

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 878**

51 Int. Cl.:

B01D 61/22 (2006.01)

B01D 61/12 (2006.01)

B01D 65/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2003 E 10184679 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2012 EP 2322269**

54 Título: **Método para monitorizar procedimientos de separación por membrana**

30 Prioridad:

28.03.2002 US 109256

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

15.02.2013

73 Titular/es:

**NALCO COMPANY (100.0%)
1601 West Diehl Road
Naperville, IL 60563-1198**

72 Inventor/es:

**ZEIHER, E H KELLE;
HO, BOSCO P;
HOOTS, JOHN E;
BEDFORD, BINAIFER S y
GODFREY, MARTIN R**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 395 878 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

Método para monitorizar procedimientos de separación por membrana

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere en general a separación por membrana y, más en particular, a métodos para monitorizar y/o controlar procedimientos de separación por membrana por ósmosis inversa.

Antecedentes de la invención

10 La separación por membrana, que usa una membrana selectiva, es una adición bastante reciente a la tecnología de separación industrial para tratar corrientes líquidas, tal como purificación de agua. En la separación por membrana, los constituyentes del afluente pasan típicamente por la membrana como resultado de un gradiente o gradientes de potencial en una corriente de efluente, dejando así detrás alguna porción de los constituyentes originales en una segunda corriente. Las separaciones por membrana usadas comúnmente para purificación de agua u otro tratamiento de líquidos incluyen: microfiltración (MF), ultrafiltración (UF), nanofiltración (NF), ósmosis inversa (OI), electrodiálisis, electrodesionización, pervaporación, extracción por membrana, destilación por membrana, arrastre por membrana, aireación por membrana y otros procedimientos. El gradiente de potencial de la separación depende del tipo de la separación por membrana. La filtración por membrana activada por presión, también conocida como filtración por membrana, incluye microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa y usa presión como gradiente de potencial, mientras que el gradiente de potencial eléctrico se usa en electrodiálisis y electrodesionización. Históricamente, los procedimientos o sistemas de separación por membrana no se consideraban de coste eficaz para el tratamiento del agua debido a los impactos adversos que tenía la incrustación de membranas, el ensuciamiento de las membranas, la degradación de las membranas y similares sobre la eficacia de retirar los solutos de corrientes de agua acuosas. Sin embargo, los avances de la tecnología han hecho ahora que la separación por membranas sea una tecnología comercialmente más viable para tratar corrientes de alimentación acuosas adecuadas para uso en procedimientos industriales.

25 Además, los procedimientos de separación por membrana también se han hecho más prácticos para uso industrial, en particular para purificación de agua sin tratar y de desecho. Esto se ha conseguido por el uso de herramientas o técnicas de diagnóstico mejoradas para evaluar la realización de separación por membrana. La realización de la separación por membrana, tal como eficacia (por ejemplo, flujo o permeabilidad de membrana) y efectividad (por ejemplo rechazo o selectividad), se ve afectada típicamente por diversos parámetros relativos a las condiciones de operación del procedimiento. Por lo tanto, es deseable monitorizar estos y otros tipos de parámetros del procedimiento específicos para separación por membranas para evaluar la realización del procedimiento y/o las condiciones de operación. Con respecto a esto, se ha usado de manera rutinaria una variedad de diferentes técnicas de diagnóstico para monitorizar los procedimientos de separación por membrana y ahora se entienden y se aceptan como esenciales para su aspecto práctico y viabilidad para uso industrial.

35 Sin embargo, la monitorización se realiza típicamente sobre una base intermitente, por ejemplo, una vez en un turno o en veces menos frecuentemente. Las técnicas de monitorización empleadas, conocidas, también pueden ser laboriosas y requerir mucho tiempo. Así, los ajustes hechos para procedimientos de separación por membrana para mejorar la realización basada en la monitorización típica no se pueden hacer de una manera expeditiva. Además, las técnicas de monitorización disponibles en la actualidad con frecuencia no proporcionan una sensibilidad y selectividad óptimas con respecto a la monitorización de una variedad de parámetros del procedimiento que en general se consideran como indicadores para evaluar y/o controlar los procedimientos de separación por membrana.

40 Por ejemplo, las técnicas de monitorización aplicadas típicamente a ósmosis inversa y nanofiltración incluyen mediciones de conductividad y mediciones de flujo. Las mediciones de conductividad son inherentemente menos precisas para determinar la recuperación de solutos que son retenidos sustancialmente por la membrana. Con respecto a esto, las sales conductoras, usadas típicamente como indicadores durante mediciones conductoras, pueden pasar por la membrana. Como las sales pasan en general por la membrana como un porcentaje de la concentración de sales total, los cambios en la concentración local debido a gradientes de concentración o similares pueden cambiar la conductividad del agua producto sin que indique necesariamente daño de la membrana. Esto es especialmente verdad en la última fase de un sistema de membranas de flujo cruzado de múltiples fases donde las concentraciones de sales (y, por lo tanto, el pase de las sales como un porcentaje de esa concentración) alcanzan sus niveles más altos. Con respecto a esto, el parámetro de pase/porcentaje de rechazo de sal se determina en general con un valor medio basado en los valores medidos durante todas las fases del sistema de membranas.

45 Además, los caudalímetros empleados en general en tales sistemas están sujetos a faltas de precisión de calibración, requiriendo así frecuente calibración. Por otra parte, la monitorización típica de la ósmosis inversa y otras separaciones por membrana pueden requerir de manera rutinaria el uso adicional y/o combinado de una serie de diferentes técnicas, aumentando así la complejidad y el gasto de la monitorización.

55 La patente japonesa JP 59-136631 desvela un método para detectar fugas en un aparato de separación por membrana por disolución de un compuesto macromolecular fluorescente compuesto en un disolvente adecuado que

corresponde a las condiciones de operación de la membrana y alimentar la disolución a la membrana y realizar análisis de fluorescencia en el filtrado.

5 La patente de EE.UU. A-5411889 desvela la regulación sensible a la especie diana de la alimentación de agente de tratamiento de agua que se consigue por la monitorización de un indicador de la especie diana relacionado. El indicador de la especie diana comprende una especie diana que presenta fluorescencia ella misma o se forma por combinación de la especie diana con un reactivo adecuado tal como un trazador inerte y dicho indicador se puede monitorizar por análisis de fluorescencia de la muestra bajo investigación, para determinar al menos un valor de emisión de fluorescencia que pueda estar correlacionado con la concentración en el sistema de la especie diana, permitiendo de ese modo que se establezca el consumo del sistema para la especie diana.

10 La patente japonesa JP 2000 107575 A describe un método de inspección de fugas para un módulo de membrana de permeabilidad selectiva que es capaz de separar y concentrar una sustancia y típicamente encuentra uso como una membrana de ósmosis inversa o una membrana de nanofiltración, por lo cual se facilita la detección mediante el uso de una disolución de colorante fluorescente y determinar manchas de fuga mediante la detección de la fluorescencia del colorante que se fuga a partir de defectos del módulo.

15 La patente de EE.UU. A-4329986 explica una composición terapéutica adecuada para tratamiento extracorporal de sangre total que comprende un agente quimioterapéutico dializable y un medio trazador capaz de fluorescer dializable. La concentración de agente quimioterapéutico residual después de hemodiálisis se puede determinar de manera fluorimétrica mediante medición de la concentración del trazador en un dializado, puesto que la velocidad de eliminación del trazador a partir de sangre tratada durante la hemodiálisis es una función de la velocidad de eliminación de agente quimioterapéutico no reaccionado.

20 La patente de EE.UU. A-6113797 desvela un procedimiento de alta recuperación de alta presión de dos fases que utiliza dos sistemas de membranas de ósmosis inversa destinado a proporcionar recuperaciones de agua totales muy altas a partir de agua que contiene incrustaciones inorgánicas contaminadas de una manera económica al tiempo que se previene la formación de incrustaciones en la membrana y que se prolonga la vida útil de la membrana. Sin embargo, el documento no se refiere a la monitorización de un procedimiento de separación por membranas en un sistema de aguas industriales por medio de técnicas de monitorización adecuadas.

25 De acuerdo con esto, existe la necesidad de monitorizar y/o controlar los procedimientos de separación por membrana que puedan tratar corrientes de alimentación, tales como corrientes de alimentación acuosas, adecuadas para uso en procedimientos industriales en que las técnicas de monitorización convencionales son en general complejas y/o pueden carecer de la sensibilidad y selectividad necesarias para monitorizar de manera adecuada uno o más parámetros del procedimiento específicos para procedimientos de separación por membrana que son importantes para la evaluación de la realización de separación por membrana.

Sumario de la invención

35 La presente invención se refiere a métodos para monitorizar y/o controlar procedimientos de separación por membrana de ósmosis inversa según la reivindicación 1, capaces de tratar corrientes de alimentación adecuadas para uso en procesos industriales. Con respecto a esto, la detección de trazadores fluorescentes inertes se utiliza para evaluar y/o controlar una serie de diferentes parámetros del procedimiento únicos para separación por membrana, tales como parámetros de operación, parámetros químicos, parámetros mecánicos y combinaciones de los mismos. La técnica de monitorización de trazador fluorescente inerte de la presente invención se puede realizar con un alto grado de sensibilidad y selectividad con respecto a la monitorización de los parámetros del procedimiento específicos para una separación por membrana. Con respecto a esto, los métodos y sistemas de la presente invención se pueden utilizar con eficacia para optimizar la realización de procedimientos de separación por membrana. Ejemplos de tal realización optimizada incluyen tiempos más prolongados entre las limpiezas de la membrana, vida de la membrana más prolongada, verificación de tratamiento químico en el sistema, capacidad para operar a recuperación óptima y costes de energía disminuidos debido a mejor control de la incrustación, el ensuciamiento y otros parámetros del sistema.

45 Con este propósito, la presente invención proporciona un método para monitorizar un procedimiento de separación por membrana de ósmosis inversa que incluye una membrana de ósmosis inversa capaz de separar una corriente de alimentación en al menos una primera corriente y una segunda corriente en la que dicha monitorización consiste sustancialmente en:

proporcionar al menos un trazador fluorescente inerte;

introducir el trazador fluorescente inerte en la corriente de alimentación;

proporcionar al menos un fluorómetro para detectar la señal fluorescente del trazador fluorescente inerte en la corriente de alimentación y en al menos una de, la primera corriente y la segunda corriente y

55 usar al menos un fluorómetro para determinar una cantidad del trazador fluorescente inerte en la corriente de alimentación y en al menos una de, la primera corriente y la segunda corriente.

En realizaciones preferidas de la invención, el procedimiento de separación por membrana de ósmosis inversa se selecciona del grupo que consiste en: un procedimiento de separación por membrana de ósmosis inversa de flujo cruzado y un procedimiento de separación por membrana de ósmosis inversa de flujo de final ciego.

5 Opcionalmente, la cantidad del trazador fluorescente inerte en al menos una de, la corriente de alimentación, la primera corriente y la segunda corriente es de 5 ppt a 1.000 ppm.

10 En algunas realizaciones, la presente invención también prevé un método como se describió anteriormente que comprende además evaluar un parámetro del procedimiento distinto de pérdida del procedimiento de separación por membrana de ósmosis inversa basado en la cantidad del trazador fluorescente inerte que se mide. En dicho método, el trazador fluorescente inerte se añade opcionalmente a una formulación que se añade con posterioridad a la corriente de alimentación y la cantidad del trazador fluorescente inerte añadida está correlacionada opcionalmente con una cantidad de la formulación añadida a la corriente de alimentación.

15 En realizaciones alternativas, la presente invención además prevé un método como se desveló anteriormente en el que la corriente de alimentación es adecuada para uso en un proceso industrial y en el que la membrana de ósmosis inversa es capaz de retirar solutos de la corriente de alimentación y que además comprende evaluar la retirada de solutos de la corriente de alimentación basada en la cantidad del trazador fluorescente inerte que se mide.

20 En dichas realizaciones alternativas, el proceso industrial se puede seleccionar opcionalmente del grupo que consiste en procedimientos de agua sin tratar, procedimientos de aguas residuales, procedimientos de aguas industriales, tratamiento de aguas municipales, procedimientos de alimentos y bebidas, procedimientos farmacéuticos, fabricación electrónica, operaciones de utilidad, procedimientos de pulpa y papel, procedimientos de explotación minera y de minerales, procedimientos relacionados con el transporte, procedimientos textiles, procedimientos de chapado y del trabajo del metal, procedimientos de lavandería y limpieza, procedimientos de cuero y curtido y procedimientos de pintura. En dichas realizaciones, la corriente de alimentación pone en contacto opcionalmente la membrana de ósmosis inversa en un flujo cruzado en relación con la membrana de ósmosis inversa; en otra disposición, la corriente de alimentación pone en contacto opcionalmente la membrana de ósmosis inversa en una dirección del flujo sustancialmente perpendicular a la membrana de ósmosis inversa.

25 Más realizaciones de la invención también prevén un método como se describió anteriormente que además comprende evaluar uno o más parámetros del procedimiento específicos para el procedimiento de separación por membrana de ósmosis inversa basado en la cantidad del trazador fluorescente inerte, en el que dichos parámetros del procedimiento se seleccionan opcionalmente del grupo que consiste en: parámetros de operación, parámetros químicos, parámetros mecánicos, un porcentaje de recuperación, un flujo de filtrado normalizado, un porcentaje de rechazo, una presión diferencial, un tiempo de fijación hidráulica y combinaciones de los mismos. Dichas realizaciones comprenden opcionalmente controlar una cantidad de incrustantes y/o suciedades que se depositan en la membrana de ósmosis inversa.

30 Es, por lo tanto, una ventaja de la presente invención proporcionar métodos y sistemas que utilizan trazadores fluorescentes inertes para monitorizar y/o controlar los procedimientos o sistemas de separación por membrana.

Otra ventaja de la presente invención es proporcionar métodos y sistemas que utilizan cantidades medibles de trazadores inertes para mejorar la eficacia de operación de procedimientos o sistemas de separación por membrana.

35 Una ventaja más de la presente invención es proporcionar métodos y sistemas para monitorizar parámetros específicos para procedimientos de separación por membrana con selectividad y especificidad basados en cantidades medibles de trazadores inertes añadidos al sistema de separación por membrana.

Otra ventaja más de la presente invención es proporcionar métodos y sistemas para monitorizar y/o controlar procedimientos de separación por membrana para purificar corrientes de alimentación acuosas adecuadas para uso en sistemas de aguas industriales.

40 Otra ventaja más de la presente invención es proporcionar una realización mejorada específica para procedimientos o sistemas de separación por membrana que utilizan separación de flujo cruzado y/o de flujo de final ciego para retirar solutos de las corrientes de alimentación.

Se describen características y ventajas adicionales de la presente invención en, y serán evidentes en, la descripción detallada de las realizaciones preferidas en el momento presente.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

50 La presente invención proporciona métodos para monitorizar y/o controlar procedimientos de separación por membrana de ósmosis inversa que son capaces de retirar solutos de corrientes de alimentación, tales como corrientes de alimentación acuosas, que son adecuados para uso en una serie de diferentes aplicaciones industriales. Más específicamente, los métodos y sistemas de la presente invención pueden monitorizar y/o controlar los procedimientos de separación por membrana basados en cantidades medibles de trazadores fluorescentes inertes que se han añadido al procedimiento de separación por membrana. Con respecto a esto, se puede evaluar

una serie de diferentes parámetros del procedimiento específicos para separación por membrana; incluyendo, por ejemplo, parámetros de operación, parámetros químicos, parámetros mecánicos, parámetros similares y combinaciones de los mismos, con un alto grado de selectividad, especificidad y precisión de manera que la realización del procedimiento de separación por membrana se pueda optimizar de manera eficaz.

- 5 Los métodos y sistemas de la presente invención pueden incluir una variedad de diferentes y adecuados componentes, etapas del procedimiento, condiciones de operación y similares, para monitorizar y/o controlar los procedimientos o sistemas de separación por membrana. En una realización, el procedimiento de separación por membrana de la presente invención incluye procedimientos de flujo cruzado y de flujo de final ciego. Durante los procedimientos de flujo cruzado, la corriente de alimentación se puede tratar en una dirección del flujo que sea sustancialmente paralela a la membrana del sistema de separación. Con respecto a los procedimientos de separación de flujo de final ciego, la corriente de alimentación se puede tratar en una dirección del flujo que es sustancialmente perpendicular a la membrana del sistema de separación.

10 En general, los procedimientos de separación por membrana de la presente invención son capaces de tratar o purificar corrientes de alimentación dividiendo la corriente de alimentación en corrientes separadas. En una realización, la corriente de alimentación se separa en al menos una primera y segunda corriente, tal como una corriente de filtrado y una corriente de producto de concentración. La corriente de alimentación puede contener varios solutos, tales como compuestos orgánicos disueltos, compuestos inorgánicos disueltos, sólidos disueltos, sólidos suspendidos, similares o combinaciones de los mismos. En la separación de la corriente de alimentación en el filtrado y el producto de concentración, en filtros de membrana por ejemplo, la corriente de filtrado contiene esencialmente una concentración sustancialmente menor de solutos disueltos y/o suspendidos cuando se compara con la corriente de alimentación acuosa. Por otra parte, la corriente de producto de concentración presenta una concentración mayor de solutos disueltos y/o suspendidos cuando se compara con la corriente acuosa. Con respecto a esto, el filtrado representa una corriente de alimentación purificada, tal como una corriente de alimentación acuosa purificada.

25 Está disponible una serie de diferentes tipos de procedimientos de separación por membrana incluyendo, por ejemplo, procedimientos de flujo cruzado, procedimientos de flujo de final ciego, ósmosis inversa, ultrafiltración, microfiltración, nanofiltración, electrodiálisis, electrodesionización, pervaporación, extracción por membrana, destilación por membrana, arrastre por membrana, aireación por membranas y similares o combinaciones de los mismos. La ósmosis inversa, es el procedimiento de separación por membrana de la invención. Se debería apreciar que la presente invención se refiere específicamente a procedimientos de separación por membrana de ósmosis inversa y, lo más en particular, a procedimientos de separación por membrana de ósmosis inversa de flujo cruzado y procedimientos de separación por membrana de ósmosis inversa de flujo de final ciego.

30 En ósmosis inversa, la corriente de alimentación se trata típicamente en condiciones de flujo cruzado. Con respecto a esto, la corriente de alimentación fluye sustancialmente paralela a la superficie de la membrana de manera que sólo una porción de la corriente de alimentación difunde por la membrana como filtrado. La velocidad de flujo cruzado es alta de manera rutinaria para proporcionar una acción corrosiva que disminuya el ensuciamiento de la superficie de la membrana. Esto también puede disminuir los efectos de polarización de la concentración (por ejemplo, concentración de solutos en la capa límite de turbulencia reducida en la superficie de la membrana, que puede aumentar la presión osmótica en la membrana y puede reducir así el flujo de filtrado). Los efectos de polarización de la concentración pueden inhibir que pase el agua de la corriente de alimentación por la membrana como filtrado, disminuyendo así la relación de recuperación, por ejemplo, la relación de filtrado a corriente de alimentación aplicada. Se puede emplear un bucle o bucles de reciclado para mantener una velocidad de flujo alta a través de la superficie de la membrana.

45 Los procedimientos de ósmosis inversa pueden emplear una variedad de diferentes tipos de membranas. Tales tipos de elementos de membrana comerciales incluyen, sin limitación, elementos de membrana de fibra hueca, elementos de membrana tubulares, elementos de membrana enrollados en espiral, elementos de membrana de placa y bastidor y similares, algunos de los cuales se describen con más detalle en "The Nalco Water Handbook," Segunda edición, Frank N. Kemmer Ed., McGraw-Hill Book Company, Nueva York, N. Y., 1.988, incorporado en esta memoria descriptiva, en particular el capítulo 15 titulado "Membrane Separation". Se debería apreciar que se puede usar un solo elemento de membrana en un sistema de filtración por membrana determinado, pero también se puede usar una serie de elementos de membrana dependiendo de la aplicación industrial.

50 Se describe un sistema de ósmosis inversa típico como ejemplo de filtración por membrana y más en general separación por membrana. La ósmosis inversa usa principalmente elementos o módulos enrollados en espiral, que se construyen por enrollado de capas de membranas semiporosas con espaciadores de alimentación y portadores de agua del filtrado alrededor de un tubo de recogida de filtrado perforado central. Típicamente, los módulos se sellan con cinta y/o envoltura total de fibra de vidrio. La construcción resultante presenta un canal que puede recibir un flujo de entrada. La corriente de entrada fluye de manera longitudinal a lo largo del módulo de la membrana y sale por el otro extremo como una corriente de concentrado. Dentro del módulo, pasa agua por la membrana semiporosa y es separada en un canal de filtrado que fluye a un tubo de recogida central. Desde este tubo fluye fuera de un canal designado y es recogida.

En la práctica, los módulos de membrana se apilan juntos, extremo a extremo, con interconectores uniendo los tubos de filtrado del primer módulo al tubo de filtrado del segundo módulo, etc. Estas pilas de módulos de membrana están alojadas en recipientes de presión. Dentro del recipiente de presión pasa agua de alimentación al primer módulo en la pila, que retira una porción del agua como agua de filtrado. La corriente de producto de concentración de la primera membrana se convierte en la corriente de alimentación de la segunda membrana, etc., abajo en la pila. Las corrientes de filtrado de todas las membranas en la pila se recogen en los tubos de filtrado unidos. Sólo se monitorizan comúnmente la corriente de alimentación que entra en el primer módulo, la corriente de filtrado combinada y la corriente de producto de concentración final del último módulo en la pila.

Dentro de la mayoría de los sistemas de ósmosis inversa, se disponen recipientes de presión en "fases" o "pases". En un sistema de membrana por etapas, las corrientes de producto de concentración combinadas de un contenedor de recipientes de presión se dirigen a un segundo contenedor de recipientes de presión donde se convierten en la corriente de alimentación para la segunda fase. Los sistemas tienen comúnmente 2 a 3 fases con sucesivamente menos recipientes de presión en cada fase. Por ejemplo, un sistema puede contener 4 recipientes de presión en una primera fase, las corrientes de producto de concentración del cual alimentan 2 recipientes de presión en una segunda fase, las corrientes de producto de concentración del cual alimentan a su vez 1 recipiente de presión en la tercera fase. Esto se designa como una ordenación "4:2:1". En una configuración de membrana por etapas, se recogen las corrientes de filtrado combinadas de todos los recipientes de presión en todas las fases y se usan sin más tratamiento de membrana. Se usan sistemas de múltiples fases cuando se requieren grandes volúmenes de agua purificada, por ejemplo para agua para alimentación de calderas. Las corrientes de filtrado del sistema de membranas se puede purificar además por intercambio iónico u otros medios.

En un sistema de pasos múltiples, las corrientes de filtrado de cada contenedor de recipientes de presión se recogen y se usan como la alimentación para los contenedores posteriores de recipientes de presión. Las corrientes de producto de concentración de todos los recipientes de presión se combinan sin más tratamiento de membrana de cada corriente individual. Se usan sistemas de múltiples pasos cuando se requiere agua de muy alta pureza, por ejemplo en las industrias de sistemas microelectrónicos o farmacéuticas.

Debería estar claro a partir de los ejemplos anteriores que la corriente de producto de concentración de una fase de un sistema de OI puede ser la corriente de alimentación de otra fase. Asimismo la corriente de filtrado de un solo paso de un sistema de pasos múltiples puede ser la corriente de alimentación de un paso posterior. Un reto en la monitorización de sistemas tales como los ejemplos de ósmosis inversa citados anteriormente es que hay un número de sitios limitado en el caso de que pueda tener lugar muestreo y monitorización, es decir las corrientes de alimentación, filtrado y producto de concentración. En algunos sistemas, pero no todos, los puntos de muestreo "entre fases" permiten el muestreo/la monitorización de la corriente de producto de concentración de la primera fase/alimentación de la segunda fase. Puntos de muestreo entre pasos similares pueden estar disponibles en sistemas de pasos múltiples también.

En la práctica es posible "sondar" el tubo de recogida del filtrado dentro de un solo recipiente de presión para tomar muestras para la calidad del filtrado de cada uno de los elementos de membrana en la pila. Es un método que exige mucho tiempo, confuso e inexacto y no se aplica de manera rutinaria excepto en situaciones de solución de problemas. No hay ningún método aceptado en la actualidad para examinar la calidad de la corriente de alimentación/producto de concentración de elementos de membrana individuales dentro de un solo recipiente de presión.

A diferencia de los procedimientos de separación por membrana de filtración de flujo cruzado, la filtración convencional de sólidos suspendidos se puede realizar haciendo pasar un fluido de alimentación por un medio de filtro o membrana en una dirección sustancialmente perpendicular. Esto crea de manera eficaz una corriente de salida durante el ciclo de funcionamiento. Periódicamente, el filtro se retrolavó haciendo pasar un fluido limpio en una dirección opuesta a la alimentación, generando un efluente de retrolavado que contenía especies que se habían retenido por el filtro. Así, la filtración convencional produce una corriente de alimentación, una corriente purificada y una corriente de retrolavado. Este tipo de separación por membrana se refiere típicamente como separación de flujo de final ciego y se limita típicamente a la separación de partículas suspendidas mayores que aproximadamente un micrómetro de tamaño.

Las técnicas de filtración de flujo cruzado, por otra parte, se pueden usar para retirar partículas más pequeñas (generalmente aproximadamente un micrómetro de tamaño o menor), coloides y solutos disueltos. Tales tipos de sistemas de separación por membrana de flujo cruzado pueden incluir, por ejemplo, ósmosis inversa, microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración, electrodiálisis o similares. La ósmosis inversa puede retirar incluso especies disueltas de bajo peso molecular que tienen al menos aproximadamente 0,0001 a aproximadamente 0,001 micrómetros de diámetro mínimo incluyendo, por ejemplo, especies iónicas y no iónicas, moléculas de bajo peso molecular, macromoléculas o polímeros solubles en agua, sólidos suspendidos, coloides y sustancias tales como bacterias y virus.

Con respecto a esto, la ósmosis inversa se usa con frecuencia comercialmente para tratar agua que presenta un contenido en sólidos disueltos totales ("SDT") moderado a alto (por ejemplo, 500 ppm o mayor). Típicamente en el orden de desde aproximadamente 2 por ciento a aproximadamente 5 por ciento de los SDT de una corriente de

alimentación pasará por la membrana. Así, en general el filtrado puede no estar completamente exento de solutos. Con respecto a esto, los SDT de filtrados de ósmosis inversa pueden ser demasiado altos para algunas aplicaciones industriales, tales como el uso como agua de reposición para calderas de alta presión. Por lo tanto, los sistemas de ósmosis inversa y otros sistemas de separación por membrana similares se usan con frecuencia previamente a y
5 junto con un procedimiento de intercambio iónico u otro procedimiento adecuado para reducir los SDT que se cargan en la resina y disminuir la cantidad de material peligroso usado y almacenado para regeneración de resinas, tales como ácidos e hidróxido de sodio.

Como se discutió anteriormente, la realización de los sistemas de separación por membrana puede variar con respecto a una serie de diferentes condiciones de operación específicas para separación por membrana, tales como
10 temperatura, pH, presión, flujo de filtrado, actividad de tratamiento y/o agentes limpiadores, actividad antisuciedad y similares. Cuando se desarrolla y/o se pone en práctica un programa de monitorización y/o control basado en la detección de trazadores fluorescentes inertes, los efectos de las condiciones de operación específicas para separación por membrana se deben tener en consideración necesariamente. Como se discutió previamente, las condiciones de operación de procedimientos de tratamiento de agua pueden variar enormemente de procedimiento a
15 procedimiento. Con respecto a esto, las técnicas de monitorización cuando se aplican a cada procedimiento pueden variar enormemente.

Los procedimientos de separación por membrana y la monitorización de los mismos son únicos debido a las siguientes consideraciones.

1. Los sistemas se construyen con flexibilidad limitada en términos de dónde se puede hacer la monitorización y/o
20 dónde se pueden recoger las muestras.

2. Los sistemas de separación por membrana incluyen una capa de polarización por concentración que se forma a medida que se filtra agua por la barrera. Esta no está presente en otros sistemas de tratamiento de agua, tales como los sistemas de aguas de refrigeración.

3. Los sistemas de separación por membrana operan a temperaturas significativamente inferiores que los procedimientos industriales donde es un problema la solubilidad inversa de los solutos. Sin embargo, en el caso de sistemas de separación por membrana tales como ósmosis inversa y nanofiltración, esta baja temperatura conduce a incrustación de sales que es menos probable que sean problemáticas en procedimientos a mayor temperatura (tales como sílice y sales de silicato). Con respecto a esto, las operaciones de separación por membrana día a día típicas (por ejemplo, OI y NF) tienen lugar a aproximadamente 24°C (75°F).
25

4. Debido a que es esencial que la superficie de la membrana permanezca limpia, una cantidad relativamente pequeña de precipitado fino puede causar una pérdida de realización significativa. La pérdida de realización en una membrana es, así, más sensible a deposición del precipitado, cuando se compara con tratamiento de aguas de refrigeración. Con respecto a esto, la pérdida de realización en una membrana se puede producir en un espesor de película apreciablemente menor que el requerido para que se produzca pérdida por transferencia de calor en un sistema de aguas de refrigeración.
30

5. La pérdida de agua en filtración por membranas es debida a "permeación" o pase por la barrera de la membrana. Las membranas dañadas o imperfectas de otro modo son susceptibles de pérdida no deseable de solutos por la membrana. Así es crítico monitorizar la pérdida por la membrana para mantenerla funcionando a eficacia máxima.

6. Las películas semipermeables, delgadas (poliméricas, orgánicas o inorgánicas) son sensibles a la degradación por especies químicas. Los productos que se ponen en contacto con la superficie de las membranas deben ser compatibles con la química de la membrana para evitar dañar la superficie y degradar de ese modo la realización.
40

7. Se debe demostrar que los tratamientos químicos usados en sistemas de membrana son compatibles con el material de la membrana previamente a su uso. El daño de los productos químicos incompatibles puede dar como resultado una pérdida inmediata de realización y quizá degradación de la superficie de la membrana. Dicho daño irreversible, inmediato, a partir de un tratamiento químico es muy poco frecuente en sistemas de aguas de refrigeración.
45

Basándose en estas diferencias, se debe tener en cuenta necesariamente una serie de diferentes factores y consideraciones cuando se desarrollan y/o se ponen en práctica programas de monitorización y/o control con respecto a sistemas de separación por membrana, cuando se compara con otros procedimientos de tratamiento de aguas, tales como los procedimientos de tratamiento de aguas de refrigeración.
50

Por ejemplo, tanto el coste de la membrana como la energía consumida pueden ser factores de coste de operación significativos específicos para un procedimiento de separación por membrana. Con respecto a esto, los depósitos de incrustaciones y suciedades en la membrana, en una pequeña escala, pueden impactar negativamente en la realización de los sistemas de separación por membrana por, en filtración por membrana por ejemplo, disminución del flujo de filtrado para un gradiente de potencial determinado, bajando la calidad del filtrado (pureza), aumentando la energía consumida para mantener un flujo de filtrado determinado, causando la sustitución de la membrana y/o el periodo de inactividad no programado para la sustitución o limpieza/renovación de la membrana, otras condiciones
55

similares y combinaciones de las mismas. Con respecto a esto, se cree en general que la monitorización continua de los parámetros del procedimiento específicos para filtración por membrana tales como flujo de filtrado normalizado, gradiente de potencial, presión diferencial y porcentaje de rechazo, es crítica para la detección del ensuciamiento y/o las incrustaciones y, así, la implantación de medidas de remedio cuando se observan tales problemas. En ósmosis inversa, aproximadamente un cambio de diez a quince por ciento en cualquiera de estos parámetros señala de manera rutinaria un problema de incrustación/ensuciamiento que requiere una acción de respuesta, tal como el ajuste de la dosis de agente de tratamiento. Así, la detección de estos problemas puede evitar lo antes posible, por ejemplo, consumo de energía indebido, pérdida de producto, sustitución de membrana prematura y similares. Idealmente, cuando se detecta una condición o cambio desfavorable o cuestionable en un sistema, se usarán algunos medios, tales como una alarma, para notificar a un operario la condición o el cambio. La acción correctora se puede tomar entonces como necesaria o apropiada.

Los solicitantes han descubierto especialmente que la monitorización y/o el control de los parámetros específicos del procedimiento para separación por membrana basado en la medición de una cantidad de trazador fluorescente inerte es más rápido, más sensible, más extenso, más selectivo y/o más fiable que las técnicas convencionales disponibles en la actualidad, en particular cuando se emplean los métodos de monitorización de la presente invención sobre una base sustancialmente continua. La presente invención presenta capacidades de diagnóstico mejoradas de manera que, por ejemplo, carece de tratamiento químico, aumenta de manera no planeada el porcentaje de recuperación, paso aumentado de solutos, irregularidades de flujo y se pueden detectar problemas de incrustaciones y/o ensuciamientos únicos para separación por membrana y/o filtración por membrana con una certeza razonable, con mucha mayor sensibilidad y con un tiempo transcurrido mucho menor que los métodos disponibles en la actualidad. Con respecto a esto, se pueden detectar desajustes de sistemas temporales u otras variaciones de corta duración durante la monitorización continua como las condiciones transitorias que son, más bien que como signos de aviso incorrectos como detectados por monitorizaciones esporádicas.

Como se discutió previamente, los métodos y sistemas de la presente invención emplean trazadores fluorescentes inertes para monitorizar y/o controlar los procedimientos de separación por membrana. Utilizando trazadores inertes, la presente invención puede evaluar una serie de diferentes parámetros del procedimiento de separación por membrana con una mayor selectividad y sensibilidad cuando se compara con técnicas de monitorización convencionales. Con respecto a esto, la cantidad medible de trazadores inertes se puede utilizar de manera eficaz para maximizar de manera óptima la realización de tales sistemas.

El término "inerte", como se usa en la presente memoria, se refiere a un trazador fluorescente inerte que no se ve afectado de manera apreciable o de manera significativa por cualquier otra química en el sistema o por los demás parámetros del sistema tales como pH, temperatura, fuerza iónica, potencial rédox, actividad microbiológica o concentración de biocida. Para cuantificar lo que significa "no afectado de manera apreciable o de manera significativa", esta afirmación significa que un compuesto fluorescente inerte no presenta más de un 10% de cambio en su señal fluorescente bajo las estrictas condiciones encontradas en sistemas de aguas industriales. Las condiciones estrictas encontradas normalmente en los sistemas de aguas industriales son conocidas para los expertos en la materia de los sistemas de aguas industriales.

Se debería apreciar que se puede utilizar una variedad de trazadores inertes diferentes y adecuados en cualquier cantidad, número y aplicación, adecuada. Por ejemplo, se puede usar un solo trazador para evaluar una serie de diferentes parámetros del procedimiento de separación por membrana. Sin embargo, la presente invención puede incluir el uso de una serie de diferentes trazadores, funcionando cada uno como trazadores para aplicaciones de monitorización separadas. En una realización, la monitorización del trazador fluorescente inerte de la presente invención se puede realizar sobre una base singular, intermitente o semicontinua y preferiblemente la determinación de la concentración del trazador en la corriente se realiza in situ para proporcionar una determinación en tiempo real rápida.

Un trazador inerte debe ser transportable con el agua del sistema de separación por membrana y así sustancialmente, si no completamente, soluble en agua en el mismo a la concentración que se use, bajo las condiciones de temperatura y presión específicas y únicas para el sistema de separación por membrana. En otras palabras, un trazador inerte muestra propiedades similares para un soluto del procedimiento de separación por membrana en que se use. En una realización, se prefiere que el trazador inerte de la presente invención satisfaga los siguientes criterios:

1. No ser adsorbido por la membrana en ninguna cantidad apreciable;
2. No degradar la membrana o impedir de otro modo su realización o modificar su composición;
3. Ser detectable sobre una base continua o semicontinua y ser susceptible de mediciones de la concentración que sean precisas, repetibles y capaces de realizarse sobre agua de alimentación, agua de producto de concentración, agua de filtrado u otros medios adecuados o combinaciones de los mismos;
4. Ser sustancialmente extraño a las especies químicas que normalmente están presentes en el agua de los sistemas de separación por membrana en que se puede usar el trazador o los trazadores inertes;

5. Ser sustancialmente impermeable a la interferencia de, o polarización por, las especies químicas que están normalmente presentes en el agua de sistemas de separación por membrana en que se puede usar el trazador o los trazadores inertes;

5 6. Ser sustancialmente impermeable a cualquiera de sus propias pérdidas específicas o selectivas potenciales del agua de sistemas de separación por membrana, incluyendo permeación selectiva de la membrana;

7. Ser compatible con todos los agentes de tratamiento empleados en el agua de los sistemas de separación por membrana en que se puede usar el trazador o los trazadores inertes y así no reducir de ningún modo la eficacia del mismo o los mismos;

8. Ser compatible con todos los componentes de su formulación y

10 9. Ser relativamente no tóxico y seguro medioambientalmente, no sólo dentro de los entornos del agua o el procedimiento separación por membrana en que se puede usar, sino también en la descarga desde allí.

Se debería apreciar que la cantidad de trazador inerte que se tiene que añadir al procedimiento de separación por membrana que es eficaz sin que sea muy excesivo puede variar con respecto a una variedad de factores incluyendo, sin limitación, el método de monitorización seleccionado, la extensión de la interferencia de fondo asociada al método de monitorización seleccionado, la magnitud de la concentración del trazador o de los trazadores inertes esperados en el agua de la alimentación y/o el producto de concentración, el modo de monitorización (tal como, un modo de monitorización continuo en línea) y otros factores similares. En una realización, la dosis de un trazador inerte añadido al sistema de separación por membrana incluye una cantidad que es al menos suficiente para proporcionar una concentración medible en, por ejemplo, la corriente de producto de concentración, en estado estacionario de al menos aproximadamente 5 ppt y preferiblemente al menos aproximadamente 1 ppb o aproximadamente 5 ppb o mayor, tal como, hasta aproximadamente 100 ppm o aproximadamente 200 ppm o incluso tan alta como aproximadamente 1.000 ppm en el producto de concentración u otra corriente de efluente. En una realización, la cantidad de trazador oscila de aproximadamente 5 ppt a aproximadamente 1.000 ppm, preferiblemente de aproximadamente 1 ppb a aproximadamente 50 ppm, más preferiblemente de aproximadamente 5 ppb a aproximadamente 50 ppb.

En una realización, el trazador inerte se puede añadir a un sistema de separación por membrana como componente de una formulación, más bien que como un componente separado, tal como un sólido seco o líquido neto. La formulación o producto de trazador inerte puede incluir una disolución acuosa u otra mezcla sustancialmente homogénea que se disperse con razonable rapidez en el sistema de separación por membrana al que se añade. Con respecto a esto, la concentración de trazador inerte puede estar correlacionada con la concentración de un producto. En una realización, el producto o la formulación puede incluir un agente de tratamiento que se añade para tratar incrustaciones y/o ensuciamiento.

Se puede utilizar una variedad de tipos diferentes y adecuados de compuestos como trazadores fluorescentes inertes. En una realización, los compuestos fluorescentes inertes pueden incluir, por ejemplo, los siguientes compuestos:

3,6-acridindiamina, N, N, N', N'-tetrametil-, monohidrocloruro, también conocido como Naranja de Acridina (Nº de Registro CAS 65-61-2),

sal sódica del ácido 2-antracenosulfónico (Nº de Registro CAS 16106-40-4),

ácido 1,5- antracenosulfónico (Nº de Registro CAS 61736-91-2) y sales del mismo,

40 ácido 2,6- antracenosulfónico (Nº de Registro CAS 61736-95-6) y sales del mismo,

ácido 1,8-antracenosulfónico (Nº de Registro CAS 61736-92-3) y sales del mismo,

antra[9,1,2-cde]benzo[rst]pentafeno-5,10-diol, 16,17-dimetoxi-, bis(hidrogenosulfato), sal disódica, también conocida como Verde Antrasol IBA (Nº de Registro CAS 2538-84-3, también denominado Colorante Vat Solubilizado),

sal disódica del ácido batofenantrolinodisulfónico (Nº de Registro CAS 52746-49-3),

45 ácido amino 2,5-bencenosulfónico (Nº de Registro CAS 41184-20-7),

2-(4-aminofenil)-6-metilbenzotiazol (Nº de Registro CAS 92-36-4),

ácido 1H-benz[de]isoquinolin-5-sulfónico, 6-amino-2,3-dihidro-2-(4-metilfenil)-1,3-dioxo-, sal monosódica, también conocida como Amarillo Ácido Brillante 8G (Nº de Registro CAS 2391-30-2, también denominada Amarillo Lisamina FF, Amarillo Ácido 7),

50 fenoxazin-5-io, 1-(aminocarbonil)-7-(dietilamino)-3,4-dihidroxi-, cloruro, también conocido como Azul Celestino (Nº de Registro CAS 1562-90-9),

- benzo[a]fenoxazin-7-io, 5,9-diamino-, acetato, también conocido como acetato de violeta de cresilo (Nº de Registro CAS 10510-54-0),
- ácido 4-dibenzofuranosulfónico (Nº de Registro CAS 42137-76-8),
- ácido 3-dibenzofuranosulfónico (Nº de Registro CAS 215189-98-3),
- 5 yoduro de 1-etilquinaldinio (Nº de Registro CAS 606-53-3),
- fluoresceína (Nº de Registro CAS 2321-07-5),
- fluoresceína, sal sódica (Nº de Registro CAS 518-47-8, también denominada Amarillo Ácido 73, Uranina),
- Blanco Keyfluor ST (Nº de Registro CAS 144470-48-4, también denominado Abrillantador Flu. 28),
- 10 ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etendiil)bis[5-[[4-[bis(2-hidroxietyl)amino]-6-[(4-sulfofenil)amino]-1,3,5-triazin-2-il]amino]-, sal tetrasódica, también conocida como Blanco Keyfluor CN (Nº de Registro CAS 16470-24-9),
- Abrillantador Fluorescente C. I. 230, también conocido como Leucofor BSB (Nº de Registro CAS 68444-86-0),
- ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodiil)bis[5-[[4-[bis(2-hidroxietyl)amino]-6-[(4-sulfofenil)amino]-1,3,5-triazin-2-il]amino]-, sal tetrasódica, también conocida como Leucofor BMB (Nº de Registro CAS 16470-24-9, también denominada Leucofor U, Abrillantador Flu. 290),
- 15 9,9'-biacridinio, 10,10'-dimetil-, dinitrato, también conocido como Lucigenina (Nº de Registro CAS 2315-97-1, también denominado nitrato de bis-N-metilacridinio),
- 1-desoxi-1-(3,4-dihidro-7,8-dimetil-2,4-dioxobenzo[g]pteridin-10(2H)-il)-D-ribitol, también conocido como Riboflavina o Vitamina B2 (Nº de Registro CAS 83-88-5),
- naftalenos mono-, di- o tri-sulfonados, incluyendo pero no limitándose a:
- 20 ácido 1,5-naftalenodisulfónico, sal disódica (hidrato) (Nº de Registro CAS 1655-29-4, también denominado 1,5-NDSA hidratado),
- ácido 2-amino-1-naftalenosulfónico (Nº de Registro CAS 81-16-3),
- ácido 5-amino-2-naftalenosulfónico (Nº de Registro CAS 119-79-9),
- ácido 4-amino-3-hidroxi-1-naftalenosulfónico (Nº de Registro CAS 90-51-7),
- 25 ácido 6-amino-4-hidroxi-2-naftalenosulfónico (Nº de Registro CAS 116-63-2),
- ácido 7-amino-1,3-naftalenosulfónico, sal potásica (Nº de Registro CAS 79873-35-1),
- ácido 4-amino-5-hidroxi-2,7-naftalenodisulfónico (Nº de Registro CAS 90-20-0),
- ácido 5-dimetilamino-1-naftalenosulfónico (Nº de Registro CAS 4272-77-9),
- ácido 1-amino-4-naftalenosulfónico (Nº de Registro CAS 84-86-6),
- 30 ácido 1-amino-7-naftalenosulfónico (Nº de Registro CAS 119-28-8) y
- ácido 2,6-naftalenodicarboxílico, sal dipotásica (Nº de Registro CAS 2666-06-0),
- ácido 3,4,9,10-perilenotetracarboxílico (Nº de Registro CAS 81-32-3),
- Abrillantador Fluorescente C. I. 191, también conocido como Phorwite CL (Nº de Registro CAS 12270-53-0),
- Abrillantador Fluorescente C. I. 200, también conocido como Phorwite BKL (Nº de Registro CAS 61968-2-7),
- 35 ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodiil)bis[5-(4-fenil-2H-1,2,3-triazol-2-il)-, sal dipotásica, también conocida como Phorwite BHC 766 (Nº de Registro CAS 52237-03-3),
- ácido bencenosulfónico, 5-(2H-nafto[1,2-d]triazol-2-il)-2-(2-feniletetil)-, sal sódica, también conocida como Blanco Pylaklor S-15A (Nº de Registro CAS 6416-68-8),
- ácido 1,3,6,8-pirenotetrasulfónico, sal tetrasódica (Nº de Registro CAS 59572-10-0),
- 40 piranina, (Nº de Registro CAS 6358-69-6, también denominada ácido 8-hidroxi-1,3,6-pirenotrissulfónico, sal trisódica),

- quinolina (N° de Registro CAS 91-22-5),
 3H-fenoxazin-3-ona, 7-hidroxi-, 10-óxido, también conocido como Rhodalux (N° de Registro CAS 550-82-3),
 xantilio, 9-(2,4-dicarboxifenil)-3,6-bis(dietilamino)-, cloruro, sal disódica, también conocida como Rodamina WT
 (N° de Registro CAS 37299-86-8),
- 5 fenazinio, 3,7-diamino-2,8-dimetil-5-fenil-, cloruro, también conocido como Safranina O (N° de Registro CAS 477-73-6),
 Abrillantador Fluorescente C. I. 235, también conocido como Sandoz CW (N° de Registro CAS 56509-06-9),
 ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[bis(2-hidroxi)etil]amino]-6-[(4-sulfofenil)amino]-1,3,5-triazin-2-il]amino]-, sal tetrasódica, también conocida como Sandoz CD (N° de Registro CAS 16470-24-9, también denominada
 10 Abrillantador Flu. 220),
 ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[(2-hidroxipropil)amino]-6-(fenilamino)-1,3,5-triazin-2-il]amino]-, sal disódica, también conocida como Sandoz TH-40 (N° de Registro CAS 32694-95-4),
 xantilio, 3,6-bis(dietilamino)-9-(2,4-disulfofenil)-, sal interna, sal sódica, también conocida como Sulforodamina B (N° de Registro CAS 3520-42-1, también denominada Rojo Ácido 52),
- 15 ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[(aminometil)(2-hidroxi)etil]amino]-6-(fenilamino)-1,3,5-triazin-2-il]amino]-, sal disódica, también conocida como Tinopal 5BM-GX (N° de Registro CAS 169762-28-1),
 Tinopol DCS (N° de Registro CAS 205265-33-4),
 ácido bencenosulfónico, 2,2'-([1,1'-bifenil]-4,4'-diildi-2,1-etenodil)bis-, sal disódica también conocida como Tinopal CBS-X (N° de Registro CAS 27344-41-8),
- 20 ácido bencenosulfónico, 5-(2H-nafto[1,2-d]triazol-2-il)-2-(2-feniletetil)-, sal sódica, también conocida como Tinopal RBS 200, (N° de Registro CAS 6416-68-8),
 ácido 7-benzotiazolsulfónico, 2,2'-(1-triazeno-1,3-diildi-4,1-fenileno)bis[6-metil-, sal disódica, también conocida como
 Amarillo Titán (N° de Registro CAS 1829-00-1, también denominada Amarillo de Tiazol G) y
- 25 todas las sales de amonio, potasio y sodio de los mismos y todos los agentes similares y mezclas adecuadas de los mismos.
 Los trazadores preferidos incluyen:
 1-desoxi-1-(3,4-dihidro-7,8-dimetil-2,4-dioxobenzo[g]pteridin-10(2H)-il)-D-ribitol, también conocido como Riboflavina o Vitamina B2 (N° de Registro CAS 83-88-5),
 fluoresceína (N° de Registro CAS 2321-07-5),
- 30 fluoresceína, sal sódica (N° de Registro CAS 518-47-8, también denominada Amarillo Ácido 73, Uranina),
 sal sódica del ácido 2-antracenosulfónico (N° de Registro CAS 16106-40-4),
 ácido 1,5-antracenosulfónico (N° de Registro CAS 61736-91-2) y sales de los mismos,
 ácido 2,6-antracenosulfónico (N° de Registro CAS 61736-95-6) y sales de los mismos,
 ácido 1,8-antracenosulfónico (N° de Registro CAS 61736-92-3) y sales de los mismos,
- 35 naftalenos mono-, di- o tri-sulfonados, incluyendo pero no limitado a:
 ácido 1,5-naftalenodisulfónico, sal disódica (hidratada) (N° de Registro CAS 1655-29-4, también denominada 1,5-NDSA hidratado),
 ácido 2-amino-1-naftalenosulfónico (N° de Registro CAS 81-16-3),
 ácido 5-amino-2-naftalenosulfónico (N° de Registro CAS 119-79-9),
- 40 ácido 4-amino-3-hidroxi-1-naftalenosulfónico (N° de Registro CAS 90-51-7),
 ácido 6-amino-4-hidroxi-2-naftalenosulfónico (N° de Registro CAS 116-63-2),

ES 2 395 878 T3

- ácido 7- amino-1,3-naftalenosulfónico, sal potásica (Nº de Registro CAS 79873-35-1),
ácido 4-amino-5-hidroxi-2,7-naftalenodisulfónico (Nº de Registro CAS 90-20-0),
ácido 5-dimetilamino-1-naftalenosulfónico (Nº de Registro CAS 4272-77-9),
ácido 1-amino-4-naftalenosulfónico (Nº de Registro CAS 84-86-6),
5 ácido 1-amino-7-naftalenosulfónico (Nº de Registro CAS 119-28-8) y
ácido 2,6-naftalenodicarboxílico, sal dipotásica (Nº de Registro CAS 2666-06-0),
ácido 3,4,9,10-perilenotetracarboxílico (Nº de Registro CAS 81-32-3),
Abrillantador Fluorescente C. I. 191, también conocido como, Phorwite CL (Nº de Registro CAS 12270-53-0),
Abrillantador Fluorescente C. I. 200, también conocido como Phorwite BKL (Nº de Registro CAS 61968-72-7),
10 ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodii)bis[5-(4-fenil-2H-1,2,3-triazol-2-il)-], sal dipotásica, también conocida como Phorwite BHC 766 (Nº de Registro CAS 52237-03-3),
ácido bencenosulfónico, 5-(2H-nafto[1,2-d]triazol-2-il)-2-(2-feniletetil)-, sal sódica, también conocida como Blanco Pylaklor S-15A (Nº de Registro CAS 6416-68-8),
ácido 1,3,6,8-pirenotetrasulfónico, sal tetrasódica (Nº de Registro CAS 59572-10-0),
15 piranina, (Nº de Registro CAS 6358-69-6, también denominada ácido 8-hidroxi-1,3,6-pirenotrisulfónico, sal trisódica),
quinolina (Nº de Registro CAS 91-22-5),
3H-fenoxazin-3-ona, 7-hidroxi-, 10-óxido, también conocido como Rhodalux (Nº de Registro CAS 550-82-3),
xantilio, 9-(2,4-dicarboxifenil)-3,6-bis(dietilamino)-, cloruro, sal disódica, también conocida como Rodamina WT (Nº de Registro CAS 37299-86-8),
20 fenazinio, 3,7-diamino-2,8-dimetil-5-fenil-, cloruro, también conocido como Safranina O (Nº de Registro CAS 477-73-6),
Abrillantador Fluorescente C. I. 235, también conocido como Sandoz CW (Nº de Registro CAS 56509-06-9),
ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodii)bis[5-[[4-[bis(2-hidroxi-etil)amino]-6-[(4-sulfofenil)amino]-1,3,5-triazin-2-il]amino]-], sal tetrasódica, también conocida como Sandoz CD (Nº de Registro CAS 16470-24-9, también denominada
25 Abrillantador Flu. 220),
ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodii)bis[5-[[4-[(2-hidroxipropil)amino]-6-(fenilamino)-1,3,5-triazin-2-il]amino]-], sal disódica, también conocida como Sandoz TH-40 (Nº de Registro CAS 32694-95-4),
xantilio, 3,6-bis(dietilamino)-9-(2,4-disulfofenil)-, sal interna, sal sódica, también conocida como Sulforodamina B
(Nº de Registro CAS 3520-42-1, también denominada Rojo Ácido 52),
30 ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodii)bis[5-[[4-[(aminometil)(2-hidroxi-etil)amino]-6-(fenilamino)-1,3,5-triazin-2-il]amino]-], sal disódica, también conocida como Tinopal SBM-GX (Nº de Registro CAS 169762-28-1),
Tinopol DCS (Nº de Registro CAS 205265-33-4),
ácido bencenosulfónico, 2,2'-([1,1'-bifenil]-4,4'-diildi-2,1-etenodii)bis-, sal disódica, también conocida como Tinopal CBS-X (Nº de Registro CAS 27344-41-8),
35 ácido bencenosulfónico, 5-(2H-nafto[1,2-d]triazol-2-il)-2-(2-feniletetil)-, sal sódica, también conocida como Tinopal RBS 200, (Nº de Registro CAS 6416-68-8),
ácido 7-benzotiazolsulfónico, 2,2'-(1-triazeno-1,3-diildi-4,1-fenileno)bis[6-metil-, sal disódica, también conocida como Amarillo Titán (Nº de Registro CAS 1829-00-1, también denominada Amarillo de Tiazol G) y
40 todas las sales de amonio, potasio y sodio de los mismos y todos los agentes similares y mezclas adecuadas de los mismos.

Los trazadores inertes fluorescentes más preferidos de la presente invención incluyen: sal tetrasódica del ácido 1,3,6,8-pirenotetrasulfónico (Nº de Registro CAS 59572-10-0); sal disódica del ácido 1,5-naftalenodisulfónico (hidratado) (Nº de Registro CAS 1655-29-4, también denominada 1,5-NDSA hidratada); xantilio, 9-(2,4-

- dicarboxifenil)-3,6-bis(dietilamino)-, cloruro, sal disódica, también conocida como Rodamina WT (N° de Registro CAS 37299-86-8); 1-desoxi-1-(3,4-dihidro-7,8-dimetil-2,4-dioxobenzo[g]pteridin-10(2H)-il)-D-ribitol, también conocido como Riboflavina o Vitamina B2 (N° de Registro CAS 83-88-5); fluoresceína (N° de Registro CAS 2321-07-5); fluoresceína, sal sódica (N° de Registro CAS 518-47-8, también denominada Amarillo Ácido 73, Uranina); sal sódica del ácido 2-antracenosulfónico (N° de Registro CAS 16106-40-4); ácido 1,5-antracenosulfónico (N° de Registro CAS 61736-91-2) y sales de los mismos; ácido 2,6-antracenosulfónico (N° de Registro CAS 61736-95-6) y sales de los mismos; ácido 1,8-antracenosulfónico (N° de Registro CAS 61736-92-3) y sales de los mismos y mezclas de los mismos. Los trazadores fluorescentes enumerados anteriormente están comercialmente disponibles en una variedad de diferentes compañías de suministro químico.
- 5
- 10 Además de los trazadores enumerados anteriormente, los expertos en la materia reconocerán qué sales se pueden usar también usando contraiones alternados. Así, por ejemplo, también se podían usar trazadores iónicos con Na^+ como contraión en formas en que el contraión se elige de la lista de: K^+ , Li^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} u otros contraiones apropiados. De la misma manera, los trazadores catiónicos pueden presentar una variedad de contraiones, por ejemplo: Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- u otros contraiones apropiados.
- 15 Las modificaciones de estos trazadores para controlar el peso molecular o el tamaño físico dentro de un intervalo de tamaños deseable, por ejemplo, fijarlos a una molécula polimérica inerte, incorporarlos a una microesfera fluorescente o añadir restos químicos adicionales en las cadenas laterales de las moléculas, deberían ser evidentes para los expertos en la materia. Tales modificaciones se incluyen en la presente memoria.
- 20 Como se discutió previamente, el trazador o los trazadores inertes se miden o se detectan para evaluar la realización del procedimiento de separación de membrana. Se puede hacer una determinación de la presencia de un trazador fluorescente inerte y la concentración del mismo en el afluente/agua de alimentación y/u otra corriente del procedimiento de un procedimiento de separación por membrana, cuando la concentración del trazador inerte en el afluente /agua de alimentación y/u otra corriente de un sistema de separación por membrana es varias partes por millón o menor, incluso tan baja como partes por billón como se discutió previamente.
- 25 A veces, se puede desear emplear una serie de trazadores inertes. Con respecto a esto, se puede desear usar una serie de trazadores inertes para monitorizar, por ejemplo, pérdidas específicas de trazador inerte, varianzas, condiciones similares o combinaciones de los mismos. Dichos trazadores inertes separados y distintos se pueden detectar cada uno y cuantificar en un solo afluente /agua de alimentación y/u otra fracción de corriente a pesar de que los dos son trazadores fluorescentes inertes siempre que sus longitudes de onda de emisión respectivas no interfieran entre sí. Así, los análisis concurrentes para trazadores inertes múltiples son posibles por selección de
- 30 trazadores inertes que presentan características espectrales apropiadas.
- Los trazadores inertes de la presente invención se pueden detectar utilizando una variedad de técnicas diferentes y adecuadas. Por ejemplo, la espectroscopía de emisión de fluorescencia sobre una base sustancialmente continua, al menos durante un periodo de tiempo determinado, es una de las técnicas analíticas preferidas según una realización
- 35 de la presente invención. Se describen un método para la medición en la corriente continua de trazadores químicos por espectroscopía de emisión de fluorescencia y otros métodos de análisis en la patente de EE.UU. N° 4.992.380, B. E. Moriarty, J. J. Hickey, W. H. Hoy, J. E. Hoots y D. A. Johnson, expedida el 12 de febrero de 1.991, incorporada en la presente memoria por referencia.
- 40 En general, para la mayoría de los métodos de espectroscopía de emisión de fluorescencia con un grado razonable de utilidad, es preferible realizar el análisis sin aislar de ninguna manera el trazador o los trazadores. Así, puede haber algún grado de fluorescencia de fondo en el afluente /agua de alimentación y/o producto de concentración en que se realiza el análisis de fluorescencia. Esta fluorescencia de fondo puede venir de compuestos químicos en el sistema de separación de membranas (incluyendo el sistema de afluente /agua de alimentación de los mismos) que no está relacionados con el procedimiento de separación por membrana de la presente invención.
- 45 En casos en que la fluorescencia de fondo sea baja, las intensidades medibles relativas (medidas contra un compuesto fluorescente estándar a una concentración estándar y asignada una intensidad relativa, por ejemplo 100) de la fluorescencia del trazador inerte frente al fondo pueden ser muy altas, por ejemplo una relación de 100/10 ó 500/10, cuando se emplean ciertas combinaciones de longitudes de onda de excitación y emisión incluso a concentraciones de compuesto fluorescente bajas. Dichas relaciones serían representativas de una "fluorescencia
- 50 relativa" (bajo condiciones similares) de respectivamente 10 y 50. En una realización, las longitudes de onda de excitación/emisión y/o la cantidad de trazador inerte empleado se seleccionan para proporcionar una fluorescencia relativa de al menos aproximadamente 5 o aproximadamente 10 para la fluorescencia de fondo determinada prevista.
- Ejemplos de fluorómetros que se pueden usar en la práctica de esta invención incluyen los fluorómetros TRASAR®
- 55 3000 y TRASAR® 8000 (disponibles en Ondeo Nalco Company de Naperville, IL); el fluorómetro Hitachi F-4500 (disponible en Hitachi por Hitachi Instruments Inc. de San Jose, CA); el fluorómetro JOBIN YVON FluoroMax-3 "SPEX" (disponible en JOBIN YVON Inc. de Edison, NJ) y el espectrofotómetro Gilford Fluoro-IV o el SFM 25 (disponible en Bio-tech Kontron por Research Instruments International de San Diego, CA). Se debería apreciar que el fluorómetro citado no es extenso y solo se desea para mostrar ejemplos de fluorómetros. También se pueden usar

en esta invención otros fluorómetros comercialmente disponibles y modificaciones de los mismos.

Se debería apreciar que se puede utilizar una variedad de otras técnicas analíticas adecuadas para medir la cantidad de trazadores inertes durante el procedimiento de separación por membrana. Ejemplos de tales técnicas incluyen análisis de HPLC-fluorescencia combinadas, análisis de colorimetría, análisis de electrodos selectivos de iones, análisis de metales de transición y similares.

Por ejemplo, la combinación de análisis por cromatografía líquida de alta resolución ("HPLC") y fluorescencia de trazadores fluorescentes inertes se puede utilizar para detectar cantidades medibles del trazador inerte dentro del sistema de separación por membrana de la presente invención, en particular cuando se usan niveles muy bajos del trazador inerte o la fluorescencia de fondo encontrada interferiría de otro modo con la eficacia del análisis de fluorescencia. El método de análisis por HPLC-fluorescencia permite que se pueda medir el compuesto trazador inerte que se tiene que separar de la matriz de fluido y después la concentración de trazador inerte.

El método de HPLC también se puede emplear de manera eficaz para separar un compuesto trazador inerte de una matriz de fluido para los fines de emplear después un método de detección de trazador inerte distinto del análisis de fluorescencia. Un ejemplo de este tipo de técnica cromatográfica se describe en "Techniques in Liquid Chromatography", C. F. Simpson Ed., John Wiley & Sons, Nueva York, págs. 121-122, 1.982, incorporado en la presente memoria por referencia y "Standard Method for the Examination of Water and Wastewater", 17ª Edición, Asociación Americana de Salud Pública, págs. 6-9 a 6-10, 1.989, incorporado en la presente memoria por referencia.

Con respecto a análisis colorimétrico, se puede emplear colorimetría y/o espectrometría para detectar y/o cuantificar un trazador químico inerte. La colorimetría es una determinación de una especie química a partir de su capacidad para absorber luz ultravioleta o visible. Se describen las técnicas de análisis colorimétrico y el equipo que se puede emplear de las mismas en la patente de EE.UU. N° 4.992.380, B. E. Moriarty, J. J. Hickey, W. H. Hoy, J. E. Hoots y D. A. Johnson, expedida el 12 de febrero de 1.991, incorporada en la presente memoria por referencia.

Con respecto a análisis por electrodo selectivo de iones, se puede usar un electrodo selectivo de iones para determinar la concentración de un trazador químico inerte por la medición potenciométrica directa de trazadores iónicos específicos en sistemas acuosos. Un ejemplo de una técnica de monitorización de trazador de electrodo selectivo de iones se describe en la patente de EE.UU. N° 4.992.380, B. E. Moriarty, J. J. Hickey, W. H. Hoy, J. E. Hoots y D. A. Johnson, expedida el 12 de febrero de 1.991, incorporada en la presente memoria por referencia.

Se debería apreciar que las técnicas analíticas para detectar y/o cuantificar la presencia y/o concentración de una especie química sin aislamiento de la misma están dentro de una tecnología en desarrollo. Con respecto a esto, el estudio anterior de técnicas analíticas adecuadas para uso en la detección de cantidades medibles del trazador inerte durante el procedimiento de separación por membrana de la presente invención puede no ser exhaustivo en el momento presente. Así, las técnicas analíticas equivalentes a la anterior para los fines de la presente invención se podían desarrollar probablemente en el futuro.

Como se discutió previamente, la presente invención puede proporcionar monitorización muy selectiva y/o sensible de una variedad de parámetros del procedimiento únicos y específicos para el procedimiento de separación por membrana. La monitorización se basa en las cantidades medibles de un trazador inerte analizado durante el procedimiento de separación por membrana. Con respecto a esto, el trazador inerte se puede detectar en cualquier posición o posiciones adecuadas dentro del procedimiento de separación por membrana, tal como cualquier posición adecuada en un procedimiento de filtración por membrana junto con la corriente de agua de alimentación, la corriente de producto de concentración, la corriente de filtrado, similar o combinaciones de las mismas. Esto corresponde de una manera eficaz a una concentración del trazador inerte en cada corriente.

En una realización, la monitorización del procedimiento de filtración por membrana de la presente invención se puede basar en una cantidad medible del trazador inerte de al menos una de, la corriente de agua de alimentación, la corriente de filtrado y la corriente de producto de concentración. Por ejemplo, cuando el parámetro de interés es el porcentaje de rechazo (discutido a continuación), se cree que las determinaciones más sensibles son de la concentración de trazador inerte del agua de alimentación y la concentración de trazador inerte del filtrado (que será cero si el porcentaje de rechazo es 100 por cien). El parámetro de porcentaje de rechazo, es decir, el porcentaje de soluto que se tiene que rechazar o que no pasa por la membrana, se puede determinar por las siguientes relaciones:

Ecuación 1 $C_R = C_B/C_F = F/B$

Ecuación 2 $F = P[C_R/(C_R - 1)]$

Ecuación 3 $C_R = [1/(1-R)]$

donde C_F es la concentración de soluto en la corriente de alimentación (por ejemplo, fluido de alimentación fresca y fluido de alimentación reciclado combinados); C_B es la concentración de soluto en el agua del producto de concentración cuando se descarga a su través; F es el caudal de corriente de alimentación en gal/min; P es el caudal de descarga de filtrado en gal/min; B es el caudal de agua del producto de concentración; L es el índice de reciclado; R es la relación de recuperación (por ejemplo, P/F) y C_R es la relación de concentración, (por ejemplo,

C_B/C_F).

Cuando hay menos de rechazo completo de un soluto, por ejemplo sólo 80 por ciento de rechazo (por ejemplo, un factor de rechazo de 0,8), C_R será menor que F/B como se muestra en la Ecuación 4:

$$\text{Ecuación 4} \quad C_R = (F/B) \times \text{factor de rechazo}$$

- 5 El factor de rechazo es de nuevo la medida de la extensión de rechazo de soluto por la membrana, como se calcula en la Ecuación 5, en la que C_F es la concentración de soluto en el agua de alimentación y C_P es la concentración de soluto en el filtrado:

$$\text{Ecuación 5} \quad \text{factor de rechazo} = (C_F - C_P)/C_F$$

- 10 Se aplicarán las mismas ecuaciones en una corriente analizada (por ejemplo, una corriente que contiene un trazador o trazadores inertes, en la que C_F , C_P y C_B en las ecuaciones 1-5 se sustituyen por "trazador-C" (por ejemplo, trazador- C_F , trazador- C_P y trazador- C_B). Cuando hay menos de rechazo completo de un trazador inerte, por ejemplo sólo 80 por ciento de rechazo (un factor de rechazo de 0,8), el trazador- C_R será menor que F/B como se muestra en la Ecuación 4. Con respecto a esto, la determinación del rechazo del trazador inerte en el sistema de filtración de membrana es al menos proporcional al rechazo del soluto en el mismo. En una realización preferida, el porcentaje de rechazo se determina y se mantiene en una cantidad que oscila de aproximadamente 95 a aproximadamente 100 por cien.

- Con respecto a esto, la monitorización de una cantidad del trazador inerte como puede variar durante la filtración por membrana se puede utilizar para evaluar una serie de parámetros del procedimiento específicos para filtración por membrana tal como un porcentaje de recuperación, porcentaje de rechazo, relación de recuperación o similares, con un alto grado de sensibilidad, selectividad y precisión, como se discutió previamente. La capacidad para evaluar estos tipos de parámetros del procedimiento de separación por membrana con tal nivel de certeza, sensibilidad y selectividad y sobre una base continua según la presente invención puede proporcionar un mejor entendimiento, en tiempo real, de la realización de la membrana. Así, los ajustes para el procedimiento de separación por membrana se pueden hacer de manera más sensible y de manera más eficaz basándose en la cantidad medida del trazador inerte, si se requiere, para optimizar la realización de membrana. Por ejemplo, se pueden hacer ajustes para aumentar la relación de recuperación o el porcentaje de recuperación del sistema de separación por membrana. Con respecto a esto, aumentar la relación de recuperación o el porcentaje de recuperación, por producto unitario, reducirá el agua de alimentación requerida y reducirá así los costes de agua de alimentación, disminuirá los costes de pretratamiento de fluido del afluente y los requerimientos del tratamiento químico. Se debería apreciar que el valor del porcentaje de rechazo óptimo puede variar con respecto al tipo de sistema de separación por membrana. Además, el porcentaje de recuperación se puede calcular de diversas maneras. En la filtración por membrana el cálculo del porcentaje de recuperación se puede basar en relaciones de las diversas corrientes o en concentraciones de solutos dentro de esas corrientes. Con respecto a esto, la cantidad de trazador inerte en las diversas corrientes puede proporcionar una valoración precisa de porcentaje de recuperación así como un método para comprobar la calibración de los sensores de flujo mecánico en el sistema.

- Sin embargo, a menos que se controle o se minimice de manera óptima, la incrustación y/o el ensuciamiento de la membrana se puede repercutir de manera adversa en la realización de la separación por membrana. Si la deposición de la membrana ni se evita ni se detecta lo suficientemente pronto para una eliminación eficaz por métodos de limpieza, la vida normal de la membrana, que puede ser aproximadamente tres a cinco años para ósmosis inversa, se puede acortar seriamente y aumentar drásticamente los costes de sustitución. Como se discutió previamente, los sistemas de separación por membrana son más sensibles para tal actividad de incrustación y/o ensuciamiento cuando se compara con sistemas de agua de refrigeración. Se debería apreciar que el sistema de separación por membrana de la presente invención puede incluir cualquier tipo y cantidad adecuados de componentes para tratar de manera eficaz las condiciones de incrustación y/o ensuciamiento, tales como, cualquier sistema adecuado de tratamiento o pretratamiento incluyendo antiincrustantes y/o agentes de bioensuciamiento, cargas, equipo de tratamiento, tales como dispositivos de suministro de agentes químicos, componentes similares adecuados o combinaciones de los mismos.

- Por ejemplo, antiincrustantes adecuados que se pueden usar en el sistema de separación por membrana (especialmente sistemas de ósmosis inversa) de la presente invención incluyen polímeros adecuados en disolución acuosa que inhiben la formación y crecimiento de incrustaciones de carbonato y sulfato alcalino-térreos, incluyendo carbonato de calcio (" CaCO_3 "), sulfato de calcio (" CaSO_4 ") o similares. Se alimentan en general productos químicos antiincrustantes de manera continua en la corriente de alimentación en la que el punto de alimentación óptimo está antes de un prefiltro de cartucho colocado a lo largo de la corriente de agua de alimentación. El uso de una alimentación continua de antiincrustantes puede minimizar o eliminar la necesidad de que se tenga que alimentar ácido al sistema para controlar la incrustación y puede facilitar la suspensión de sólidos y coloides en disolución. Esto puede minimizar el ensuciamiento de membranas e inhibir la precipitación de CaCO_3 y CaSO_4 .

En una realización, la presente invención puede monitorizar y/o controlar la concentración de los agentes de tratamiento de incrustaciones y/o ensuciamiento dentro del procedimiento de separación por membrana basado en

las cantidades medibles del trazador fluorescente inerte en el sistema. En una realización, el trazador inerte se alimenta de manera continua al agua de alimentación junto con los agentes de tratamiento. Se debería apreciar que el trazador inerte se puede añadir por separado o como una parte de una formulación del agente de tratamiento al agua de alimentación. En una realización, se alimenta el trazador inerte al agua de alimentación en proporción conocida para el agente de incrustaciones y/o bioensuciamiento. Con respecto a esto, la medida de la concentración de trazador inerte corresponde a (es proporcional a) la concentración química (bajo condiciones de consumo del sistema cero) en cualquier punto de monitorización de trazador adecuado dentro del sistema de separación por membrana.

Los productos químicos o los agentes de tratamiento empleados como antiincrustantes y/o agentes antiensuciamiento y los mecanismos por los que presentan deposición de incrustaciones, pueden cambiar a medida que se hacen mejoras en la química de las antiincrustaciones para sistemas de filtración por membrana, pero la necesidad de una alimentación continua de agentes de tratamiento continuará lo más probablemente a pesar de las mejoras.

Como se discutió previamente, se pueden utilizar trazadores inertes de la presente invención para monitorizar una variedad de diferentes parámetros específicos para separación por membrana de manera que la realización de los procedimientos de separación por membrana se pueda monitorizar y controlar de manera eficaz. En una realización, los parámetros pueden incluir flujo de filtrado normalizado y porcentaje de rechazo (como se discutió anteriormente). Con respecto a esto, la presente invención se puede utilizar para evaluar y/o controlar una variedad de diferentes condiciones del procedimiento que pueden impactar en la realización de membrana, por ejemplo, condiciones de incrustación y/o ensuciamiento, pérdida por la membrana, degradación y similar específicas para el procedimiento de separación por membrana, como se discutió previamente.

Se debería apreciar que los trazadores inertes preferidos de la presente invención, presentan sustancialmente un factor de rechazo de 1 y más preferiblemente se emplean en concentraciones mínimas. Así, el uso del trazador inerte de la presente invención no se añade de ninguna manera significativa a los sólidos disueltos totales ("SDT") del filtrado ni tiene efecto de manera perjudicial un procedimiento de intercambio iónico aguas abajo u otro procedimiento de limpieza del filtrado.

Monitorización de Flujo del Filtrado Normalizado

El flujo de filtrado normalizado se considera típicamente un analista sensible de problemas en un procedimiento de filtración por membrana, tal como la ósmosis inversa. Con respecto a esto, una reducción del caudal de filtrado es un fuerte indicador de ensuciamiento de la membrana, mientras que su aumento es un fuerte indicador de degradación de la membrana, por ejemplo debido a una condición de operación adversa. En la ósmosis inversa el caudal de filtrado real puede variar con respecto a la temperatura de la corriente de alimentación, el gradiente de potencial y los SDT de la corriente de alimentación. El flujo de filtrado normalizado se determina por un cálculo simple que elimina el efecto de la temperatura del sistema real y las variaciones del gradiente de potencial y convierte las lecturas del flujo de filtrado real en lo que serían si el sistema estuviera operando a gradiente de potencial y condiciones de temperatura constantes ("normales"), que son de manera rutinaria el gradiente de potencial del comienzo y 25°C. El caudal de filtrado real es de manera convencional una lectura directa a partir de un caudalómetro de filtrado. El factor de conversión de la temperatura para una temperatura del agua de alimentación determinada es proporcionado por el fabricante de la membrana para cada membrana específica.

Ejemplo de Flujo de Filtrado Normalizado

En sistemas de ósmosis inversa que emplean presión diferencial como el gradiente de potencial, la presión de la alimentación y las variaciones de la presión del filtrado se reducen a un factor de conversión de la presión diferencial que incluye la presión neta de comienzo dividido por la presión diferencial neta real (por ejemplo, una presión diferencial calculada por sustracción de la presión del filtrado de la presión de la alimentación, que a su vez se puede medir a partir de medidores de presión adecuados cualesquiera). El caudal de filtrado se multiplica por el factor de conversión de la temperatura y el factor de conversión de la presión impulsora. Los solicitantes han descubierto que la monitorización del trazador inerte de la presente invención se puede usar para mejorar la monitorización del flujo normalizado.

La monitorización de concentraciones de trazador inerte en el agua de alimentación y el producto de concentración puede proporcionar una medida del flujo de filtrado real, que será la diferencia entre el flujo total (por ejemplo, el flujo de agua de alimentación que mide un trazador inerte) y el flujo de producto de concentración (que mide también un trazador inerte). Las monitorizaciones de trazador inerte de la presente invención, pueden proporcionar, así, una medida del flujo de filtrado real además de las lecturas del caudalímetro normal. Con una combinación de determinaciones de flujo de filtrado normalizado y medidas de gradiente de potencial, se pueden detectar fácilmente diversas tendencias críticas. Si el flujo de filtrado normalizado cae mientras aumenta el gradiente de potencial, esto indica ensuciamiento de la membrana. Si, en su lugar, el flujo de filtrado normalizado cae mientras el gradiente de potencial permanece igual hay una indicación para comprobar los manómetros y similares por precisión.

Como se discutió previamente, existe una relación entre el caudal y la concentración del trazador inerte de manera

que el flujo de agua se puede determinar basándose en la cantidad que se puede medir del trazador inerte en el sistema de separación por membrana. El caudal de cualquier corriente del procedimiento de separación por membrana es el volumen que pasa un punto determinado dentro de un periodo de tiempo determinado. La monitorización de la concentración de un trazador inerte en una corriente en un punto determinado, así, puede proporcionar una determinación de caudal por equilibrio de masa de iones de trazador inerte en disolución comparado con trazador inerte añadido. Alternativamente, como los caudales máxicos de las corrientes de descarga, en asociación, deben igualar el caudal máxico de la corriente de alimentación y la masa del trazador inerte en las corrientes de descarga, en asociación, debe igualar la masa del trazador inerte en la corriente de la alimentación, los caudales y/o las concentraciones de trazador inerte de una de tales corrientes se pueden calcular a partir de los otros, cuando se conocen. Por otra parte, cuando se añade un trazador inerte al agua de alimentación a una velocidad conocida (por ejemplo, cantidad por unidad de tiempo), la concentración de un trazador inerte en el agua de alimentación a medida que pasa el propio punto de monitorización de trazador del agua de alimentación puede determinar el caudal de la corriente de alimentación.

Monitorización de la Presión Diferencial

En filtración por membranas, la presión diferencial es la diferencia entre la presión de la alimentación y la presión del producto de concentración. Es una medida de las pérdidas de presión hidráulica por los elementos de membrana de filtración de membrana y la tubería colectora. Cuando los canales de flujo de la corriente de alimentación llegan a estar obstruidos, el gradiente de potencial aumenta. La presión diferencial también depende del caudal de la corriente de alimentación y el porcentaje de recuperación. Una comparación precisa entre lecturas de presión diferencial tomadas en diferentes tiempos requiere que el sistema de filtración por membrana funcione al mismo porcentaje de recuperación y caudal de alimentación en cada caso. Con respecto a esto, la monitorización de trazador inerte se puede utilizar para valorar de manera precisa la presión diferencial del sistema de separación por membrana. Se debería apreciar que la presión diferencial en cualquier punto determinado en el tiempo se puede determinar por métodos convencionales.

Monitorización de Porcentaje de Rechazo

El porcentaje de rechazo es el porcentaje de soluto o solutos que es rechazado por el procedimiento de separación por membrana. En la práctica, un porcentaje de rechazo se basa en uno o más solutos seleccionados más bien que la totalidad de solutos en el agua de alimentación y el valor del porcentaje de rechazo puede incluir una identificación adjunta del soluto o de los solutos de referencia. El porcentaje de rechazo cambiará con frecuencia en el comienzo de un problema de la membrana y/o del sistema, tal como ensuciamiento, incrustación, hidrólisis de la membrana, pH incorrecto, presión de la alimentación demasiado baja, velocidad de recuperación demasiado alta, un cambio en la composición de la fuente de fluido del afluente, un anillo en "O" de fuga y similares. Típicamente, una disminución en el porcentaje de rechazo puede indicar problemas asociados con la realización de membrana. Sin embargo, el porcentaje de rechazo puede aumentar en la obstrucción de la membrana por ciertas suciedades. En la filtración por membrana el porcentaje de rechazo es el factor de rechazo (por ejemplo, Ecuación 5) expresado como un porcentaje (por ejemplo, multiplicado por 100). El procedimiento presente permite que se determine el porcentaje de rechazo casi instantáneamente, usando la Ecuación 6 como sigue:

$$\text{Ecuación 6} \quad \text{factor de rechazo} = (\text{trazador-}C_F - \text{trazador-}C_P) / \text{trazador-}C_F$$

donde las monitorizaciones virtualmente instantáneas y continuas de la concentración de trazador inerte del agua de alimentación y la concentración de trazador inerte del filtrado se pueden determinar con un alto grado de selectividad, sensibilidad y precisión, como se discutió previamente. Como la concentración de trazador inerte del agua de alimentación (trazador- C_F) varía de manera eficaz poco a diferencia de otros solutos del agua de alimentación (cuyas concentraciones varían con fluctuaciones de la calidad del agua de alimentación) y como el trazador inerte se puede detectar de manera más precisa a bajos niveles que la mayoría de todos los demás solutos, puede existir variación de los datos menos natural (por ejemplo, las variaciones que surgen de las variaciones de la concentración del agua de alimentación) con el método de la presente invención cuando se compara con técnicas de monitorización del porcentaje convencional de recuperación que miden típicamente la concentración de solutos para determinar el porcentaje de recuperación. Esta reducción en la variación de los datos natural hace que se identifiquen más fácilmente tendencias imperceptibles.

Se debería apreciar que la presente invención se puede utilizar para evaluar y/o controlar una variedad de diferentes condiciones que pueden presentar un impacto sobre la realización del procedimiento de separación por membrana. Por ejemplo, la presente invención se puede utilizar para monitorizar fugas en los elementos de membrana. Esto es muy importante para la operación práctica de un sistema de separación por membrana.

Con respecto a esto, la pérdida de producto de concentración por una misma membrana o un componente del elemento de membrana contamina el filtrado. La contaminación del filtrado debido a pérdida puede ser a veces tan importante que la realización del procedimiento de separación por membrana se altera sustancialmente y en el mejor de los casos disminuye la calidad del filtrado. En tal pérdida habrá un aumento en el flujo de filtrado normalizado y las concentraciones de soluto del filtrado, pero los aumentos pueden ser secundarios y lo más probablemente no serán detectados durante al menos una serie de horas si se utilizan técnicas de monitorización convencionales.

Los solicitantes han descubierto que la presente invención puede monitorizar la pérdida por la membrana con un alto grado de sensibilidad, selectividad y/o precisión y que se puede conducir fácilmente sobre una base continua. Por ejemplo, si en condiciones normales un sistema de ósmosis inversa está produciendo una relación de 75/25 partes en peso de filtrado a partes en peso de producto de concentración (por ejemplo, el filtrado que presenta 40 ppm de SDT y el producto de concentración que presenta 2.000 ppm de SDT) una pérdida de 1 por ciento del producto de concentración (por ejemplo, 0,75 partes) en el filtrado aumentaría el peso del filtrado por sólo 3 por ciento. Tal aumento sería difícil para detectar exclusivamente por métodos convencionales de monitorización el flujo de filtrado normalizado. Si no se detecta, tal fuga doblaría entonces los SDT del filtrado a aproximadamente 97 ppm. Cuando la monitorización del trazador fluorescente inerte de la presente invención se utiliza para monitorizar el filtrado, en particular sobre una base continua o sustancialmente continua, se puede detectar fácilmente un aumento en la concentración de trazador inerte del filtrado para señalar que la pérdida es probable que esté ocurriendo. Además, la detección de un aumento en la concentración de trazador inerte del filtrado seguiría al comienzo de la pérdida casi instantáneamente.

Cuando un sistema de ósmosis inversa emplea una serie de elementos de membrana, el filtrado producido de cada uno se combina con frecuencia antes de investigar la calidad del filtrado. Un aumento en SDT del filtrado a partir de un solo elemento de membrana es menos detectable mediante una determinación de SDT con respecto a los filtrados combinados debido a los efectos de dilución. Además, el aumento de SDT en los filtrados combinados no indica el sitio de la pérdida. Cuando se emplea el presente procedimiento para monitorizar la concentración de trazador inerte del filtrado, los filtrados separados producidos por cada elemento de membrana se pueden monitorizar fácilmente antes de que se combinen los filtrados. No sólo puede detectar el presente procedimiento la pérdida, sino que también se puede utilizar para determinar la posición de la fuga.

Además de las capacidades de monitorización de la presente invención discutidas anteriormente, también se puede monitorizar una serie de otras diferentes condiciones del procedimiento de sistemas de separación por membrana por la presente invención sobre una base regular o continua para proporcionar una valoración en tiempo real de realización de membrana. Estas condiciones pueden incluir, por ejemplo, caudal de producto de concentración, porcentaje de recuperación y concentración de biocida. Con respecto a esto, el SDI mide la cantidad de contaminación en forma de partículas en aguas por partículas de aproximadamente 0,45 micrómetros de diámetro o mayores. En una realización, el caudal de producto de concentración y el porcentaje de recuperación se pueden monitorizar con un solo trazador inerte como se discutió anteriormente. En una realización, la concentración de biocida se puede monitorizar lo más eficazmente usando un trazador inerte separado.

Los métodos de la presente invención pueden incluir cualquier tipo, número y combinación adecuada de componentes, tales como compuestos de trazador inerte, dispositivos de detección de trazador inerte (por ejemplo, técnicas analíticas) o similares. En una realización, el compuesto o los compuestos químicos seleccionados como el trazador o los trazadores inertes son solubles en la corriente de separación por membrana a la que se añade al valor de concentración deseado y son sustancialmente estables en el entorno de los mismos durante la vida útil esperada del trazador o de los trazadores inertes. En una realización preferida, la combinación del compuesto o los compuestos químicos seleccionados como el trazador o los trazadores inertes y la técnica analítica seleccionada para determinar la presencia de tal trazador o de tales trazadores inertes, permite tal determinación sin aislamiento del trazador o de los trazadores inertes y más preferiblemente debería permitir tal determinación sobre una base continua y/o en línea.

En una realización, la presente invención incluye un controlador (no mostrado) para monitorizar y/o controlar las condiciones de operación y la realización del procedimiento de separación por membrana basado en la cantidad medible de trazador o trazadores fluorescentes inertes. El controlador se puede configurar y/o ajustar de una variedad de maneras diferentes y adecuadas.

Por ejemplo, el controlador puede estar en contacto con el dispositivo de detección (no mostrado) para procesar la señal de detección (por ejemplo, filtrar ruido de la señal) para mejorar la detección del trazador inerte. Además, el controlador se puede ajustar para comunicarse con otros componentes del sistema de separación por membrana. La comunicación puede ser conectado directamente (por ejemplo, cable de comunicación eléctrica), una comunicación inalámbrica (por ejemplo, interfase RF inalámbrica), una interfase neumática o similares.

Con respecto a esto, el controlador se puede utilizar para controlar la realización de la separación por membrana. Por ejemplo, el controlador puede comunicarse con un dispositivo de alimentación (no mostrado) para controlar la dosificación de agentes de tratamiento, tales como antiincrustantes y biocidas, dentro del procedimiento de separación por membrana. En una realización, el controlador es capaz de ajustar la velocidad de la alimentación de la corriente de alimentación basándose en la cantidad de trazador inerte que se mide.

Se debería apreciar que los pares o grupos de puntos de monitorización de trazador inerte que se tienen que comparar no se deberían situar por un sitio a través de flujo que presente una alta concentración de sólidos, por ejemplo una concentración de sólidos de al menos aproximadamente 5 o aproximadamente 10 por ciento en peso por unidad de volumen basado en una unidad de volumen medida de aproximadamente dieciséis cm cúbicos (una pulgada cúbica). Tales sitios a través de flujo de alta concentración en sólidos se encuentran en el sitio de tortas de masa filtrante y similares. Con respecto a esto, estos sitios pueden absorber, o absorber de manera selectiva, al

menos alguna cantidad del trazador inerte. Esto puede distorsionar la significancia de comparación de monitorización. Cuando se añade un trazador inerte aguas arriba de, por ejemplo, un filtro de cartucho, en una realización, la primera posición de monitorización de un par de monitorización debería ser preferiblemente aguas abajo de tales sitios.

- 5 Sin embargo, se pueden conducir monitorizaciones separadas por un sitio a través de flujo de alta concentración en sólidos para determinar la pérdida de un trazador inerte del fluido y si tal pérdida no es selectiva para el trazador inerte, la pérdida de otros solutos en ese sitio. Por ejemplo, cuando el sitio a través de flujo es un filtro de cartucho, tales monitorizaciones pueden determinar las pérdidas de solutos, si hay, atribuible a esa posición de pretratamiento. Otros sitios de alta concentración en sólidos incluyen sin limitación sitios de concentración o concentraciones en sólidos creadas por el uso de aditivos químicos tales como coagulantes, agentes de floculación y similares.

10 En una realización, el trazador inerte seleccionado no es un colorante visible, esto es, el trazador inerte es una especie química que no presenta una fuerte absorción de radiación electromagnética en la región visible, que se extiende desde aproximadamente 4.000 Angstroms a aproximadamente 7.000 Angstroms (desde aproximadamente 400 nanómetros ("nm") a aproximadamente 700 nm). Preferiblemente, el trazador se elige de una clase de materiales que se excitan por absorción de luz y emisión de luz fluorescente del producto, donde la luz de excitación y emisión tiene lugar en cualquier punto dentro de las regiones espectrales del ultravioleta lejano a infrarrojo cercano (longitudes de onda de 200-800 nm). La intensidad de fluorescencia relativa del trazador inerte debe ser de manera que sea detectable en las cantidades especificadas por formulaciones de producto (típicamente 2-10 ppb como fluoróforo activo cuando se dosifica en la corriente del agua de alimentación de un dispositivo).

15 Alternativamente, cuando el colorante del trazador no presenta adsorciones fuertes en el espectro visible, se usa en concentraciones tales que no es detectable a simple vista. Tales realizaciones se pueden preferir, por ejemplo, cuando un porcentaje de rechazo de membrana del trazador es menor que 100 por cien y es deseable para producir un filtrado sin color.

20 En algunos casos, puede ser preferible elegir un fluoróforo que emita luz fluorescente visible cuando sea excitado por luz UV. Esto se puede preferir cuando se desee detección visual y/o fotográfica u otra formación de imágenes del sistema.

25 Aunque se emplean con frecuencia sistemas de separación por membrana para la purificación de agua o el tratamiento de corrientes acuosas, los sistemas de la presente invención no están limitados al uso de un afluente acuoso. En una realización, el afluente puede ser otro fluido, o una combinación de agua y otro fluido. Los principios operacionales de sistemas de separación por membrana y los procedimientos de la presente invención no están gobernados así por la naturaleza del afluente que la presente invención no podía emplear con afluentes adecuados de otro modo para purificación de agua en un sistema de separación por membrana determinado. Las descripciones de la invención anteriores que se refieren a sistemas acuosos son aplicables también a sistemas no acuosos y acuosos/no acuosos mixtos.

30 En una realización, los métodos de monitorización de trazador fluorescente inerte de la presente invención se pueden utilizar para monitorizar membranas que se someten a ensayo destructivo (sacrificatorio). Este tipo de ensayo puede incluir el seccionamiento o la división de una membrana industrial, por ejemplo por corte, en una serie de trozos de membrana separados previamente para ensayo a fin de que se pueda realizar una serie de ensayos, cada uno sobre una sección diferente de la membrana. Con respecto a esto, la monitorización del trazador fluorescente inerte de la presente invención se puede utilizar para monitorizar una serie de diferentes parámetros de ensayo destructivo incluyendo, sin limitación, los efectos de presión excesiva, contacto con un fluido destructivo de la membrana y similares. El régimen del diagnóstico del ensayo destructivo se enfocaría en general en la membrana que se puede someter a inspección visual de su superficie, un análisis microbiológico de la superficie de la membrana por frotis de su superficie y análisis de muestras de agua en contacto con la membrana, análisis de superficie para depósitos inorgánicos por SEM/EDS, análisis de superficie para depósitos orgánicos por técnicas de IR, microscopía electrónica, ICP y análisis de superficie similares.

35 Aunque la membrana durante ensayo destructivo no está en línea, en una realización de la presente invención el trazador inerte se puede añadir a una corriente de fluido que fluye a la membrana y pasa por o a través de ella como una primera corriente de efluente para salir como una segunda corriente del efluente. El trazador inerte se puede añadir al fluido aguas arriba de la membrana y el trazador inerte en la corriente de fluido al menos pasa por la membrana como un componente de la primera corriente del efluente y/o pasa por la membrana para salir como un componente de la segunda corriente de efluente. El trazador inerte se monitoriza en la corriente de fluido en un punto antes de la membrana para determinar un valor de la concentración inerte del afluente y/o en al menos una de la primera y la segunda corrientes del efluente para determinar una concentración de trazador inerte del efluente. Con respecto a esto, el trazador inerte es representativo de un soluto de la corriente de fluido que se puede añadir al fluido en una cantidad suficiente para las determinaciones de concentración de trazador inerte del afluente y la concentración de inerte del efluente. Así, la realización de separación de la membrana se puede determinar previamente a su uso real.

"Depósitos" significa en la presente memoria que se refieren a material que se forma y/o recoge en las superficies de

una membrana. La "cantidad" o "concentración" de trazador inerte significa en la presente memoria que se refiere a la concentración del trazador inerte en el fluido especificado en términos de peso del trazador inerte por unidad de volumen del fluido o peso del trazador inerte por unidad de peso del fluido o alguna característica del trazador inerte esto es proporcional a su concentración en el fluido y puede estar correlacionada con un valor numérico de la concentración de trazador inerte en el fluido (si se calcula o no esa conversión de correlación) y puede ser un valor de cero o sustancialmente cero. Así, el procedimiento de la presente invención incluye la detección de la ausencia de tales especies químicas, al menos a las limitaciones del método analítico empleado.

Las descripciones anteriores de la presente invención se refieren a veces específicamente a afluentes y efluentes acuosos y el uso de un sistema acuoso para describir un sistema de filtración por membrana y la operación de la presente invención en las mismas es ilustrativa. Un experto en la materia, dadas las descripciones de la presente memoria descriptiva sabría cómo aplicar las descripciones anteriores a sistemas de filtración por membrana no acuosos.

"Productos químicos y/o agentes de tratamiento" significa en la presente memoria sin limitación que incluye productos químicos de tratamiento que mejoran la realización del procedimiento de separación por membrana, antiincrustantes que retardan/previene la deposición de incrustaciones en la membrana, agentes antisuciedad que retardan/previene el ensuciamiento de la membrana, biodispersantes, agentes inhibidores del crecimiento microbiano, tales como biocidas y productos químicos de limpieza que eliminan depósitos de la membrana.

Se debería apreciar que la presente invención es aplicable a todas las industrias que pueden emplear procedimientos de separación por membrana de ósmosis inversa. Por ejemplo, los diferentes tipos de procedimientos industriales en que se puede aplicar el método de la presente invención incluye en general procedimientos de agua sin tratar, procedimientos de aguas residuales, procedimientos de aguas industriales, tratamiento de aguas municipales, procedimientos de alimentos y bebidas, procedimientos farmacéuticos, fabricación electrónica, operaciones de utilidad, procedimientos de pulpa y papel, procedimientos de explotación minera y de minerales, procedimientos relacionados con el transporte, procedimientos textiles, procedimientos de chapado y del trabajo del metal, procedimientos de lavandería y limpieza, procedimientos de cuero y curtido y procedimientos de pintura.

En particular, los procedimientos de alimentos y bebidas pueden incluir, por ejemplo, procedimientos lecheros relativos a la producción de crema, leche de bajo contenido en grasa, queso, productos lácteos especiales, aislados de proteína, fabricación de lactosa, suero, caseína, separación de grasa y recuperación de salmuera de salar queso. Uso relativo a la industria de la bebida incluyendo, por ejemplo, clarificación, concentración o desacidificación de zumo de fruta, clarificación de bebidas alcohólicas, eliminación del alcohol para bebidas de bajo contenido en alcohol, agua de elaboración y usos relativos a refinado del azúcar, tratamiento de proteína vegetal, producción/tratamiento de aceite vegetal, molienda en húmedo de grano, tratamiento animal (por ejemplo, carne roja, huevos, gelatina, pescado y aves de corral), reclamación de aguas de lavado, desecho de tratamiento de alimentos y similares.

Ejemplos de usos de agua industrial cuando se aplican a la presente invención incluyen, por ejemplo, producción de agua para calderas, purificación de agua de elaboración y reciclado/reutilización, ablandamiento de agua sin tratar, tratamiento de purga de agua de refrigeración, reclamación de agua de procedimientos de fabricación de papel, desalinización de agua del mar y salobre para uso industrial y municipal, purificación de agua de bebida/sin tratar/superficial incluyendo, por ejemplo, el uso de membranas para excluir microorganismos perjudiciales del agua de bebida, depuración de agua ablandada, bioreactores de membrana, aguas de procedimientos de explotación minera y de minerales.

Ejemplos de aplicaciones de tratamiento de aguas residuales con respecto a los métodos de monitorización de trazador inerte de la presente invención incluyen, por ejemplo, tratamiento de agua de desecho industrial, sistemas de tratamiento de desechos biológicos, eliminación de contaminantes de metales pesados, depuración de agua de efluentes terciarios, aguas de desecho oleosas, procedimientos relacionados con el transporte (por ejemplo, agua de lavado de vagones cisterna), desecho textil (por ejemplo, colorante, adhesivos, cola, aceites para lavado de la lana, aceites para acabado de géneros), desecho del trabajo de chapado y del metal, lavanderías, imprenta, cuero y curtido, pulpa y papel (por ejemplo, eliminación de color, concentración de lejía negra sulfúrica diluida, recuperación de lignon, recuperación de revestimientos de papel), productos químicos (por ejemplo, emulsiones, látex, pigmentos, pinturas, subproductos de reacciones químicas) y tratamiento de aguas residuales municipales (por ejemplo, aguas residuales, desecho industrial).

Otros ejemplos de aplicaciones industriales de la presente invención incluyen, por ejemplo, procedimientos de aguas de enjuagado de semiconductores, producción de agua para inyección, agua farmacéutica incluyendo agua usada en producción/recuperación enzimática y formulación de productos y tratamiento de pinturas para electrorecubrimiento.

Ejemplos de diagnósticos que se pueden determinar por el uso de trazadores inertes incluyen, pero no se limitan a, "tiempos de contacto" eficaces para especies dentro de la membrana, perfiles de flujo del sistema, detección de daño a la membrana, recuperación del sistema basada en equilibrio de masas, detección de tendencia a

incrustaciones o ensuciamiento (basada en diferencias entre parámetros del sistema a base de equilibrio de masas y de flujo), cálculo del volumen del sistema, distribución del producto de tratamiento químico y variabilidad de la alimentación.

Ejemplos

- 5 Los siguientes ejemplos se destinan a ser ilustraciones de la presente invención y a explicar a un experto cómo hacer y usar la invención. Estos ejemplos no se destinan a limitar la invención o su protección de ningún modo.

Ejemplo 1

10 Se realizaron ensayos usando un sistema de ósmosis inversa de fases múltiples. El sistema utilizó seis recipientes de presión, dispuestos en una configuración 2:2:1:1 conteniendo cada recipiente de presión 3 elementos de membrana enrollados en espiral. Los elementos de membrana fueron elementos a base de poliamida de varios fabricantes de elementos. La recuperación típica del sistema, basada en caudales del sistema, fue 75-80%, oscilando el caudal de alimentación de aproximadamente 6 (100) a aproximadamente 8 (130) l/s (gpm).

15 El agua de la alimentación incluía un trazador fluorescente inerte (una disolución acuosa de sal tetrasódica del ácido 1,3,6,8-pirenotetrasulfónico (PTSA, por sus siglas en inglés)), diluido con agua para proporcionar una concentración final de 0,20 a 0,25% como fluoróforo activo en una disolución acuosa. Se alimentó el trazador inerte al sistema de membrana de OI usando una bomba de desplazamiento positivo a una velocidad de alimentación de aproximadamente 2 mililitros/minuto y a una concentración de aproximadamente 6 ppm en la corriente de alimentación descrita anteriormente.

20 La concentración del trazador inerte se midió de manera fluorimétrica (con un fluorómetro TRASAR® 3000 y/o uno TRASAR® 8000) en el sistema de membrana de OI tanto en la corriente de alimentación como en la corriente de producto de concentración durante un periodo de tiempo seleccionado, en general una a tres horas, recogiendo datos a intervalos de un segundo. (Las lecturas del fluorómetro se expresaron como "ppm de producto de tratamiento". El fluorómetro se programó para leer la concentración del trazador y convertir la lectura en ppm de tratamiento. En este caso, se asumió que el tratamiento contenía 0,2% de fluoróforo activo.) Se detectaron de
25 manera continua fluctuaciones periódicas en la concentración del trazador inerte tanto en el producto de concentración como en las corrientes de alimentación. Por ejemplo, la concentración del trazador inerte en la corriente de producto de concentración varió de aproximadamente 40 ppb de trazador (20 ppm como producto de tratamiento) a tan alta como aproximadamente 180 ppb de trazador (90 ppm como producto de tratamiento). En general, la concentración del trazador inerte en la corriente de producto de concentración varió entre
30 aproximadamente 40 ppb de trazador (20 ppm como producto de tratamiento) y aproximadamente 80 ppb de trazador (40 ppm como producto de tratamiento). En comparación, la concentración del trazador inerte en la corriente de alimentación varió de aproximadamente 10 ppb de trazador (5 ppm como producto de tratamiento) o menor a tan alta como aproximadamente 130 ppb de trazador (65 ppm como producto de tratamiento). En general, la concentración del trazador inerte en la corriente de alimentación varió de aproximadamente 10 ppb de trazador (5
35 ppm como producto de tratamiento) o inferior a aproximadamente 20 ppb de trazador (10 ppm como producto de tratamiento).

40 La capacidad de la presente invención para detectar fluctuaciones en la concentración del trazador inerte añadido al sistema de separación por membrana permite especialmente que la presente invención evalúe parámetros específicos del procedimiento para una separación por membrana con un alto grado de selectividad, sensibilidad y/o precisión de manera que la realización (por ejemplo, operacional, química, mecánica y/o similares) de separación por membrana se pueda monitorizar de manera eficaz. Con respecto a esto, los ajustes adecuados se pueden hacer de manera controlable y de manera sensible para el sistema de separación por membrana de manera que se optimice la realización. Por ejemplo, la detección de fluctuaciones en la concentración del trazador fluorescente inerte durante la separación por membrana (como se discutió anteriormente) puede indicar necesariamente que los
45 ajustes adecuados y sensibles para el procedimiento de separación por membrana son necesarios para disminuir las fluctuaciones y así mejorar la realización de separación por membrana.

Los resultados del ensayo también indicaron picos en la concentración del trazador inerte tanto en la corriente de alimentación como en la corriente de producto de concentración. Como se discutió previamente, el pico en la cantidad de trazador inerte en la corriente de alimentación se produjo a aproximadamente 120 ppb de trazador (60
50 ppm como producto de tratamiento) en comparación con el de la corriente de producto de concentración que se produjo a aproximadamente 180 ppb de trazador (90 ppm como producto de tratamiento). Mediante medida del tiempo transcurrido entre los picos de ambas corrientes la de alimentación y la de producto de concentración, se puede calcular el tiempo de contacto eficaz de los solutos dentro del sistema de separación por membrana. Esta información puede ser útil, por ejemplo, en el desarrollo de una estrategia de tratamiento específica para separación
55 por membrana.

Además, se usó el trazador para calcular el porcentaje de recuperación como se describió anteriormente. Mientras que los cálculos del porcentaje de recuperación basados en medidas de flujo indican recuperaciones de aproximadamente 35% a aproximadamente 80%, los cálculos de recuperación basados en equilibrio de masas del

trazador muestran valores del porcentaje de recuperación significativamente mayores (89-92%). Tal información es útil en el desarrollo de estrategias de control de incrustaciones eficaces.

Ejemplo 2

5 Se realizaron experimentos usando materiales compuestos de película delgada de un material para membrana de ósmosis inversa a base de poliamida para simular las condiciones del procedimiento utilizando un sistema de separación por membrana de ósmosis inversa.

Con respecto a esto, se cortó una serie de láminas lisas o planares de la membrana de un rollo del material de poliamida que es un producto comercialmente disponible, por ejemplo FT30 de FILMTEC de Minneapolis, MN.

10 Se realizaron ensayos en una célula de ósmosis inversa de placa lisa, SEPA CF, que está comercialmente disponible en la Osmonics Corporation de Minnetonka, MN. En general, el sistema de ensayo incluyó un tanque de agua de alimentación, una bomba de alta presión y la célula de placa lisa. Se modificó el sistema a fin de que el cambio en la presión a través de la membrana y la presión de entrada, así como las conductividades del agua de la alimentación, del agua del filtrado y del agua del producto de concentración y los flujos de agua del filtrado y del producto de concentración se pudieran monitorizar de manera continua. Se usó un registrador de datos, disponible en the Yokogawa Corporation of America de Newnan, GA, para monitorizar de manera continua y recoger datos. Se usaron fluorómetros (TRASAR® 3000, TRASAR® 8000 e Hitachi F-4500) para medir las concentraciones de trazadores en los sistemas.

Las condiciones de ensayo experimentales fueron como sigue:

NaHCO ₃	118 ppm
CaCl ₂	694 ppm
MgSO ₄ .7H ₂ O	1.281 ppm
Na ₂ HPO ₄	2,82 ppm
pH	8,5

20 Se envió el filtrado a drenar y se devolvió el producto de concentración al tanque de agua de la alimentación. Se diseñó el ensayo para formar incrustaciones sobre la membrana con el tiempo, disminuyendo así el flujo de filtrado.

Se realizaron los ensayos para mostrar monitorización del sistema de ósmosis inversa con una membrana no dañada. Como se muestra por los parámetros de realización calculados en la Tabla 2 a continuación, el porcentaje de rechazo del trazador fue 100%. Esto indica que la molécula de trazador no pasó por una membrana no dañada. Por contraste, una porción de las sales disueltas (cuando se mide por conductividad) pasó por la membrana.

25

Tabla 1

Parámetros Medidos										
Concentr. de trazador (ppm)		Conductividad (mS)			Temperatura (Grados)		Caudal (ml/min)		Presión [MPa (psi)]	
Alimen- tación	Rechazo filtrado	Alimen- tación	Rechazo filtrado	F	C	Rechazo	Filtrado	alimen- tación	Alimen- tación	Rechazo filtrado
0,586	0,647	4,13	4,83	64	18	101	16,4	117	2,6 (380)	2,6 (379)
0,504	0,570	4,00	4,66	70	21	100	19	119	2,6 (380)	2,6 (379)
0,429	0,465	5,49	6,15	66	19	100	11,8	112	2,6 (380)	2,6 (379)

Tabla 2

Parámetros Calculados						
Porcentaje de Rechazo Basado en Varias Medidas		Porcentaje de Recuperación Basado en Varias Medidas			Flujo de Filtrado Normalizado del Sistema (FNS)	Caída de Presión Promedio
Trazador Fluorescente Inerte	Conductividad	FNS	Trazador	Conductividad		
100,0	93,3	14,0	9,4	15,4	20	1
100,0	94,9	16,0	11,6	14,8	21	1
100,0	97,2	10,6	7,7	11,0	14	1

5 Se dañó otra lámina de material de membrana de poliamida por frotis de la superficie con una disolución al 0,05% de hipoclorito. Usando una disolución de alimentación de 1.500 ppm de NaCl, se monitorizó el rechazo de la molécula de trazador. Todas las demás condiciones experimentales fueron las mismas que anteriormente. Los resultados mostrados a continuación en la Tabla 4 indican paso significativo del trazador por la membrana dañada. Como las sales conductoras pasan por membranas tanto no dañadas (Tabla 2) como dañadas (Tabla 3), el trazador sólo pasa por membranas dañadas, haciendo la medición del trazador un indicador más sensible de daño de la membrana que las mediciones de conductividad.

Tabla 3

Parámetros Medidos												
Concentración trazador (ppm)			Conductividad (mS)			Temperatura (Grados)		Caudal (ml/min)		Presión [MPa (psi)]		
Alimen- tación	Rechazo	fluido	Alimen- tación	Rechazo	fluido	F	C	Rechazo	Fluido	Alimen- tación	Rechazo	
0,604	0,633	0,000	5,02	5,25	0,182	77	25	242	13.9	256	2,6 (380)	2,6 (379)
0,605	0,655	0,140	5,02	5,36	1,470	73	23	177	16.5	194	2,6 (380)	2,6 (379)
0,605	0,655	0,000	5,49	6,15	0,151	66	19	100	11.8	112	2,6 (380)	2,6 (379)

Tabla 4

Parámetros Calculados						
Porcentaje de Rechazo Basado en Varias Medidas		Porcentaje de Recuperación Basado en Varias Medidas			Flujo de Filtrado Normalizado del Sistema (FNS)	Caída de Presión Promedio
Trazador Florescente Inerte	Conductividad	FNS	Trazador	Conductividad		
100,0	96,4	5,4	4,6	4,5	14	1
76,9	70,7	8,5	9,7	8,7	18	1
86,6	80,7	8,2	8,7	7,7	17	1

Entre las diversas composiciones y materiales proporcionados por los presentes autores se pueden incluir los definidos en los siguientes párrafos:

- 5 1. Un método para monitorizar un procedimiento de separación por membrana incluyendo una membrana capaz de separar una corriente de alimentación en al menos una primera corriente y una segunda corriente que comprende las etapas de:
 - proporcionar un trazador fluorescente inerte;
 - introducir el trazador fluorescente inerte en la corriente de alimentación;
 - proporcionar un fluorómetro para detectar la señal fluorescente del trazador fluorescente inerte en al menos una de: la corriente de alimentación, la primera corriente y la segunda corriente y
 - 10 usar el fluorómetro para determinar una cantidad del trazador fluorescente inerte en al menos una de: la corriente de alimentación, la primera corriente y la segunda corriente.
- 15 2. El método definido en el párrafo 1 que comprende además la etapa de evaluar un parámetro del procedimiento del procedimiento de separación por membrana basado en la cantidad del trazador fluorescente inerte que se mide.
3. El método definido en el párrafo 1, en el que el procedimiento de separación por membrana se selecciona del grupo que consiste en: un procedimiento de separación por membrana de flujo cruzado y un procedimiento de separación por membrana de flujo de final ciego.
- 20 4. El método definido en el párrafo 3, en el que el procedimiento de separación por membrana se selecciona del grupo que consiste en: ósmosis inversa, ultrafiltración, microfiltración, nanofiltración, electrodiálisis, electrodesionización, pervaporación, extracción por membrana, destilación por membrana, arrastre por membrana, aireación por membrana y combinaciones de los mismos.
5. El método definido en el párrafo 3, en el que el procedimiento de separación por membrana se selecciona del grupo que consiste en: ósmosis inversa, ultrafiltración, microfiltración y nanofiltración.
- 25 6. El método según la reivindicación 1, en el que el trazador fluorescente inerte se selecciona del grupo que consiste en: 3,6-acridindiamina, N, N, N', N'-tetrametil-, monohidrocloreto; sal sódica del ácido 2-antracenosulfónico; ácido 1,5-antracenosulfónico; ácido 2,6-antracenosulfónico; ácido 1,8-antracenosulfónico; antra[9,1,2-cde]benzo[rs]pentafeno-5,10-diol, 16,17-dimetoxi-, bis(hidrogenosulfato), sal disódica; sal disódica del ácido batofenantrolinodisulfónico; ácido amino 2,5-bencenosulfónico; 2-(4-aminofenil)-6-metilbenzotiazol; ácido 1H-benz[de]isoquinolin-5-sulfónico, 6-amino-2,3-dihidro-2-(4-metilfenil)-1,3-dioxo-, sal monosódica; fenoxazin-5-io, 1-(aminocarbonil)-7-(dietilamino)-3,4-dihidroxi-, cloruro; benzo[a]fenoxazin-7-io, 5,9-diamino-, acetato; ácido 4-dibenzofuranosulfónico; ácido 3-dibenzofuranosulfónico; yoduro de 1-etilquinaldinio; fluoresceína; fluoresceína, sal sódica; Blanco Keyfluor ST; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodiol)bis[5-[[4-[bis(2-hidroxi)amino]-6-[[4-sulfofenil]amino]-1,3,5-triazin-2-il]amino]-, sal tetrasódica; Abrillantador Fluorescente C. I. 230; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodiol)bis[5-[[4-[bis(2-hidroxi)amino]-6-[[4-sulfofenil]amino]-1,3,5-triazin-2-il]amino]-, sal tetrasódica; 9,9'-biacridinio, 10,10'-dimetil-, dinitrato; 1-desoxi-1-(3,4-dihidro-7,8-dimetil-2,4-dioxobenzo[g]pteridin-10(2H)-il)-ribitol; naftalenos mono-, di- o tri-sulfonados seleccionados del grupo que consiste en: ácido 1,5-naftalenodisulfónico, sal disódica (hidratada); ácido 2-amino-1-naftalenosulfónico; ácido 5-amino-2-naftalenosulfónico; ácido 4-amino-3-hidroxi-1-naftalenosulfónico; ácido 6-amino-4-hidroxi-2-naftalenosulfónico; ácido 7-amino-1,3-naftalenosulfónico, sal potásica; ácido 4-amino-5-hidroxi-2,7-naftalenodisulfónico; ácido 5-dimetilamino-1-naftalenosulfónico; ácido 1-amino-4-naftalenosulfónico; ácido 1-amino-7-naftalenosulfónico y ácido 2,6-naftalenodicarboxílico, sal dipotásica; ácido 3,4,9,10-perilenotetracarboxílico; Abrillantador Fluorescente C. I. 191, Abrillantador Fluorescente C. I. 200; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodiol)bis[5-(4-fenil-2H-1,2,3-triazol-2-il)-,
- 30
- 35
- 40

sal dipotásica; ácido bencenosulfónico, 5-(2H-nafto[1,2-d]triazol-2-il)-2-(2-feniletetil)-, sal sódica; ácido 1,3,6,8-pirenotetrasulfónico, sal tetrasódica; piranina; quinolina; 3H-fenoxazin-3-ona, 7-hidroxi-, 10-óxido; xantilio, 9-(2,4-dicarboxifenil)-3,6-bis(dietilamino)-, cloruro, sal disódica; fenazinio, 3,7-diamino-2,8-dimetil-5-fenil-, cloruro; Abrillantador Fluorescente C. I. 235; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[bis(2-hidroxi)etil]amino]-6-[(4-sulfofenil)amino]-1,3,5-triazin-2-il] amino]-, sal tetrasódica; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[(2-hidroxi)propil]amino]-6-(fenilamino)-1,3,5-triazin-2-il]amino]-, sal disódica; xantilio, 3,6-bis(dietilamino)-9-(2,4-disulfofenil)-, sal interna, sal sódica; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[(aminometil)(2-hidroxi)etil]amino]-6-(fenilamino)-1,3,5-triazin-2-il] amino]-, sal disódica; Tinopol DCS; ácido bencenosulfónico, 2,2'-([1,1'-bifenil]-4,4'-diildi-2,1-etenodil)bis-, sal disódica; ácido bencenosulfónico, 5-(2H-nafto[1,2-d]triazol-2-il)-2-(2-feniletetil)-, sal sódica; ácido 7-benzotiazolsulfónico, 2,2'-(1-triazeno-1,3-diildi-4,1-fenileno)bis[6-metil-, sal disódica y

todas las sales de amonio, potasio y sodio de los mismos y todas las mezclas de los mismos.

7. El método definido en el párrafo 1 en el que el trazador fluorescente inerte se selecciona del grupo que consiste en: 1-desoxi-1-(3,4-dihidro-7,8-dimetil-2,4-dioxobenzo[g]pteridin-10(2H)-il)-D-ribitol; fluoresceína; fluoresceína, sal sódica; sal sódica del ácido 2-antracenosulfónico; ácido 1,5-antracenosulfónico; ácido 2,6-antracenosulfónico; ácido 1,8-antracenosulfónico; naftalenos mono-, di- o tri-sulfonados seleccionados del grupo que consiste en: ácido 1,5-naftalenodisulfónico, sal disódica (hidratada); ácido 2-amino-1-naftalenosulfónico; ácido 5-amino-2-naftalenosulfónico; ácido 4-amino-3-hidroxi-1-naftalenosulfónico; ácido 6-amino-4-hidroxi-2-naftalenosulfónico; ácido 7-amino-1,3-naftalenosulfónico, sal potásica; ácido 4-amino-5-hidroxi-2,7-naftalenodisulfónico; ácido 5-dimetilamino-1-naftalenosulfónico; ácido 1-amino-4-naftalenosulfónico; ácido 1-amino-7-naftalenosulfónico y ácido 2,6-naftalenodicarboxílico, sal dipotásica; ácido 3,4,9,10-perilenotetracarboxílico; Abrillantador Fluorescente C. I. 191; Abrillantador Fluorescente C. I. 200; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-(4-fenil-2H-1,2,3-triazol-2-il)-, sal dipotásica; ácido bencenosulfónico, 5-(2H-nafto[1,2-d]triazol-2-il)-2-(2-feniletetil)-, sal sódica; ácido 1,3,6,8-pirenotetrasulfónico, sal tetrasódica; piranina; quinolina; 3H-fenoxazin-3-ona, 7-hidroxi-, 10-óxido; xantilio, 9-(2,4-dicarboxifenil)-3,6-bis(dietilamino)-, cloruro, sal disódica; fenazinio, 3,7-diamino-2,8-dimetil-5-fenil-, cloruro; Abrillantador Fluorescente C. I. 235; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[bis(2-hidroxi)etil]amino]-6-[(4-sulfofenil)amino]-1,3,5-triazin-2-il] amino]-, sal tetrasódica; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[(2-hidroxi)propil]amino]-6-(fenilamino)-1,3,5-triazin-2-il]amino]-, sal disódica; xantilio, 3,6-bis(dietilamino)-9-(2,4-disulfofenil)-, sal interna, sal sódica; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[(aminometil)(2-hidroxi)etil]amino]-6-(fenilamino)-1,3,5-triazin-2-il]amino]-, sal disódica; Tinopol DCS; ácido bencenosulfónico, 2,2'-([1,1'-bifenil]-4,4'-diildi-2,1-etenodil)bis-, sal disódica; ácido bencenosulfónico, 5-(2H-nafto[1,2-d]triazol-2-il)-2-(2-feniletetil)-, sal sódica; ácido 7-benzotiazolsulfónico, 2,2'-(1-triazeno-1,3-diildi-4,1-fenileno)bis[6-metil-, sal disódica y

todas las sales de amonio, potasio y sodio de los mismos y todas las mezclas de los mismos.

8. El método definido en el párrafo 1, en el que el trazador fluorescente inerte se selecciona del grupo que consiste en: ácido 1,3,6,8-pirenotetrasulfónico; sal disódica del ácido 1,5-naftalenodisulfónico (hidratado); xantilio, 9-(2,4-dicarboxifenil)-3,6-bis(dietilamino)-, cloruro, sal disódica; 1-desoxi-1-(3,4-dihidro-7,8-dimetil-2,4-dioxobenzo[g]pteridin-10(2H)-il)-D-ribitol; fluoresceína; fluoresceína, sal sódica; sal sódica del ácido 2-antracenosulfónico; ácido 1,5-antracenosulfónico; ácido 2,6-antracenosulfónico; ácido 1,8-antracenosulfónico y mezclas de los mismos.

9. El método definido en el párrafo 1, en el que el trazador fluorescente inerte se introduce en la corriente de alimentación en una cantidad de aproximadamente 5 ppt a aproximadamente 1.000 ppm.

10. El método definido en el párrafo 1, en el que el trazador fluorescente inerte se introduce en la corriente de alimentación en una cantidad de aproximadamente 1 ppb a aproximadamente 50 ppm.

11. El método definido en el párrafo 1, en el que el trazador fluorescente inerte se introduce en la corriente de alimentación en una cantidad de aproximadamente 5 ppb a aproximadamente 50 ppb.

12. El método definido en el párrafo 1, en el que el trazador fluorescente inerte se añade directamente como un solo componente en la corriente de alimentación.

13. El método según la reivindicación 1, en el que el trazador fluorescente inerte se añade a una formulación y con posterioridad se añade a la corriente de alimentación.

14. El método definido en el párrafo 13, en el que la cantidad del trazador fluorescente inerte está correlacionada con la cantidad de la formulación.

15. Un método para monitorizar un sistema de separación por membrana incluyendo una membrana capaz de retirar solutos de una corriente de alimentación adecuada para uso en un procedimiento industrial que comprende las etapas de:

añadir un trazador inerte a la corriente de alimentación;

poner en contacto la membrana con la corriente de alimentación;

separar la corriente de alimentación en una corriente de filtrado y una corriente de producto de concentración para retirar solutos de la corriente de alimentación;

proporcionar un fluorómetro para detectar la señal fluorescente del trazador inerte en al menos una de: la corriente de alimentación, la corriente de filtrado y la corriente de producto de concentración y

- 5 usar el fluorómetro para medir una cantidad del trazador inerte en al menos una de: la corriente de alimentación, la corriente de filtrado y la corriente de producto de concentración.

16. El método definido en el párrafo 15, que comprende además la etapa de evaluar la eliminación de solutos de la corriente de alimentación basada en la cantidad del trazador inerte que se mide.

- 10 17. El método definido en el párrafo 15, en el que el procedimiento industrial se selecciona del grupo que consiste en: procedimientos de aguas sin tratar, procedimientos de aguas residuales, procedimientos de aguas industriales, tratamiento de aguas municipales, procedimientos de alimentos y bebidas, procedimientos farmacéuticos, fabricación electrónica, operaciones de utilidad, procedimientos de pulpa y papel, procedimientos de explotación minera y de minerales, procedimientos relacionados con el transporte, procedimientos textiles, procedimientos de chapado y del trabajo del metal, procedimientos de lavandería y limpieza, procedimientos de cuero y curtido y procedimientos de pintura.

18. El método definido en el párrafo 15, en el que la corriente de alimentación se pone en contacto con la membrana en un flujo cruzado relativo a la membrana.

- 20 19. El método definido en el párrafo 18, en el que el flujo cruzado se realiza durante un procedimiento de separación por membrana seleccionado del grupo que consiste en: ósmosis inversa, ultrafiltración, microfiltración, nanofiltración, electrodiálisis, electrodesionización, pervaporación, extracción por membrana, destilación por membrana, arrastre por membrana, aireación por membrana y combinaciones de los mismos.

20. El método definido en el párrafo 15, en el que la corriente de alimentación se pone en contacto con la membrana en una dirección de flujo sustancialmente perpendicular a la membrana.

- 25 21. El método definido en el párrafo 15, en el que el trazador fluorescente inerte se selecciona del grupo que consiste en: 3,6-acridindiamina, N, N, N', N'-tetrametil-, monohidrocloreuro; sal sódica del ácido 2-antracenosulfónico; ácido 1,5-antracenosulfónico; ácido 2,6-antracenosulfónico; ácido 1,8-antracenosulfónico; antra[9,1,2-cde]benzo[rst]pentafeno-5,10-diol, 16,17-dimetoxi-, bis(hidrogenosulfato), sal disódica; sal disódica del ácido batofenantrolinodisulfónico; ácido amino 2,5-bencenosulfónico; 2-(4-aminofenil)-6-metilbenzotiazol; ácido 1H-benz[de]isoquinolin-5-sulfónico, 6-amino-2,3-dihidro-2-(4-metilfenil)-1,3-dioxo-, sal monosódica; fenoxazin-5-io, 1-(aminocarbonil)-7-(diethylamino)-3,4-dihidroxi-, cloruro; benzo[a]fenoxazin-7-io, 5,9-diamino-, acetato; ácido 4-dibenzofuranosulfónico; ácido 3-dibenzofuranosulfónico; yoduro de 1-etilquinaldinio; fluoresceína; fluoresceína, sal sódica; Blanco Keyfluor ST; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodii)bis[5-[[4-[bis(2-hidroxi)etil]amino]-6-[(4-sulfofenil)amino]-1,3,5-triazin-2-il]amino]-], sal tetrasódica; Abrillantador Fluorescente C. I. 230; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodii)bis[5-[[4-[bis(2-hidroxi)etil]amino]-6-[(4-sulfofenil)amino]-1,3,5-triazin-2-il]amino]-], sal tetrasódica; 9,9'-biacridinio, 10,10'-dimetil-, dinitrato; 1-desoxi-1-(3,4-dihidro-7,8-dimetil-2,4-dioxobenzo[g]pteridin-10(2H)-il)-ribitol; naftalenos mono-, di- o tri-sulfonados seleccionados del grupo que consiste en: ácido 1,5-naftalenodisulfónico, sal disódica (hidratada); ácido 2-amino-1-naftalenosulfónico; ácido 5-amino-2-naftalenosulfónico; ácido 4-amino-3-hidroxi-1-naftalenosulfónico; ácido 6-amino-4-hidroxi-2-naftalenosulfónico; ácido 7-amino-1,3-naftalenosulfónico, sal potásica; ácido 4-amino-5-hidroxi-2-naftalenodisulfónico; ácido 5-dimetilamino-1-naftalenosulfónico; ácido 1-amino-4-naftalenosulfónico; ácido 1-amino-7-naftalenosulfónico y ácido 2,6-naftalenodicarboxílico, sal dipotásica; ácido 3,4,9,10-perilenotetracarboxílico; Abrillantador Fluorescente C. I. 191, Abrillantador Fluorescente C. I. 200; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodii)bis[5-(4-fenil-2H-1,2,3-triazol-2-il)-], sal dipotásica; ácido bencenosulfónico, 5-(2H-nafto[1,2-d]triazol-2-il)-2-(2-feniletetil)-, sal sódica; ácido 1,3,6,8-pirenotetrasulfónico, sal tetrasódica; piranina; quinolina; 3H-fenoxazin-3-ona, 7-hidroxi-, 10-óxido; xantilio, 9-(2,4-dicarboxifenil)-3,6-bis(dietilamino)-, cloruro, sal disódica; fenazinio, 3,7-diamino-2,8-dimetil-5-fenil-, cloruro; Abrillantador Fluorescente C. I. 235; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodii)bis[5-[[4-[bis(2-hidroxi)etil]amino]-6-[(4-sulfofenil)amino]-1,3,5-triazin-2-il]amino]-], sal tetrasódica; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodii)bis[5-[[4-[(2-hidroxi)propil]amino]-6-(fenilamino)-1,3,5-triazin-2-il]amino]-], sal disódica; xantilio, 3,6-bis(dietilamino)-9-(2,4-disulfofenil)-, sal interna, sal sódica; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodii)bis[5-[[4-[(aminometil)(2-hidroxi)etil]amino]-6-(fenilamino)-1,3,5-triazin-2-il]amino]-], sal disódica; Tinopol DCS; ácido bencenosulfónico, 2,2'-([1,1'-bifenil]-4,4'-diildi-2,1-etenodii)bis-, sal disódica; ácido bencenosulfónico, 5-(2H-nafto[1,2-d]triazol-2-il)-2-(2-feniletetil)-, sal sódica; ácido 7-benzotiazolsulfónico, 2,2'-(1-triazeno-1,3-diildi-4,1-fenileno)bis[6-metil-, sal disódica y

todas las sales de amonio, potasio y sodio de los mismos y todas las mezclas de los mismos.

- 55 22. El método definido en el párrafo 15, en el que el trazador inerte se mide en una cantidad que oscila de aproximadamente 5 ppt a aproximadamente 1.000 ppm.

23. Un sistema de separación por membrana capaz de purificar una corriente de alimentación acuosa adecuada para uso en un procedimiento industrial que comprende:

una membrana semi-permeable capaz de separar la corriente de alimentación acuosa que contiene un trazador inerte en una corriente de filtrado y una corriente de producto de concentración para retirar uno o más solutos de la corriente de alimentación acuosa;

5 un dispositivo de detección capaz de medir de manera fluorimétrica una cantidad del trazador inerte que oscila de aproximadamente 5 ppt a aproximadamente 1.000 ppm en al menos una de: la corriente de alimentación acuosa, la corriente de filtrado y la corriente de producto de concentración, en el que el dispositivo de detección es capaz de producir una señal indicativa de la cantidad de trazador inerte que se mide y

un controlador capaz de tratar la señal para monitorizar y/o controlar la purificación de la corriente de alimentación acuosa.

10 24. El sistema de separación por membrana definido en el párrafo 23, en el que el controlador es capaz de monitorizar un flujo de filtrado normalizado basado en la cantidad medible de trazador inerte.

25. El sistema de separación por membrana definido en el párrafo 23, en el que el controlador es capaz de monitorizar un porcentaje de rechazo de solutos basado en la cantidad medible de trazador inerte.

15 26. El sistema de separación por membrana definido en el párrafo 23, en el que el controlador es capaz de monitorizar fugas en la membrana semi-permeable basándose en la cantidad medible de trazador inerte.

27. El sistema de separación por membrana definido en el párrafo 23, en el que el controlador es capaz de ajustar de manera controlada y de manera sensible uno o más parámetros específicos para separación por membrana para mejorar una realización del sistema de separación por membrana.

20 28. El sistema de separación por membrana definido en el párrafo 27, en el que el controlador es capaz de ajustar de manera controlable una velocidad de alimentación de un agente de tratamiento añadido al sistema de separación por membrana.

29. Un método para monitorizar y controlar un procedimiento de separación por membrana que incluye una membrana capaz de retirar solutos de una corriente de alimentación para uso en un procedimiento industrial que comprende las etapas de:

25 añadir un trazador inerte a la corriente de alimentación;

poner en contacto la membrana con la corriente de alimentación;

separar la corriente de alimentación en una primera corriente de efluente y una segunda corriente de efluente para retirar solutos de la corriente de alimentación;

30 proporcionar un fluorómetro para detectar la señal fluorescente del trazador inerte en al menos una de: la corriente de alimentación, la primera corriente de efluente y la segunda corriente de efluente;

usar el fluorómetro para medir una cantidad del trazador inerte que oscila de aproximadamente 5 ppt a aproximadamente 1.000 ppm en al menos una de: la corriente de alimentación, la primera corriente de efluente y la segunda corriente de efluente y

35 evaluar uno o más parámetros del procedimiento específicos para el procedimiento de separación por membrana basado en la cantidad medible del trazador inerte.

30. El método definido en el párrafo 29, en el que los parámetros del procedimiento se seleccionan del grupo que consiste en: parámetros de operación, parámetros químicos, parámetros mecánicos, un porcentaje de recuperación, un flujo de filtrado normalizado, un porcentaje de rechazo, una presión diferencial, un tiempo de fijación hidráulica y combinaciones de los mismos.

40 31. El método definido en el párrafo 29, en el que el trazador inerte se mide en una cantidad que oscila de aproximadamente 1 ppb a aproximadamente 50 ppm basado en la cantidad del trazador inerte que se mide.

32. El método definido en el párrafo 31, que comprende además monitorizar el procedimiento de separación por membrana para detectar fugas en la membrana basándose en la cantidad del trazador inerte que se mide.

45 33. El método definido en el párrafo 29, que comprende controlar una cantidad de incrustantes y/o suciedades que se depositan sobre la membrana.

50 Por toda la descripción y las reivindicaciones de esta memoria descriptiva, las palabras "comprenden" y "contienen" y variaciones de las mismas significan "incluyendo pero no limitado a", y no se pretende excluir (en absoluto) otros restos, aditivos, componentes, números enteros o etapas. Por toda la descripción y las reivindicaciones de esta memoria descriptiva, el singular incluye el plural a menos que el contexto lo requiera de otro modo. En particular, en el caso de que se use el artículo indefinido, la memoria descriptiva se debe entender que considera la pluralidad así

como la singularidad, a menos que el contexto lo requiera de otro modo.

5 Elementos, totalidades, características, compuestos, restos o grupos químicos descritos junto con un aspecto, realización o ejemplo particular de la invención se tiene que entender que son aplicables a otro aspecto, realización o ejemplo cualquiera descrito en la presente memoria a menos que sea incompatible con los mismos. Todos los elementos desvelados en esta memoria descriptiva (incluyendo cualquier reivindicación, resumen y dibujos adjuntos) y/o todas las etapas de cualquier método o procedimiento así desvelado, se pueden combinar en cualquier combinación, excepto combinaciones donde al menos algunos de tales elementos y/o etapas son mutuamente exclusivos. La invención no está restringida a los detalles de cualquier realización anterior. La invención se extiende a cualquier nueva, o cualquier combinación nueva, de los elementos desvelados en esta memoria descriptiva (incluyendo cualquier reivindicación, resumen y dibujos adjuntos), o a una nueva cualquiera, o cualquier nueva combinación, de las etapas de cualquier método o procedimiento así desvelado.

10 La atención del lector se refiere a todos los artículos y documentos que se presentan al mismo tiempo con o previamente a esta memoria descriptiva con respecto a esta solicitud y que están abiertos al examen público con esta memoria descriptiva.

15

REIVINDICACIONES

1. Un método para monitorizar un procedimiento de separación por membrana de ósmosis inversa incluyendo una membrana de ósmosis inversa capaz de separar una corriente de alimentación en al menos una primera corriente y una segunda corriente, en el que dicha monitorización consiste sustancialmente en:

- 5 proporcionar al menos un trazador fluorescente inerte;
- introducir el trazador fluorescente inerte en la corriente de alimentación;
- proporcionar al menos un fluorómetro para detectar la señal fluorescente del trazador fluorescente inerte en la corriente de alimentación y en al menos una de, la primera corriente y la segunda corriente y
- 10 usar al menos un fluorómetro para determinar una cantidad del trazador fluorescente inerte en la corriente de alimentación y en al menos una de, la primera corriente y la segunda corriente.

2. El método según la reivindicación 1, en el que el procedimiento de separación por membrana de ósmosis inversa se selecciona del grupo que consiste en un procedimiento de separación por membrana por ósmosis inversa de flujo cruzado y un procedimiento de separación por membrana de ósmosis inversa de flujo de final ciego.

3. El método según la reivindicación 1, en el que el trazador fluorescente inerte se selecciona del grupo que consiste en: 3,6-acridindiamina, N, N, N', N'-tetrametil-, monohidrocloreto; sal sódica del ácido 2-antracenosulfónico; ácido 1,5-antracenosulfónico; ácido 2,6-antracenosulfónico; ácido 1,8-antracenosulfónico; antra[9,1,2-cde]benzo[rst]pentafeno-5,10-diol, 16,17-dimetoxi-, bis(hidrogenosulfato), sal disódica; sal disódica del ácido batofenantrolinodisulfónico; ácido amino 2,5-bencenosulfónico; 2-(4-aminofenil)-6-metilbenzotiazol; ácido 1H-benz[de]isoquinolin-5-sulfónico, 6-amino-2,3-dihidro-2-(4-metilfenil)-1,3-dioxo-, sal monosódica; fenoxazin-5-io, 1-(aminocarbonil)-7-(dietilamino)-3,4-dihidroxi-, cloruro; benzo[a]fenoxazin-7-io, 5,9-diamino-, acetato; ácido 4-dibenzofuranosulfónico; ácido 3-dibenzofuranosulfónico; yoduro de 1-etilquinaldino; fluoresceína; fluoresceína, sal sódica; Blanco Keyfluor ST; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[bis(2-hidroxi)etil]amino]-6-[[4-sulfofenil]amino]-1,3,5-triazin-2-il]amino]-], sal tetrasódica; Abrillantador Fluorescente C. I. 230; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[bis(2-hidroxi)etil]amino]-[[4-sulfofenil]amino]-1,3,5-triazin-2-il]amino]-], sal tetrasódica; 9,9'-biacridinio, 10,10'-dimetil-, dinitrato; 1-desoxi-1-(3,4-dihidro-7,8-dimetil-2,4-dioxobenzo[g]pteridin-10(2H)-il)-ribitol; naftalenos mono-, di- o tri-sulfonados seleccionados del grupo que consiste en: ácido 1,5-naftalenodisulfónico, sal disódica (hidratada); ácido 2-amino-1-naftalenosulfónico; ácido 5-amino-2-naftalenosulfónico; ácido 4-amino-3-hidroxi-1-naftalenosulfónico; ácido 6-amino-4-hidroxi-2-naftalenosulfónico; ácido 7-amino-1,3-naftalenosulfónico, sal potásica; ácido 4-amino-5-hidroxi-2,7-naftalenodisulfónico; ácido 5-dimetilamino-1-naftalenosulfónico; ácido 1-amino-4-naftalenosulfónico; ácido 1-amino-7-naftalenosulfónico y ácido 2,6-naftalenodicarboxílico, sal dipotásica; ácido 3,4,9,10-perilenotetracarboxílico; Abrillantador Fluorescente C. I. 191, Abrillantador Fluorescente C. I. 200; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-(4-fenil-2H-1,2,3-triazol-2-il)-], sal dipotásica; ácido bencenosulfónico, 5-(2H-nafto[1,2-d]triazol-2-il)-2-(2-feniletetil)-, sal sódica; ácido 1,3,6,8-pirenotetrasulfónico, sal tetrasódica; piranina; quinolina; 3H-fenoxazin-3-ona, 7-hidroxi-, 10-óxido; xantilio, 9-(2,4-dicarboxifenil)-3,6-bis(dietilamino)-, cloruro, sal disódica; fenazinio, 3,7-diamino-2,8-dimetil-5-fenil-, cloruro; Abrillantador Fluorescente C. I. 235; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[bis(2-hidroxi)etil]amino]-6-[[4-sulfofenil]amino]-1,3,5-triazin-2-il] amino]-], sal tetrasódica; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[(2-hidroxi)propil]amino]-6-(fenilamino)-1,3,5-triazin-2-il]amino]-], sal disódica; xantilio, 3,6-bis(dietilamino)-9-(2,4-disulfofenil)-, sal interna, sal sódica; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[(aminometil)(2-hidroxi)etil]amino]-6-(fenilamino)-1,3,5-triazin-2-il]amino]-], sal disódica; Tinopol DCS; ácido bencenosulfónico, 2,2'-([1,1'-bifenil]-4,4'-diildi-2,1-etenodil)bis-, sal disódica; ácido bencenosulfónico, 5-(2H-nafto[1,2-d]triazol-2-il)-2-(2-feniletetil)-, sal sódica; ácido 7-benzotiazolsulfónico, 2,2'-(1-triazeno-1,3-diildi-4,1-fenileno)bis[6-metil-, sal disódica y todas las sales de amonio, potasio y sodio de los mismos y todas las mezclas de los mismos.

4. El método según la reivindicación 1, en el que el trazador fluorescente inerte se selecciona del grupo que consiste en: 1-desoxi-1-(3,4-dihidro-7,8-dimetil-2,4-dioxobenzo[g]pteridin-10(2H)-il)-D-ribitol; fluoresceína; fluoresceína, sal sódica; sal sódica del ácido 2-antracenosulfónico; ácido 1,5-antracenosulfónico; ácido 2,6-antracenosulfónico; ácido 1,8-antracenosulfónico; naftalenos mono-, di- o tri-sulfonados seleccionados del grupo que consiste en: ácido 1,5-naftalenodisulfónico, sal disódica (hidratada); ácido 2-amino-1-naftalenosulfónico; ácido 5-amino-2-naftalenosulfónico; ácido 4-amino-3-hidroxi-1-naftalenosulfónico; ácido 6-amino-4-hidroxi-2-naftalenosulfónico; ácido 7-amino-1,3-naftalenosulfónico, sal potásica; ácido 4-amino-5-hidroxi-2,7-naftalenodisulfónico; ácido 5-dimetilamino-1-naftalenosulfónico; ácido 1-amino-4-naftalenosulfónico; ácido 1-amino-7-naftalenosulfónico y ácido 2,6-naftalenodicarboxílico, sal dipotásica; ácido 3,4,9,10-perilenotetracarboxílico; Abrillantador Fluorescente C. I. 191, Abrillantador Fluorescente C. I. 200; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-(4-fenil-2H-1,2,3-triazol-2-il)-], sal dipotásica; ácido bencenosulfónico, 5-(2H-nafto[1,2-d]triazol-2-il)-2-(2-feniletetil)-, sal sódica; ácido 1,3,6,8-pirenotetrasulfónico, sal tetrasódica; piranina; quinolina; 3H-fenoxazin-3-ona, 7-hidroxi-, 10-óxido; xantilio, 9-(2,4-dicarboxifenil)-3,6-bis(dietilamino)-, cloruro, sal disódica; fenazinio, 3,7-diamino-2,8-dimetil-5-fenil-, cloruro; Abrillantador Fluorescente C. I. 235; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[bis(2-hidroxi)etil]amino]-6-[[4-sulfofenil]amino]-1,3,5-triazin-2-il] amino]-], sal tetrasódica; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodil)bis[5-[[4-[4-

- [2-hidroxipropil)amino]-6-(fenilamino)-1,3,5-triazin-2-il]amino]-, sal disódica; xantilio, 3,6-bis(dietilamino)-9-(2,4-disulfofenil)-, sal interna, sal sódica; ácido bencenosulfónico, 2,2'-(1,2-etenodii)bis[5-[[4-[(aminometil)(2-hidroxietil)amino]-6-(fenilamino)-1,3,5-triazin-2-il]amino]-, sal disódica; Tinopol DCS; ácido bencenosulfónico, 2,2'-([1,1'-bifenil]-4,4'-diildi-2,1-etenodii)bis-, sal disódica; ácido bencenosulfónico, 5-(2H-nafto[1,2-d]triazol-2-il)-2-(2-feniletetil)-, sal sódica; ácido 7-benzotiazolsulfónico, 2,2'-(1-triazeno-1,3-diildi-4,1-fenileno)bis[6-metil-, sal disódica y todas las sales de amonio, potasio y sodio de los mismos y todas las mezclas de los mismos.
5. El método según la reivindicación 1, en el que el trazador fluorescente inerte se selecciona del grupo que consiste en: sal tetrasódica del ácido 1,3,6,8-pirenotetrasulfónico; sal disódica del ácido 1,5-naftalenodisulfónico (hidratada); xantilio, 9-(2,4-dicarboxifenil)-3,6-bis(dietilamino)-, cloruro, sal disódica; 1-desoxi-1-(3,4-dihidro-7,8-dimetil-2,4-dioxobenzo[g]pteridin-10(2H)-il)-D-ribitol; fluoresceína; fluoresceína, sal sódica; sal sódica del ácido 2-antracenosulfónico; ácido 1,5-antracenosulfónico; ácido 2,6-antracenosulfónico; ácido 1,8-antracenosulfónico y mezclas de los mismos.
6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la cantidad del trazador fluorescente inerte en al menos una de: la corriente de alimentación, la primera corriente y la segunda corriente es de 5 ppt a 1.000 ppm.
7. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además:
- evaluar un parámetro del procedimiento distinto de la pérdida del procedimiento de separación por membrana de ósmosis inversa basado en la cantidad del trazador fluorescente inerte que se mide.
8. El método según la reivindicación 7, en el que el trazador fluorescente inerte se añade a una formulación que se añade con posterioridad a la corriente de alimentación.
9. El método según la reivindicación 8, en el que la cantidad de trazador fluorescente inerte está correlacionada con una cantidad de la formulación añadida a la corriente de alimentación.
10. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la corriente de alimentación es adecuada para uso en un procedimiento industrial y en el que la membrana de ósmosis inversa es capaz de retirar solutos de la corriente de alimentación, que comprende además:
- evaluar la eliminación de solutos de la corriente de alimentación basándose en la cantidad del trazador fluorescente inerte que se mide.
11. El método según la reivindicación 10, en el que el procedimiento industrial se selecciona del grupo que consiste en: procedimientos de aguas sin tratar, procedimientos de aguas residuales, procedimientos de aguas industriales, tratamiento de aguas municipales, procedimientos de alimentos y bebidas, procedimientos farmacéuticos, fabricación electrónica, operaciones de utilidad, procedimientos de pulpa y papel, procedimientos de explotación minera y de minerales, procedimientos relacionados con el transporte, procedimientos textiles, procedimientos de chapado y del trabajo del metal, procedimientos de lavandería y limpieza, procedimientos de cuero y curtido y procedimientos de pintura.
12. El método según la reivindicación 10, en el que la corriente de alimentación se pone en contacto con la membrana de ósmosis inversa en un flujo cruzado relativo a la membrana de ósmosis inversa.
13. El método según la reivindicación 10, en el que la corriente de alimentación se pone en contacto con la membrana de ósmosis inversa en una dirección del flujo sustancialmente perpendicular a la membrana de ósmosis inversa.
14. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que comprende además:
- evaluar uno o más parámetros del procedimiento específicos para el procedimiento de separación por membrana de ósmosis inversa basándose en la cantidad del trazador fluorescente inerte.
15. El método según la reivindicación 14, en el que los parámetros del procedimiento se seleccionan del grupo que consiste en: parámetros de operación, parámetros químicos, parámetros mecánicos, un porcentaje de recuperación, un flujo de filtrado normalizado, un porcentaje de rechazo, una presión diferencial, un tiempo de fijación hidráulica y combinaciones de los mismos.
16. El método según la reivindicación 14, que comprende controlar una cantidad de incrustantes y/o suciedades que se depositan sobre la membrana de ósmosis inversa.