánicos.

B3) Posible condición de funcionamiento para reducir el ensuciamiento de la membrana.

B4) Procedimientos de limpieza.

60 B5) Producción de agua potable.

B1) Configuración de la disposición de membrana 1 de funcionamiento óptimo (sumergida frente a externa).

Se sometió a ensayo el rendimiento de la disposición de membrana 1 filtrando agua MilliQ® de la empresa Merck KGaA que funciona en ambas configuraciones: sumergida y externa. En ambos casos, se observó que la utilización de las tapas de entrada y de salida 10, 14 impide la entrada de aire en la disposición de membrana 1. Por tanto, la permeabilidad se mantuvo constante a cualquier presión hidráulica. Esto es particularmente interesante en la configuración sumergida cuando la disposición de membrana 1 no estaba completamente cubierta por agua. Adicionalmente, la permeabilidad de membrana más alta (véase la siguiente tabla 1) se observó cuando la disposición de membrana 1 funcionaba horizontalmente fuera del tanque de agua y más cerca del suelo.

Permeabilidad ($\text{l m}^2 \text{ h}^{-1} \text{ bar}^{-1}$)	
De tipo NF	8.00 ± 0.08
De tipo UF	19.32 ± 0.34

Tabla 1. Permeabilidad de membrana que funciona fuera del tanque y colocada horizontalmente.

B2) Abordar la limitación del sistema para separar sales y compuestos orgánicos

Se utilizó un agua sintética (que simula la calidad de río) con un contenido en carbono orgánico disuelto total inferior a 6.5 ppm para abordar la limitación del sistema para separar sales y compuestos orgánicos. La disolución acuosa contenía: ácido húmico, que es un agente de ensuciamiento orgánico de modelo típico ampliamente utilizado; proteína (albúmina de suero bovino, BSA), ácido de alginato (solo para membrana de tipo UF), que junto con cationes divalentes acelera el ensuciamiento; tierra de diatomeas, que proporciona sólido en suspensión (sólo para membranas de tipo UF), y sales (400 mg/l NaCl y 80 mg/l MgSO_4 en cualquier momento).

Se hizo funcionar la disposición de membrana 1 en configuración sumergida y externa. Los principales resultados de estos experimentos fueron los siguientes:

- Los módulos de membrana reciclados 20 no pueden utilizarse para combinación de agua o desalación cuando se filtra en modo impulsado por gravedad. Debido al efecto de la polarización de la concentración (CP), aparece una capa límite formada cerca de la superficie de membrana cuando se rechazan sales por el elemento de membrana 20 y a medida que fluye agua a través del módulo de membrana 100. En esta capa, la concentración de sal es superior a la concentración de sal en el volumen de disolución. Por tanto, los iones rechazados por el módulo de membrana 100 se difunden de vuelta al volumen debido al gradiente de concentración. Por tanto, se observó un coeficiente de rechazo de sal inferior al 5 % incluso en membranas de OI y NF.

Sin embargo, los módulos de membrana reciclados 20 pudieron separar compuestos orgánicos. La tabla 2 muestra los coeficientes de rechazo para módulos de membrana 20 de tipo NF y de tipo UF.

Tipo de membrana	DOC	Proteína de BSA	Ácido húmico	Elementos estructurales	Compuestos neutros
De tipo NF	88.6 ± 3.2	99.4 ± 0.5	97.2 ± 3.0	84.8 ± 11.0	77.9 ± 5.8
De tipo UF	43.5 ± 20.9	99.7 ± 0.4	-0.6 ± 11.8	27.1 ± 18.3	49.0 ± 44.3

Tabla 2: coeficientes de rechazo observados filtrando soluciones de agua sintética utilizando membranas recicladas (n=6).

B3) Posible condición de funcionamiento para reducir el ensuciamiento de la membrana

Debido a la polarización de la concentración (CP) observada utilizando la disolución de agua sintética, se estudiaron dos modos de funcionamiento de filtración, filtración continua y filtración discontinua, para identificar si es posible reducir la acumulación de ensuciamiento en el elemento de membrana 20 sin aplicar procedimientos de limpieza. Las dos condiciones de funcionamiento presentaron una duración de tiempo de filtración de 6 h. En el caso del modo continuo, la membrana funcionó con filtración ininterrumpida. El modo discontinuo consistió en 6 ciclos de filtrado de 1 hora cada uno. Desde el ciclo 1 hasta el 5, la filtración de la disposición de membrana 1 se detuvo durante 40 min, mientras que entre el ciclo 5 y 6 la filtración se detuvo durante la noche (12-13 h). Tras el tiempo de relajación, se aplicó un purgado adicional del agua de alimentación (10 l) como posible práctica para reducir la tasa de ensuciamiento del elemento de membrana 20. Se sometió a ensayo esta metodología en configuración tanto sumergida como externa, observando resultados similares.

Los principales resultados de estos experimentos fueron los siguientes:

Tal como resulta evidente a partir de la figura 12, membranas de tipo NF: el efecto de la polarización de la concentración provocó una reducción de la permeabilidad y coeficientes de rechazo a lo largo del tiempo (coeficientes de rechazo de <10 % después de 80 min) cuando se funcionaba en un modo continuo. Sin embargo,

puede mitigarse mediante la aplicación de purgado tras el tiempo de relajación (40 min). El purgado favoreció una permeabilidad superior y constante y mejoró el coeficiente de rechazo de sal en aproximadamente el 10 %. Obsérvese que la aplicación de purgado es posible gracias a la invención.

Membranas de tipo UF obtenidas a partir de membranas de OI recicladas: no se observó ningún efecto de polarización de la concentración cuando se trataron disoluciones con baja concentración de compuestos orgánicos. Por tanto, la permeabilidad disminuyó ligeramente durante la primera hora y después se mantuvo constante. Sin embargo, la utilización de las tapas de entrada y de salida 10, 14 de la disposición de membrana 1 presenta un impacto positivo en cuanto a:

i) reducir la entrada de material sólido en la membrana.

ii) reducir la acumulación de ensuciamiento dentro del módulo de membrana 100 mediante aplicación de purga de la disolución de alimentación. En el modo discontinuo, se observó una reducción del 40 % de los sólidos acumulados dentro de la membrana en comparación con el caso de funcionar en el modo continuo.

B4) Procedimientos de limpieza

La viabilidad de aplicar diversas clases de procedimientos de limpieza se evaluó aplicando:

i) purgado directo (se purgan 138 l m⁻² h⁻¹ de agua en el mismo sentido que el sentido de agua de filtración),

ii) purgado inverso (se purgan 138 l m⁻² h⁻¹ de agua desde el lado de salida hasta el lado de entrada),

iii) lavado a contracorriente (se hacen pasar 0.43 l m⁻² h⁻¹ de agua de alimentación desde el lado de permeado hasta la alimentación) y

iv) se purgó un lavado a contracorriente químicamente potenciado (CEB) utilizando 5 l de 200 ppm de cloro libre (velocidad de alimentación de 138 l m⁻² h⁻¹).

En todos los casos, se utilizaron 10 l excepto cuando se aplicó CEB. Se alimentó el agua utilizando la misma columna que los ensayos de filtración, manteniendo 0.139 bar de presión hidráulica. Después, se evaluó la permeabilidad de MilliQ® y se comparó mediante el valor de agua inicial (antes de filtrar el agua sintética, 8.94 ± 0.18 l m⁻² h⁻¹), se calculó la permeabilidad de membrana perdida según la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de permeabilidad perdida} = \frac{P_0 - P_{\text{tras la limpieza}}}{P_0} * 100$$

Resultó viable un alto flujo de alimentación en el caso de aplicar un purgado o purgado inverso, mientras que el lavado a contracorriente fue posible pero a una tasa muy baja. Sin embargo, en el caso de utilizar el sistema a nivel doméstico, un bajo flujo de alimentación no supondría una desventaja si el procedimiento de limpieza puede llevarse a cabo durante la noche. La tabla 3 muestra el porcentaje de la permeabilidad perdida en el caso de membrana de tipo NF. La máxima pérdida se observó después de filtrar agua sintética (el 15.3 % de reducción de la permeabilidad en comparación con la permeabilidad de MilliQ® antes de que la membrana filtrara compuestos orgánicos). Se llevaron a cabo los procedimientos de limpieza siguiendo la secuencia ascendente (desde 1 hasta 4). En todos los casos, los procedimientos de limpieza recuperaron la permeabilidad de membrana entre el 90-94 %, incluso tras CEB. Por tanto, quedó algo de ensuciamiento irreversible sobre la membrana.

% de permeabilidad perdida	
MilliQ® después de agua sintética	15.3
1. MilliQ® después de purgado de 10 l con 10 l de MilliQ	5.2
2. MilliQ® después de purgado inverso de 10 l de MQ	9.3
3. MilliQ® después de lavado a contracorriente de 10 l de MQ	8.0
4. MilliQ® después de 5 l de CEB (purgado)	5.1

Tabla 3. Pérdida de permeabilidad tras filtrar agua sintética. Permeabilidad de MQ antes de filtrar el agua sintética, 8.94 ± 0.18 l m⁻² h⁻¹

B5) Producción de agua potable

La disposición de membrana 1 según la invención con un elemento de membrana de tipo UF 20 se configuró en una configuración sumergida. Se sumergió la disposición de membrana 1 en un tanque de 70 l y se hizo funcionar en modo discontinuo, rellenando 1-2 veces el tanque al día, durante 7 días. Se mantuvo el módulo de membrana 100 en agua durante la noche. Al día siguiente, se purgó el agua utilizando la corriente de concentrado y se renovó con agua dulce. Se recogió el agua de alimentación de un pozo poco profundo de agua dulce. El agua tenía un pH de 6.8, <500 cm/Ms, < 5 NTU y aproximadamente 200 UFC/100 ml de bacterias coliformes. La presión

transmembrana estimada era de <0.16 bar.

Los resultados principales de los experimentos con la disposición de membrana 1 fueron los siguientes:

- 5 • La membrana filtró 300 l de agua a un flujo constante de 7.5 l/h, lo que indica que el sistema no se vio afectado por ensuciamiento.
- La calidad del agua del permeado mejoró con respecto a sólidos en suspensión y microbiología. No se observó ninguno de ellos.
- 10 • El sistema fue fácil de configurar en un contexto difícil tal como zonas rurales o similares con requisitos mínimos y utilizando materiales locales, tales como, bloques de hormigón y el tanque de alimentación. Se hizo funcionar bien por un voluntario no experimentado.

15 Ejemplo 2: sistema de membrana a presión de flujo transversal

A) Configuración del sistema

20 Se utilizó un sistema de flujo transversal (la disposición de membrana 1 presenta una corriente de entrada a través de la abertura de entrada 12 y dos corrientes de salida, a través de la primera y segunda aberturas de salida 16, 18: permeado, que es el agua limpia y efluente de concentrado) en un modo de recirculación total (devolviendo el permeado al tanque de alimentación).

25 Se llevaron a cabo ensayos de presión de aumento gradual hasta 4.4 bar para evaluar la resistencia del material de las tapas de entrada y de salida 10, 14. Se realizaron los ensayos durante 30 min utilizando un módulo de membrana reciclado de tipo NF enrollado en espiral 100 alojado en la disposición de membrana 1 para filtrar una disolución de 2000 ppm de MgSO_4 . En cualquier momento, se hicieron recircular el concentrado y el permeado al tanque de alimentación. El flujo de alimentación se mantuvo constante a 3 l min^{-1} . La temperatura ambiente era de $22 \pm 1^\circ\text{C}$.

30 B) Estudio del caso: enfoque en membranas de tipo OI y NF

El objetivo del experimento era someter a ensayo la resistencia del material en condición a presión de flujo transversal.

35 No se detectaron fugas ni grietas tras hacerse funcionar durante más de 12 h. En la tabla 4, se muestran los resultados de rendimiento de membrana a una presión transmembrana (TMP) de 7 bar. Los coeficientes de permeabilidad y de rechazo se mantuvieron constantes, tal como también se observó por otros autores que utilizaron membranas recicladas alojadas en recipientes de presión convencionales. A diferencia de las observaciones que funcionan con la disposición 1 en condiciones impulsadas por gravedad, las membranas recicladas de NF pueden utilizarse para separar compuestos de sal.

Membrana reciclada de NF (dosis de exposición a cloro libre de 20469 ppm h)	TMP, bar	flujo, l h^{-1}	Permeabilidad, $\text{l m}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ bar}^{-1}$	Rechazo, %
Disolución de 2000 ppm de MgSO_4	4.4	32.86 ± 3.19	3.34 ± 0.32	88.66 ± 0.42

45 **Tabla 4.** Resistencia a la presión de las tapas de entrada y de salida 10, 14.

Tal como se explicó en los párrafos anteriores, la disposición de membrana de la invención proporciona una solución muy fiable, económica pero sencilla para tratar líquidos de cualquier clase y especialmente para tratar agua.

REIVINDICACIONES

1. Disposición de membrana (1) para tratar un fluido que comprende:

[a] un módulo de membrana (100) que comprende una envuelta de membrana (2) que se extiende en una dirección longitudinal (L) con un extremo de entrada y un extremo de salida, conteniendo dicha envuelta de membrana (2) un elemento de membrana (20), siendo dicho elemento de membrana (20) de dicho módulo de membrana (100) un elemento de membrana enrollado en espiral, y siendo la membrana de dicho elemento de membrana (20) una del grupo que consiste en una membrana de osmosis inversa, una membrana de nanofiltración, una membrana de ultrafiltración o una membrana de microfiltración,

comprendiendo dicho módulo de membrana (100) además:

[b] una brida de extremo de entrada (4) dispuesta sobre dicho extremo de entrada de dicha envuelta de membrana (2),

[c] una brida de extremo de salida (6) dispuesta sobre dicho extremo de salida de dicha envuelta de membrana (2), y

[d] un conducto de recogida (8) de permeado, extendiéndose dicho conducto de recogida (8) a lo largo de dicho módulo de membrana (100) entre dichas bridas de extremo de entrada y de salida (4, 6), y estando en comunicación fluidica con dicha envuelta de membrana (2) para recoger dicho permeado que fluye hacia fuera de dicho elemento de membrana (20) durante el funcionamiento de dicha disposición de membrana (1) y permitir que dicho permeado fluya hacia fuera a través de dicho conducto de recogida (8),

comprendiendo la disposición de membrana (1) además:

[e] una tapa de entrada (10) que comprende una abertura de entrada (12), estando dicha tapa de entrada (10) dispuesta en comunicación fluidica con dicho extremo de entrada de dicho módulo de membrana (100) para introducir una corriente de alimentación de afluente en dicha disposición de membrana (1) a través de dicha abertura de entrada (12),

[f] una tapa de salida (14) que comprende por lo menos una primera abertura de salida (16), estando dicha tapa de salida (14) dispuesta en comunicación fluidica con dicho extremo de salida de dicho módulo de membrana (100) para permitir que una corriente de permeado fluya hacia fuera de dicho módulo de membrana (100) a través de dicha por lo menos una primera abertura de salida (16),

[g] una pluralidad de elementos de conexión alargados (34) individuales con unos medios de fijación (52) para conectar dichas tapas de entrada y de salida (10, 14) juntas en una posición de montaje,

[h] estando dichas tapas de entrada y de salida (10, 14) dispuestas de manera estanca sobre dicho módulo de membrana (100),

[i] estando dicha tapa de entrada (10) dispuesta de manera estanca sobre dicha brida de extremo de entrada (4) de dicho módulo de membrana (100) y en comunicación fluidica con el mismo, para introducir dicha corriente de alimentación de afluente en dicha disposición de membrana (1), y

[j] comprendiendo dicha tapa de salida (14) además una segunda abertura de salida (18), estando dicha tapa de salida (14) dispuesta de manera estanca sobre dicha brida de extremo de salida (6) de dicho módulo de membrana (100) y en comunicación fluidica con el mismo, de tal manera que dicha primera abertura de salida (16) está conectada con dicho conducto de recogida (8) de permeado para permitir que una corriente de permeado fluya hacia fuera de dicho módulo de membrana (100) a través de dicha por lo menos una primera abertura de salida (16), mientras que dicha segunda abertura de salida (18) permite que una corriente de concentrado fluya hacia fuera de dicho módulo de membrana (100),

caracterizada por que

[k] dicha envuelta de membrana (2) es el alojamiento externo de dicha disposición de membrana (1).

2. Disposición de membrana (1) según la reivindicación 1, **caracterizada por que** dichas tapas de entrada y de salida (10, 14) comprenden respectivamente un lado interno (22) y un lado externo (24), dichos lados internos (22) comprenden respectivamente por lo menos un rebaje anular (26), comprendiendo dicha disposición de membrana (1) además un elemento de sellado de entrada (28) y un elemento de sellado de salida (30), y por que dichos elementos de sellado de entrada y de salida (28, 30) están dimensionados y dispuestos respectivamente en dichos rebajes anulares (26) para proporcionar un acoplamiento sellante con el respectivo lado delantero (32) de dicho módulo de membrana (100).

3. Disposición de membrana (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizada por que** comprende además un primer y un segundo tapones de sellado (36, 38), estando dicho primer y segundo tapones de sellado (36, 38) configurados para ser insertados de una manera estanca respectivamente en dicha abertura de entrada (12) de dicha tapa de entrada (10) y en dicha segunda abertura de salida (18) de dicha tapa de salida (14).
4. Disposición de membrana (1) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3, **caracterizada por que** comprende además un tercer tapón de sellado (40), estando dicho tercer tapón de sellado (40) configurado para ser insertado de una manera estanca en dicha primera abertura de salida (16) de dicha tapa de salida (14).
5. Disposición de membrana (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** dichos elementos de conexión alargados (34) de dicha pluralidad de elementos de conexión (34) son rígidos.
6. Disposición de membrana (1) según la reivindicación 5, **caracterizada por que** dichos elementos de conexión alargados (34) son varillas longitudinales.
7. Disposición de membrana (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** dichos elementos de conexión alargados (34) de dicha pluralidad de elementos de conexión (34) son flexibles bajo compresión y rígidos bajo tensión.
8. Disposición de membrana (1) según la reivindicación 7, **caracterizada por que** dichos elementos de conexión alargados (34) son tiras de fijación.
9. Método para montar una disposición de membrana (1) que comprende las etapas siguientes:
- [a] proporcionar un módulo de membrana (100) que comprende una envuelta de membrana (2) que se extiende en una dirección longitudinal (L) con un extremo de entrada y un extremo de salida, conteniendo dicha envuelta de membrana (2) un elemento de membrana (20), siendo dicho elemento de membrana (20) de dicho módulo de membrana (100) un elemento de membrana enrollado en espiral, y siendo la membrana de dicho elemento de membrana (20) una del grupo que consiste en una membrana de osmosis inversa, una membrana de nanofiltración, una membrana de ultrafiltración o una membrana de microfiltración,
- comprendiendo dicho módulo de membrana (100) además:
- [b] una brida de extremo de entrada (4) dispuesta sobre dicho extremo de entrada de dicha envuelta de membrana (2),
- [c] una brida de extremo de salida (6) dispuesta sobre dicho extremo de salida de dicha envuelta de membrana (2), y
- [d] un conducto de recogida (8) de permeado, extendiéndose dicho conducto de recogida (8) a lo largo de dicho módulo de membrana (100) entre dichas bridas de extremo de entrada y de salida (4, 6), y estando en comunicación fluidica con dicha envuelta de membrana (2) para recoger dicho permeado que fluye hacia fuera de dicho elemento de membrana (20) durante el funcionamiento de dicha disposición de membrana (1) y permitir que dicho permeado fluya hacia fuera a través de dicho conducto de recogida (8),
- comprendiendo el método además las etapas siguientes:
- [e] proporcionar una tapa de entrada (10) que comprende una abertura de entrada (12),
- [f] disponer dicha tapa de entrada (10) en comunicación fluidica con dicho extremo de entrada de dicho módulo de membrana (100) para introducir una corriente de alimentación de afluente en dicha disposición de membrana (1) a través de dicha abertura de entrada (12),
- [g] proporcionar una tapa de salida (14) que comprende por lo menos una primera abertura de salida (16),
- [h] disponer dicha tapa de salida (14) en comunicación fluidica con dicho extremo de salida de dicho módulo de membrana (100) para permitir que una corriente de permeado fluya hacia fuera de dicho módulo de membrana (100) a través de dicha por lo menos una primera abertura de salida (16),
- [i] proporcionar una pluralidad de elementos de conexión alargados (34) individuales, con unos medios de fijación (52) para conectar dichas tapas de entrada y de salida (10, 14) juntas en una posición de montaje,
- [j] conectar dichas tapas de entrada y de salida (10, 14) juntas en una posición de montaje por medio de dichos elementos de conexión alargados (34) individuales y unos medios de fijación (52), y

[k] disponer dichas tapas de entrada y de salida (10, 14) sobre dicho módulo de membrana (100) de una manera estanca,

5 [l] disponer de manera estanca dicha tapa de entrada (10) sobre dicha brida de extremo de entrada (4) de dicho módulo de membrana (100) y en comunicación fluidica con el mismo, para introducir dicha corriente de alimentación de afluente en dicha disposición de membrana (1),

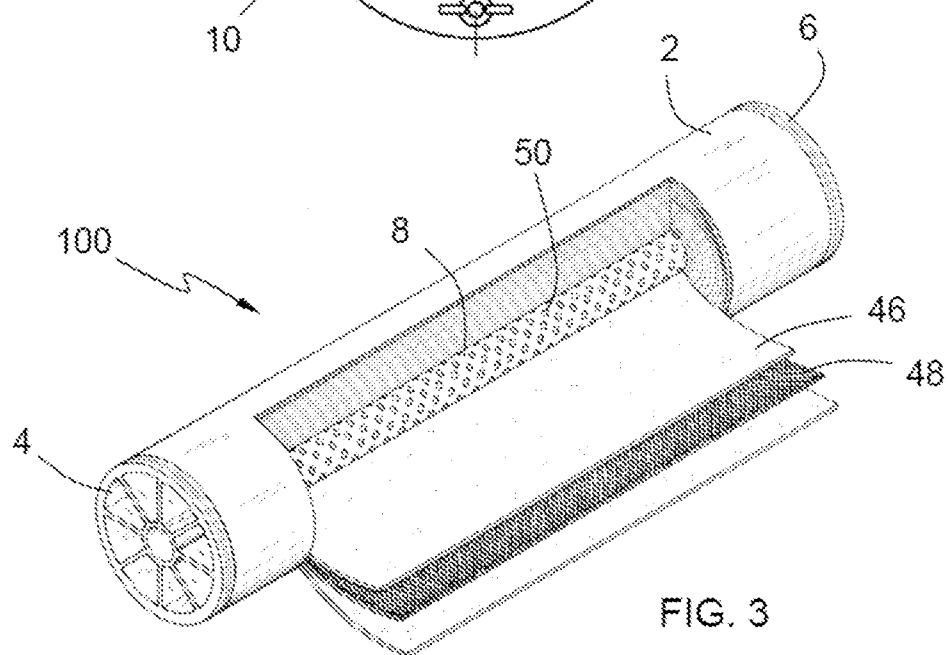
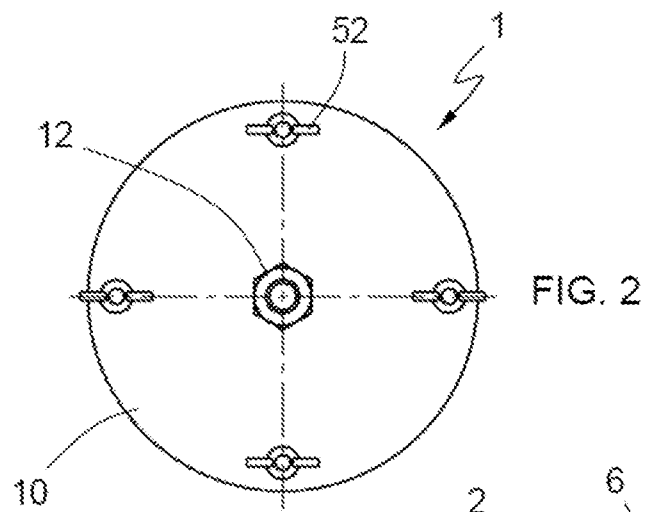
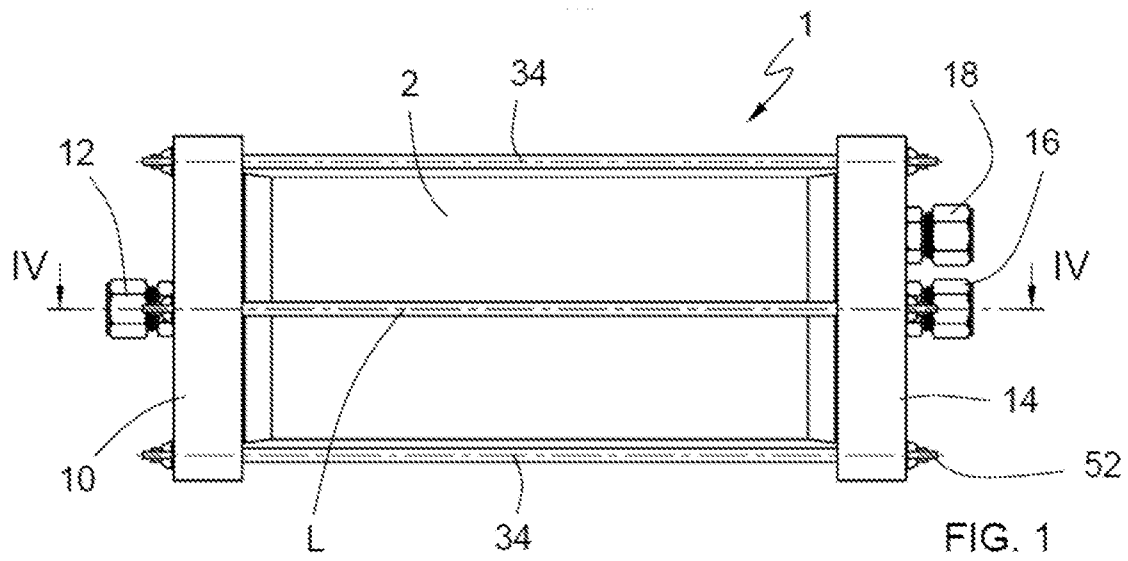
10 [m] comprendiendo dicha tapa de salida (14) además una segunda abertura de salida (18), de tal manera que dicha tapa de salida (14) esté dispuesta de manera estanca sobre dicha brida de extremo de salida (6) de dicho módulo de membrana (100) y en comunicación fluidica con el mismo, de tal manera que dicha primera abertura de salida (16) esté conectada a dicho conducto de recogida (8) de permeado para permitir que una corriente de permeado fluya hacia fuera de dicho módulo de membrana (100) a través de dicha por lo menos una primera abertura de salida (16), mientras que dicha segunda abertura de salida (18) permite que una corriente de concentrado fluya hacia fuera de dicho módulo de membrana (100),

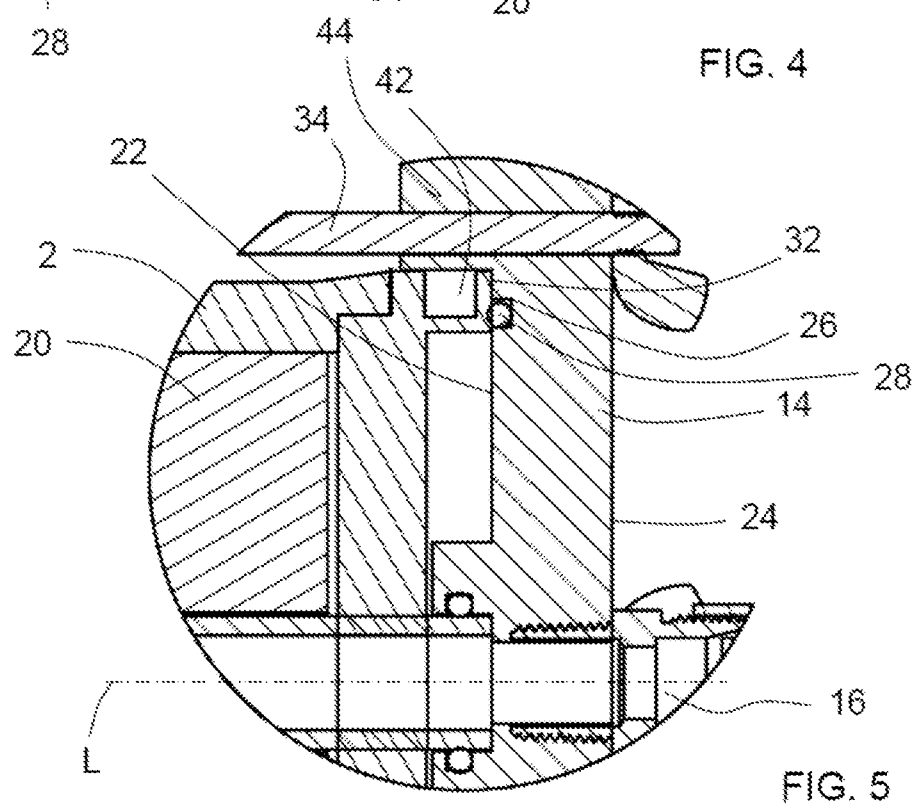
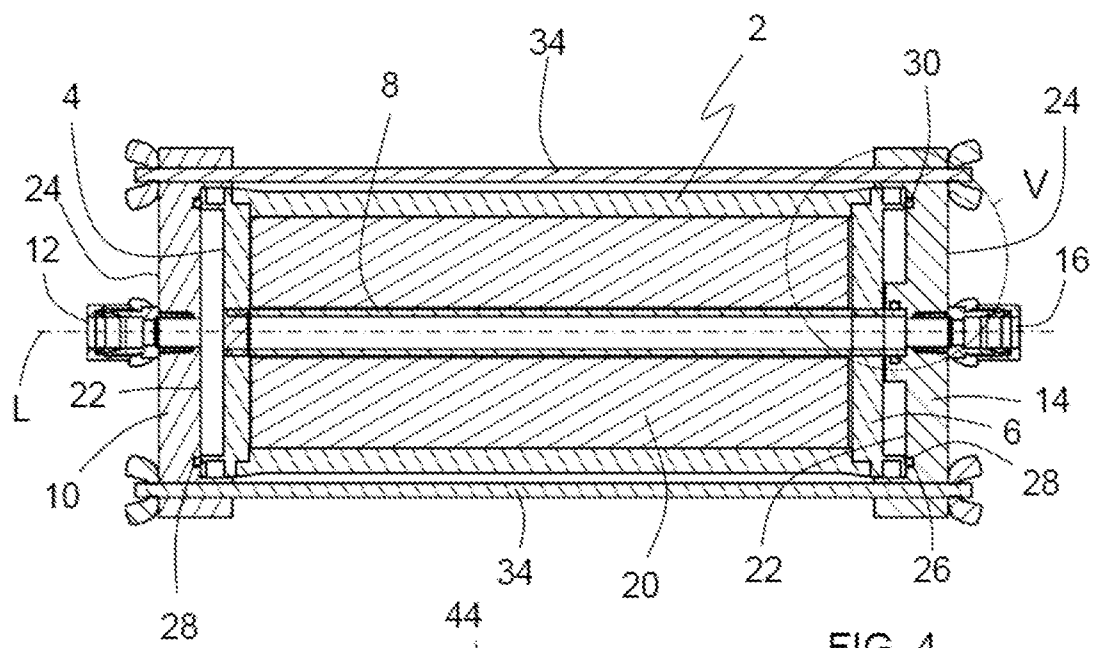
caracterizado por que comprende además las etapas siguientes:

20 [o] utilizar dicha envuelta de membrana (2) como alojamiento externo de la disposición de membrana (1).

25 10. Método según la reivindicación 9, **caracterizado por que** dichas tapas de entrada y de salida (10, 14) comprenden respectivamente un lado interno (22) y un lado externo (24), dichos lados internos (22) comprenden respectivamente por lo menos un rebaje anular (26), comprendiendo dicha disposición de membrana (1) además un elemento de sellado de entrada (28) y un elemento de sellado de salida (30), y por que el método comprende además la etapa de disponer dichos elementos de sellado de entrada y de salida (28, 30) en dichos rebajes anulares (26) para proporcionar un acoplamiento sellante con el respectivo lado delantero (32) de dicho módulo de membrana (100).

30 11. Utilización de una disposición de membrana (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en modo de filtración impulsada por gravedad.





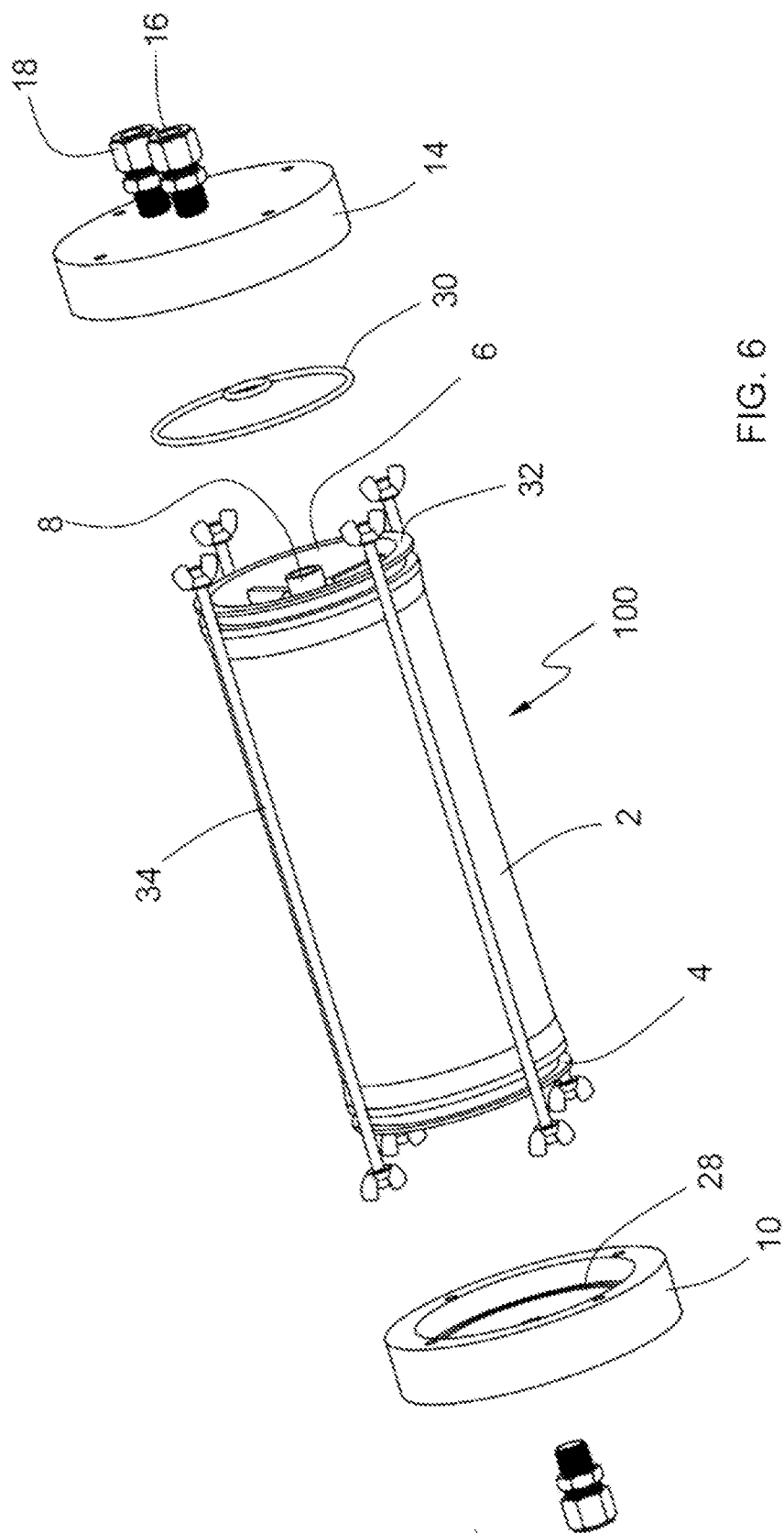
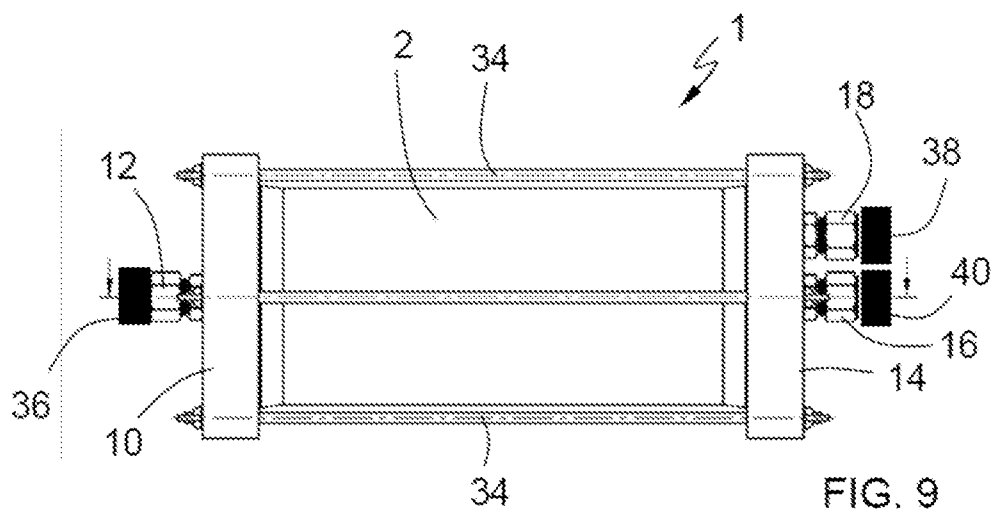
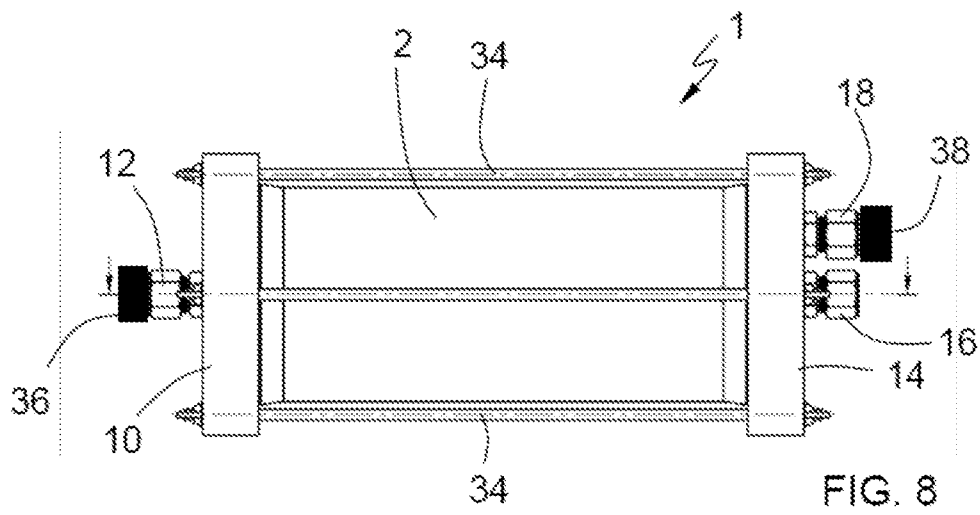
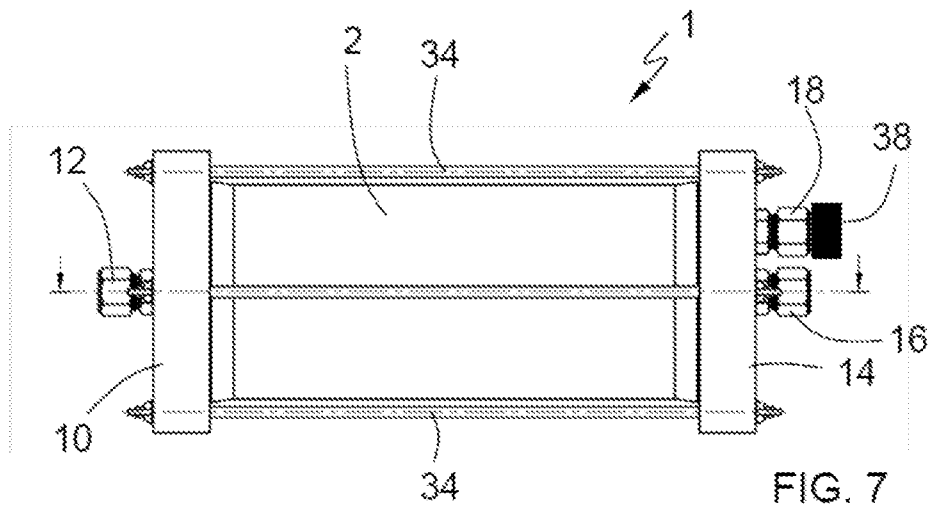
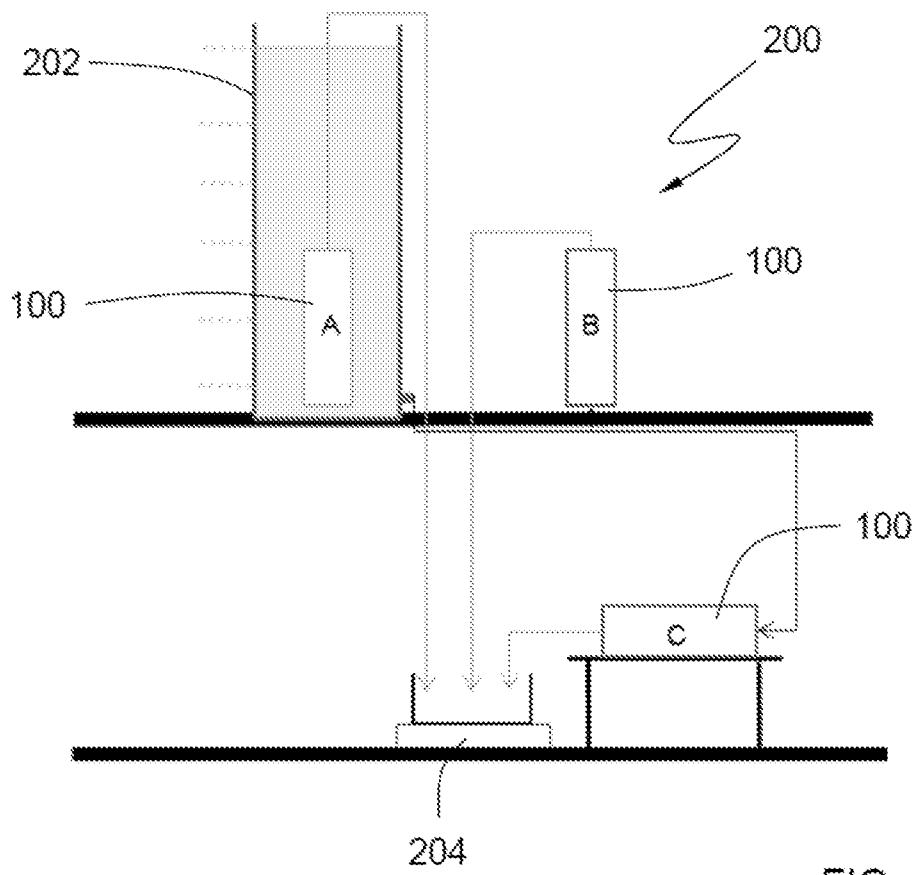
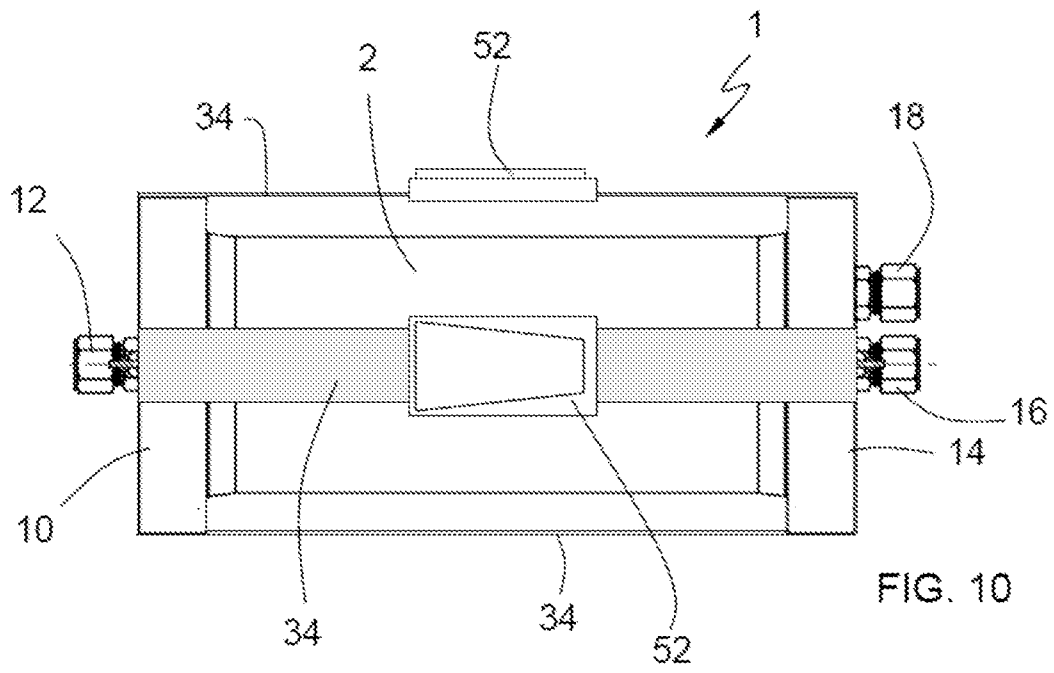


FIG. 6





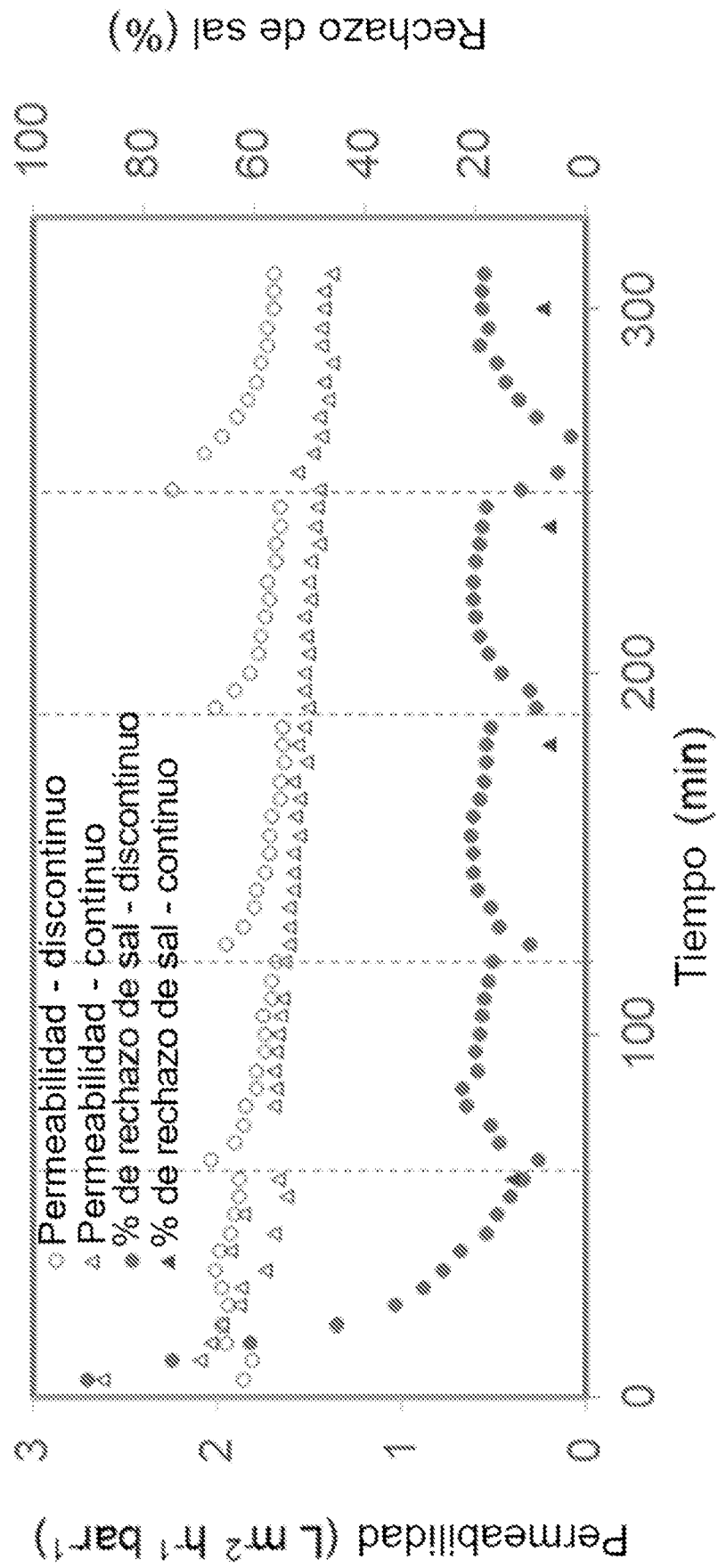


FIG. 12