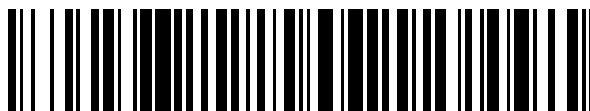


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 720 806**

51 Int. Cl.:

<b>B01D 21/30</b>	(2006.01) <i>C02F 1/72</i>	(2006.01)
<b>B01D 61/04</b>	(2006.01) <i>C02F 1/78</i>	(2006.01)
<b>C02F 1/00</b>	(2006.01) <i>C02F 5/08</i>	(2006.01)
<b>C02F 1/52</b>	(2006.01) <i>C02F 101/20</i>	(2006.01)
<b>C02F 1/76</b>	(2006.01) <i>C02F 103/02</i>	(2006.01)
<b>C02F 9/02</b>	(2006.01) <i>C02F 103/08</i>	(2006.01)
<b>C02F 1/24</b>	(2006.01) <i>C02F 103/10</i>	(2006.01)
<b>C02F 1/44</b>	(2006.01)	
<b>C02F 1/50</b>	(2006.01)	
<b>C02F 1/56</b>	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2011 E 16198869 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 3147015**

54 Título: **Aparato para tratar agua usada para fines industriales**

30 Prioridad:

**30.03.2011 US 201161469537 P**  
**01.08.2011 US 201113136474**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.07.2019**

73 Titular/es:

**CRYSTAL LAGOONS (CURAÇAO) B.V. (100.0%)**  
**Kaya W.F.G. (Jombi)**  
**Mensing 14, CW**

72 Inventor/es:

**FISCHMANN, T. FERNANDO**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 720 806 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**

Aparato para tratar agua usada para fines industriales

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un aparato de bajo coste para tratar agua, que se usará en un proceso industrial. El aparato de la invención purifica el agua y elimina los sólidos suspendidos sin la necesidad de filtrar la totalidad del volumen de agua, sino solo filtrando una pequeña fracción de hasta 200 veces menos que el flujo filtrado mediante un sistema de filtración de tratamiento de agua convencional.

Antecedentes

15 Agua con alta calidad microbiológica con alta claridad es un recurso escaso que se requiere actualmente para los procesos de muchas industrias. El tratamiento para obtener tal agua implica grandes costes de inversión y operativos, y los procesos son complicados y presentan muchos problemas que no se han solucionado eficazmente hasta el día de hoy. Además, los procesos consumen grandes cantidades de energía y productos químicos, dañando así gravemente el medio ambiente. Específicamente, la eliminación de impurezas que están contenidas en el agua, tal como los sólidos suspendidos, metales, algas y bacterias, entre otros, requiere la instalación de sistemas de filtración caros y complejos que permiten filtrar todo el volumen de agua, presentando así un alto consumo de energía, altos requisitos de productos químicos y materiales, y otros recursos que obstaculizan este proceso.

25 Se requiere agua con alta calidad microbiológica para varios procesos importantes, tal como el pretratamiento de agua para procesos de desalación por ósmosis inversa, para tratar agua usada en acuicultura, para tratar y mantener agua para la industria del agua potable, para tratar residuos líquidos industriales o para industrias de la minería, entre otros. El agua de alta calidad microbiológica y claridad a costes muy bajos de la presente invención también puede usarse en otros procesos industriales que requieren agua de alta calidad fisicoquímica y microbiológica.

30 Desalación

35 Existen varios motivos para abordar la mejora de los procesos de desalación actuales, dado que esta industria está creciendo exponencialmente y será muy importante en el futuro. Del agua total disponible en el mundo, el 97% de la misma corresponde a agua de mar. Del 3% restante del agua dulce disponible, el 2,1% está congelada en los polos y solo un 0,9% está disponible para el consumo humano, que se encuentra en ríos, lagos o como agua subterránea. La disponibilidad limitada de agua dulce para el consumo humano es un problema que ha estado creciendo junto con el crecimiento de la población global y el cambio cultural. Aproximadamente el 40% de la población del mundo sufre ya los problemas provocados por la falta de acceso a fuentes de agua dulce.

40 Por tanto, exactamente como ha avisado el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se espera que casi 3 mil millones de personas sufrirán una grave escasez de agua en los próximos 50 años. Además, en 1999, el PNUMA identificó la escasez de agua junto con el calentamiento global como los mayores problemas para el nuevo milenio. Los recursos de agua dulce están consumiéndose a una velocidad mayor que a la que la naturaleza puede reponerlos y, además, la contaminación y explotación de agua subterránea y agua superficial han conducido a una disminución en la cantidad y/o la calidad de los recursos naturales disponibles. La combinación de población creciente, la falta de nuevas fuentes de agua dulce y el aumento de consumo de agua per cápita, provoca un empeoramiento de las tensiones regionales entre los países que están ubicados cerca de recursos de agua. Todo lo anterior obliga a encontrar una solución al problema de la disponibilidad de agua, no solo para cumplir con las demandas futuras de la humanidad, sino también para evitar los conflictos a los que puede conducir la escasez de agua.

55 Convenientemente, el agua de mar es el recurso más abundante en la tierra, una fuente prácticamente inagotable de agua salada que está siempre disponible para su uso. Por tanto, para solucionar los inmensos problemas asociados con el escaso suministro de agua dulce, la mejor solución es procesar agua de mar para proporcionar agua dulce para el consumo general. La enorme disponibilidad del agua de mar contenida en los océanos ha conducido a la investigación y creación de tecnologías para eliminar las sales en el agua mediante diversos procesos y producir agua dulce. La mejor tecnología disponible en el mundo para conseguir este objetivo es el proceso de desalación. Actualmente, aproximadamente 130 países en todo el mundo están implementado algún tipo de proceso de desalación, y se espera que la capacidad instalada se duplique en 2015.

60 Los dos procesos de desalación más usados son:

- 65 <sup>A</sup> El uso de evaporación de agua, como proceso de destilación, de tal manera que se evaporen solo las moléculas de agua, dejando atrás todas las sales y minerales disueltos. Este proceso se denomina desalación térmica.

▲ El uso de membranas especiales que permiten realizar el proceso de ósmosis inversa, separando el agua de las sales a través de la aplicación de presión sobre una membrana semipermeable. Este proceso se denomina ósmosis inversa.

5 Para decidir qué proceso usar, el consumo de energía es un factor importante que considerar. Se estima que el consumo de energía para producir 1 m<sup>3</sup> de agua usando desalación térmica es de entre 10 y 15 kWh/m<sup>3</sup>, mientras que un proceso que usa tecnología de ósmosis inversa usa aproximadamente 5 kWh/m<sup>3</sup>. Esto se debe a que la desalación térmica requiere evaporación, así que es necesaria más energía para el proceso de cambio de fase, haciendo que la desalación térmica sea menos eficiente en términos de consumo de energía. Las restricciones  
10 actuales requieren mejorar la eficacia global de los procesos, usando tecnologías que cumplan los requisitos medioambientales demandados por la sociedad, al tiempo que se minimiza la huella de carbono y el impacto medioambiental.

15 En términos de la evolución de las tecnologías mencionadas, desde 2005 la capacidad instalada global de plantas de desalación de ósmosis inversa ha superado la capacidad instalada de plantas térmicas. La predicción es que en 2015 la capacidad de desalación del mundo esté distribuida entre el 62% en plantas de ósmosis inversa y el 38% en plantas de desalación térmica. De hecho, la capacidad global para producir agua dulce en plantas de desalación que usan tecnologías de ósmosis inversa ha aumentado en más del 300% en apenas 6 años.

20 La ósmosis inversa es un proceso mediante el cual se aplica presión a un flujo de agua que tiene una alta concentración de sales, a través de una membrana semipermeable que solo deja que pasen moléculas de agua. Debido a esto, el permeado que abandona el otro lado de la membrana corresponde a agua con alta calidad microbiológica con un bajo contenido en sal. Dentro del funcionamiento de las plantas de desalación que usan tecnología de ósmosis inversa, hay 2 fases principales:

- 25
1. pretratamiento de agua
  2. fase de desalación

30 La segunda fase, que corresponde al propio proceso de ósmosis inversa, se ha estudiado extensamente y se han conseguido eficiencias de hasta el 98% (sistemas HERO de General Electric).

35 La primera fase del proceso de producción de agua dulce usando ósmosis inversa corresponde al acondicionamiento de agua salada antes de alcanzar la membrana semipermeable, también denominado pretratamiento de agua. Esta etapa de pretratamiento experimenta problemas importantes relacionados con la calidad del agua necesaria para un funcionamiento eficiente de las membranas de ósmosis inversa. De hecho, se estima que el 51% de las membranas de ósmosis inversa fallan debido a un mal pretratamiento, ya sea debido a un mal diseño o a un mal funcionamiento, mientras que el 30% falla debido a una dosificación inadecuada de productos químicos. Los métodos actuales, además de ser ineficientes debido a una alta tasa de fallos, tienen costes muy  
40 altos, impulsando de ese modo a la investigación a encontrar nuevos métodos que solucionen estos problemas.

45 Los problemas que surgen en las membranas dependen de las características del agua de alimentación, que ensucia los filtros y las membranas ubicados antes del pretratamiento y también las membranas de ósmosis inversa. Estos problemas se reflejan en una vida más corta y mayores frecuencias de mantenimiento y limpieza de las membranas, conduciendo a mayores costes de funcionamiento y mantenimiento. Los problemas comunes que surgen debido a un mal pretratamiento de agua se dividen en 2 tipos: daño de las membranas y bloqueo de las membranas.

50 El daño de las membranas de ósmosis inversa está provocado principalmente por la oxidación y la hidrólisis del material de la membrana debido a diversos compuestos en el agua de alimentación. La mayoría de las membranas de ósmosis inversa no pueden resistir las concentraciones existentes de cloro residual, que se añade habitualmente en procesos de desalación para impedir el crecimiento biológico. Las membranas tienen altos costes, de modo que deben tomarse todas las precauciones posibles para mantener un funcionamiento continuo y conseguir el mejor rendimiento posible; por tanto, el agua tiene a menudo que declorarse antes de que pase a través de las  
55 membranas. Eventualmente, también debe ajustarse el pH del agua de alimentación para un funcionamiento óptimo de las membranas. Además, tienen que eliminarse el oxígeno disuelto y otros agentes oxidantes para impedir el daño de las membranas. Los gases también afectan al funcionamiento apropiado de las membranas, de modo que deben evitarse altas concentraciones para un funcionamiento óptimo. Los métodos actuales para regular las concentraciones de gases y agentes oxidantes son muy caros e ineficientes.

60 Por otro lado, el bloqueo de las membranas de ósmosis inversa es responsable en gran medida de las grandes ineficiencias que surgen debido a diversos motivos, por ejemplo, es necesario aplicar presiones mayores al agua de alimentación para que pase a través de la membrana, el principal tiempo de parada se debe al constante mantenimiento y lavado que debe realizarse, y los altos costes de reemplazo de los suministros usados en el  
65 proceso. El bloqueo de las membranas está provocado por tres problemas principales: bioincrustación, escamación e incrustación coloidal.

La bioincrustación está provocada por el crecimiento de colonias de bacterias o algas en la superficie de la membrana. Dado que no puede usarse cloro, existe el riesgo de desarrollar una película de biomasa, impidiendo así el paso del suministro de agua y reduciendo la eficiencia del sistema.

Otro problema importante que provoca el bloqueo de la membrana es la escamación, que provoca finalmente su obstrucción. La escamación se refiere a la precipitación y los depósitos de sal moderadamente soluble sobre las membranas. De hecho, en ciertas condiciones de funcionamiento, pueden superarse los límites de solubilidad de algunos de los componentes presentes en el agua de alimentación, permitiendo su precipitación. Estos componentes incluyen carbonato de calcio, carbonato de magnesio, sulfato de calcio, sílice, sulfato de bario, sulfato de estroncio y fluoruro de calcio, entre otros. En las unidades de ósmosis inversa, la fase final está sujeta a la mayor concentración de sales disueltas, y es aquí donde empiezan a aparecer los primeros signos de escamación. La escamación debida a la precipitación se ve amplificada por el fenómeno del gradiente de concentración en la superficie de las membranas.

La obstrucción por partículas o la incrustación coloidal se produce cuando el suministro de agua contiene una gran cantidad de partículas suspendidas y materia coloidal, requiriendo un lavado constante para limpiar las membranas. La concentración de partículas en agua puede medirse y expresarse de diferentes maneras. El parámetro más usado es la turbidez, que tiene que mantenerse a niveles bajos para un funcionamiento apropiado. La acumulación de partículas en la superficie de la membrana puede afectar adversamente tanto al flujo de agua de alimentación como a las propiedades de rechazo de la membrana de ósmosis inversa. La incrustación coloidal está provocada por la acumulación de partículas coloidales en la superficie de la membrana y la formación de una capa con forma de torta. La disminución en el flujo de permeado viene dada, por un lado, por la formación de una capa de torta y, por otro lado, debido a la alta concentración de sal en la superficie de la membrana provocada por la difusión obstruida de iones de sal, provocando una presión osmótica aumentada que reduce el impulso de fuerza neto. El parámetro monitorizado para impedir la incrustación coloidal es el índice de densidad de sedimentos (SDI) y los fabricantes de membranas sugieren SDI de hasta 4. El bloqueo de las membranas también puede producirse debido a la incrustación de materia orgánica natural (MON). La materia orgánica natural atasca la membrana ya sea debido a: el estrechamiento de los poros asociado con la adsorción de materia orgánica natural en las paredes de los poros, materia orgánica coloidal que actúa como tapón en la abertura de los poros o la formación de una capa continua de gel que recubre la superficie de la membrana. Esta capa crea grandes ineficiencias y por tanto debe evitarse un atascamiento de esta capa a toda costa.

Actualmente, el pretratamiento de agua antes de entrar en el proceso de desalación incluye generalmente las siguientes etapas:

1. cloración para reducir la carga orgánica y bacteriológica en agua sin procesar
2. filtración de arena para reducir la turbidez
3. acidificación para reducir el pH y reducir los procesos calcáreos
4. inhibición de las escamas de calcio y bario usando agentes antiescamantes
5. dechloración para eliminar el cloro residual
6. cartuchos de filtración de partículas requeridos por los fabricantes de membranas
7. microfiltración (MF), ultrafiltración (UF) y nanofiltración (NF)

Entre las etapas de pretratamiento anteriores, los costes de las etapas de filtración, ya sea con filtros de arena o etapas de filtración más sofisticadas tales como microfiltración, ultrafiltración o nanofiltración, conduce a altos costes junto con varios inconvenientes. En particular, si el pretratamiento es inadecuado, los filtros se atascan con materia orgánica, coloides, algas, microorganismos y/o larvas. Además, el requisito de filtrar el volumen total de agua que debe procesarse en la planta para reducir la turbidez y eliminar las partículas impone graves restricciones en términos de costes de energía, implementación e instalación, así como durante el funcionamiento en términos de mantenimiento y reemplazo de filtros. Además, los sistemas de pretratamiento hoy en día son muy ineficientes y tienen altos costes debido a los dispositivos que deben implementarse, y las tareas de funcionamiento y mantenimiento continuadas que son costosas y difíciles de realizar.

En resumen, los recursos de agua dulce cada vez más escasos han creado un problema de suministro a nivel mundial que ha dado como resultado el diseño y la implementación de diversas tecnologías de desalación. La desalación por ósmosis inversa es una tecnología prometedora para abordar el aumento de la escasez de recursos de agua dulce, y se pronostica que esta tecnología tendrá un crecimiento significativo en el futuro. Sin embargo, un medio económico y eficiente a nivel de energía de pretratar el agua de alimentación impone un problema

significativo para las plantas de desalación de ósmosis inversa. Es necesaria una tecnología eficiente que funcione a bajo coste y pueda producir agua de calidad suficiente para su uso como materia prima en procesos de desalación.

Industria de la acuicultura

5 La industria de la acuicultura se centra en la cría de especies acuáticas, plantas y animales, a partir de las que se obtienen materias primas para las industrias alimentaria, química y farmacéutica, entre otras. Las especies acuáticas se hacen crecer en agua dulce o de mar, cultivándose principalmente peces, moluscos, crustáceos, macroalgas y microalgas. Debido al crecimiento de la industria, el desarrollo de nuevas tecnologías y las regulaciones medioambientales impuestas por la comunidad internacional, existe una necesidad de minimizar el impacto medioambiental de la industria de la acuicultura, mientras que al mismo tiempo se mantiene un control adecuado de las condiciones de funcionamiento. Para hacer esto, el cultivo de especies acuáticas ha migrado de estar ubicado *in situ* en fuentes de agua naturales, tal como el mar, a instalaciones construidas específicamente para tales propósitos.

15 Además del cultivo tradicional de estas especies como materia prima en las industria alimentaria y farmacéutica y la fabricación en general, también se usan especies acuáticas en el sector de la energía sector para generar energía a partir de fuentes no convencionales renovables, en particular, para la producción de biocombustibles, tal como biodiésel a partir de microalgas.

20 Con respecto a los biocombustibles, debe observarse que la matriz de energía global está organizada alrededor de los combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), que proporcionan aproximadamente el 80% del consumo de energía global. La biomasa, las fuentes de energía hidroeléctricas y otras “no convencionales”, tal como la energía solar, son fuentes de energía renovables. Dentro del último grupo, y representando solo el 2,1% de la matriz, están comprendidas la energía eólica, la energía solar y los biocombustibles, que incluyen a su vez biogás, biodiésel y etanol, principalmente.

25 Dado que las fuentes de energía fósil y nuclear son finitas, puede que no se suministre la demanda futura. Por consiguiente, la política de energía en los países en desarrollo está considerando la introducción de energías alternativas. Adicionalmente, el abuso de la energía convencional, como el petróleo y el carbono, entre otros, condujo a problemas tal como la contaminación, el aumento de gases invernadero y el agotamiento de la capa de ozono. Por tanto, la producción de energías limpias, renovables y alternativas es una necesidad económica y medioambiental. En algunos países, el uso de biocombustibles combinados con combustibles de petróleo, ha forzado una producción masiva y eficiente de biodiésel, que puede obtenerse de aceite vegetal, grasas animales y algas.

30 La producción de biodiésel a partir de algas no requiere el uso extensivo de tierra agrícola. Por tanto, no afecta a la producción de alimentos a nivel mundial, porque las algas pueden crecer en espacios reducidos y tiene velocidades de crecimiento muy rápidas, con tiempos de duplicación de biomasa de 24 horas. Por consiguiente, las algas son una fuente de producción de energía continua e inagotable, y también absorben el dióxido de carbono para su crecimiento, que puede capturarse de diversas fuentes tales como estaciones de energía térmica.

Los principales sistemas para el crecimiento de microalgas corresponden a:

- 35
- Lagos: Dado que las algas requieren luz del sol, dióxido de carbono y agua, pueden crecer en lagos y estanques abiertos.
  - Fotobiorreactores: Un fotobiorreactor es un sistema controlado y cerrado que incluye una fuente de luz, que al estar cerrado, requieren la adición de dióxido de carbono, agua y luz.

40 Con respecto a los lagos, el cultivo de algas en estanques abiertos se ha estudiado extensamente. Esta categoría de estanques son cuerpos de agua naturales (lagos, lagunas, estanques, mar) y estanques artificiales o contenedores. Los sistemas usados más comúnmente son grandes estanques, tanques, estanques circulares y estanques de pista poco profundos. Una de las principales ventajas de los estanques abiertos es que son más fáciles de construir y hacer funcionar que la mayoría de los sistemas cerrados. Sin embargo, las principales restricciones en los estanques abiertos naturales son las pérdidas por evaporación, requerir una gran superficie de terreno, la contaminación por predadores y otros competidores en el estanque, y la ineficiencia de los mecanismos de agitación dando como resultado una baja productividad de biomasa.

45 Para este propósito, se crearon “estanques de pista” que se hacen funcionar de manera continua. En estos estanques, las algas, el agua y los nutrientes se hacen circular en un tipo de pista, y se mezclan con la ayuda de ruedas de paletas, para volver a suspender las algas en el agua, de modo que estén en movimiento constante y siempre reciban la luz del sol. Los estanques son poco profundos debido a la necesidad de luz de las algas, y a que la penetración de la luz del sol alcanza una profundidad limitada.

65

Los fotobiorreactores permiten el cultivo de una única especie de microalgas durante un tiempo largo y son ideales para producir una gran biomasa de algas. Los fotobiorreactores tienen generalmente un diámetro menor que o igual a 0,1 m, dado que un intervalo mayor impediría que entrara luz en las zonas más profundas, ya que la densidad de cultivo es muy alta, con el fin de alcanzar un alto rendimiento. Los fotobiorreactores requieren el enfriamiento durante las horas de luz del día, y también necesitan un control de temperatura durante la noche. Por ejemplo, la pérdida de biomasa producida durante la noche puede reducirse disminuyendo la temperatura durante estas horas.

El proceso de producción de biodiésel depende del tipo de algas que se hacen crecer, que se seleccionan basándose en el rendimiento y las características de adaptación a las condiciones medioambientales. La producción de biomasa de microalgas se inicia en fotobiorreactores, en los que se alimenta el CO<sub>2</sub> que procede generalmente de plantas de energía. Más tarde, antes de entrar en la fase de crecimiento estacionario, las microalgas se transportan de fotobiorreactores a tanques de mayor volumen, en los que continúan desarrollándose y multiplicándose, hasta que se ha alcanzado la densidad de biomasa máxima. Las algas se recogen entonces mediante diferentes procesos de separación, para obtener biomasa de algas, que se procesa en última instancia para extraer productos de biocombustible.

Para el cultivo de microalgas se requiere agua purificada prácticamente estéril, ya que la productividad se ve afectada por la contaminación de otras especies no deseadas de algas o microorganismos. El agua se acondiciona según el medio de cultivo específico, también dependiendo de las necesidades del sistema.

Los factores clave para controlar la velocidad de crecimiento de algas son:

- Luz: necesaria para el proceso de fotosíntesis
- Temperatura: el intervalo de temperatura ideal para cada tipo de algas
- Medio: la composición del agua es una consideración importante, por ejemplo, la salinidad
- pH: las algas requieren habitualmente un pH de entre 7 y 9 para obtener una velocidad de crecimiento óptima
- Cepa: cada alga tiene una velocidad de crecimiento diferente
- Gases: las algas requieren CO<sub>2</sub> para realizar la fotosíntesis
- Mezclado: para evitar que las algas sedimenten y garantizar una exposición homogénea a la luz
- Fotoperiodo: ciclos de luz y oscuridad

Las algas son muy tolerantes a la salinidad, la mayoría de las especies crecen mejor con una salinidad que sea ligeramente inferior a la salinidad encontrada en el entorno natural de las algas, que se obtiene mediante la dilución de agua de mar con agua dulce.

#### Industria del agua potable

La industria del agua proporciona agua potable a los sectores residenciales, comerciales e industriales de la economía. Con el fin de proporcionar agua potable, la industria empieza generalmente sus operaciones con la recogida de agua de fuentes naturales de alta calidad microbiológica y claridad, que se almacena entonces en depósitos para un uso futuro. El agua puede almacenarse durante largos periodos de tiempo en el depósito sin usarse. La calidad del agua almacenada durante un largo periodo de tiempo empieza a deteriorarse a medida que los microorganismos y las algas proliferan en el agua, convirtiendo el agua en inadecuada para el consumo humano.

Dado que el agua ya no es adecuada para el consumo, tiene que procesarse en una planta de tratamiento de agua potable, en la que pasa a través de diversas fases de purificación. En las plantas de purificación, se añaden cloro y otros productos químicos con el fin de producir agua de alta calidad. La reacción del cloro con los compuestos orgánicos presentes en el agua puede producir varios subproductos tóxicos o subproductos de desinfección (DBP). Por ejemplo, en la reacción de cloro con amoníaco, las cloraminas son subproductos no deseados. La reacción adicional del cloro o cloraminas con materia orgánica producirá trihalometanos, que se han identificado como compuestos carcinógenos. Además, dependiendo del método de desinfección, se han identificado nuevos DBP, tal como trihalometanos yodados, haloacetanitrilos, halonitrometanos, haloacetaldehídos y nitrosaminas. Además, la exposición de los bañistas al cloro y a materia orgánica se ha mencionado como un factor que contribuye a potenciales problemas respiratorios, incluyendo el asma.

#### Industrias del agua residual

El agua residual se trata cada día para producir agua limpia usada para diferentes propósitos. Existe una necesidad de tratar agua residual produciendo pequeñas cantidades de fango y residuo, y también usando menos productos químicos y energía.

5 Industria de la minería

La minería es una industria muy importante por todo el mundo, y colabora altamente en la economía de cada nación. Las industrias de la minería requieren agua para muchos de sus procesos, un recurso que es limitado y que cada día se vuelve más escaso. Algunas industrias de la minería han desarrollado tecnologías para utilizar agua de mar en la mayoría de sus procesos, pudiendo funcionar solo con este recurso.

Las propias minas están ubicadas generalmente a grandes distancias y alturas con respecto a la línea costera, así que el agua tiene que desplazarse muchos kilómetros para alcanzar las minas. Para transportar las grandes cantidades de agua, se han construido estaciones de bombeo, junto con tuberías muy largas, con el fin de bombear el agua del mar a las minas.

Las estaciones de bombeo consisten en estructuras que comprenden bombas de alta potencia, que envían el agua de mar recogida a la siguiente estación de bombeo, etcétera. Las estaciones de bombeo también comprenden una estructura de contención para mantener agua de mar en el caso de que se pueda producir cualquier problema en las estaciones de bombeo previas. Estas estructuras de contención pueden desarrollar eventualmente diversos problemas que afectan al proceso de bombeo, como la bioincrustación de las paredes y las superficies internas de las tuberías. La bioincrustación provoca el deterioro de los materiales así como una reducción del área transversal de las tuberías, imponiendo mayores costes de funcionamiento y mantenimiento. Además, el agua dentro de las estructuras de contención empieza a deteriorarse debido al crecimiento de microalgas, que interfiere de manera negativa con los procesos de la estación, y conduce a diversos e importantes problemas, tal como bioincrustación.

Tratamiento de residuos líquidos industriales

Algunas industrias tienen residuos líquidos que no cumplen con los requisitos de irrigación, infiltración o descarga impuestos por el gobierno local. Además, algunas industrias tienen tanques de sedimentación u otros medios de contención para permitir que se produzcan procesos naturales en el agua, tal como la emisión de gases u otras sustancias que puedan provocar malas propiedades de olor o color.

Tal como se comentó anteriormente, los métodos y sistemas actuales para tratar agua para usos industriales tiene altos costes de funcionamiento, requieren el uso de grandes cantidades de productos químicos, son propensos a la incrustación, producen subproductos no deseables tales como gases y otras sustancias que provocan malas propiedades de olor o color, y requieren la filtración de todo el volumen de agua. Son deseables métodos y sistemas mejorados de tratamiento de agua para usos industriales que sean de bajo coste y más eficientes que los sistemas de filtración de tratamiento de agua convencionales.

40 Técnica anterior

La patente JP2011005463A presenta un sistema de control para la inyección de coagulantes y floculantes en plantas de purificación de agua. Dicho sistema se basa en el uso de un sensor de turbidez que mide la cantidad y la calidad del agua antes de añadir los coagulantes y floculantes. El sistema usa un clasificador que mide el tamaño de floculante tras la sedimentación y clasifica el agua tratada según estas mediciones. Según las mediciones de turbidez, el sistema de control calcula la tasa de inyección de coagulante y floculantes, que se aplican mediante instalaciones destinadas para este medio. Los cálculos de los compuestos dosificados se corrigen según una función que determina un factor de corrección según la turbidez medida antes y después del tratamiento. Tras la sedimentación de las partículas, hay una fase de filtración que filtra todo el volumen de agua tratado.

Las desventajas de la patente JP2011005463A son que no controla el contenido orgánico o los microorganismos presentes en el agua, ya que el sistema no comprende el uso de agentes desinfectantes u oxidantes. Además, el sistema en el documento JP2011005463A no reduce el contenido en metales en el agua y se base en la medición constante de los parámetros, teniendo así altas demandas en términos de sensores y otros dispositivos de medición. Además, la patente JP2011005463A requiere la filtración de la totalidad del volumen de agua que se trata, lo que impone altas demandas de energía y altos costes de instalación y mantenimiento con respecto al sistema requerido para tal filtración.

Los documentos US 2011/061194 A1 y WO 2010/074770 A1 dan a conocer cuerpos de agua a gran escala para fines recreativos, que están sujetos a un tratamiento específico para mantener la calidad del agua a un nivel aceptable.

65 Sumario

Los aparatos contruidos según los principios de la presente invención purifican agua y eliminan los sólidos suspendidos, metales, algas, bacteria y otros elementos del agua a costes muy bajos, y sin la necesidad de filtrar la totalidad del volumen de agua. Solo se filtra una pequeña fracción del volumen total del agua, hasta 200 veces menos que el flujo filtrado mediante sistemas de filtración de tratamiento de agua convencionales. El agua tratada se usa para fines industriales tales como tratar agua que se usará como materia prima en propósitos industriales, o tratar residuos líquidos industriales para infiltración, irrigación u otros propósitos.

En relación con la desalación por ósmosis inversa, la presente invención proporciona un aparato para el pretratamiento y el mantenimiento de agua de alimentación que usa menos productos químicos y consume menos energía que las tecnologías de pretratamiento convencionales.

En relación con la industria de la acuicultura, el agua producida mediante la presente invención consigue las características requeridas para la inoculación de algas usando un medio de filtración que requiere la filtración de solo una fracción del volumen total de agua. La presente invención proporciona agua de alta calidad microbiológica que se usa para la inoculación de microalgas y otros microorganismos. El uso del agua tratada en, por ejemplo, estanques de pista, representa una alta reducción de los costes, dado que uno de los principales problemas de esta industria es preparar el agua para la inoculación. Además, la presente invención permite el tratamiento del agua tras haber crecido las algas y haberse recogido. Por tanto, el agua puede reutilizarse creando un método sostenible para la industria de la acuicultura.

Usando los aparatos de la presente invención en industrias de agua potable, el agua almacenada en depósitos puede mantenerse a costes muy bajos sin la proliferación de microorganismos y algas que puedan deteriorar la calidad del agua. Por tanto, no es necesario procesar el agua potable tratada según los aparatos de la presente invención en una planta de tratamiento de agua potable. Por tanto, la presente invención minimiza la generación de subproductos tóxicos y subproductos de desinfección (DBP) producidos mediante la planta de tratamiento de agua potable y reduce los costes de capital, las cantidades de productos químicos usados, los costes de funcionamiento y el impacto medioambiental y la huella de una planta de tratamiento de agua potable. La presente invención mantiene agua de fuentes naturales muy puras en un estado de alta calidad microbiológica a costes bajos de una manera respetuosa con el medio ambiente sin deterioro ni generación de DBP tóxicos.

La presente invención puede usarse para tratar agua que procede de instalaciones de tratamiento de agua residual a coste muy bajo, eliminar el olor y obtener un agua de alta claridad con niveles de turbidez bajos. Las cantidades de residuo y fango se reducen considerablemente en comparación con los tratamientos de agua residual convencionales, proporcionando de ese modo un método sostenible que es respetuoso con el medio ambiente.

Con respecto a las industrias de la minería, la presente invención se refiere a un aparato para tratar agua que impide la bioincrustación en estaciones de bombeo, reduciendo así los costes de funcionamiento y de mantenimiento. La presente invención también puede usarse para tratar residuos líquidos industriales que proceden de diversas industrias, con el fin de cumplir con los requisitos de irrigación, infiltración o descarga impuestos por los gobiernos locales.

El aparato de la invención proporciona un proceso de bajo coste para tratar agua para su uso en procesos industriales que, a diferencia de los sistemas de filtración de tratamiento de agua convencionales, purifica el agua y elimina los sólidos suspendidos en el agua filtrando una pequeña fracción del volumen total de agua. Un método que puede llevarse a cabo usando un aparato de la invención puede comprender:

- a. recoger agua con una concentración de sólidos disueltos totales (SDT) de hasta 60.000 ppm;
- b. almacenar dicha agua en al menos un medio de contención, teniendo dicho medio de contención un fondo que puede limpiarse meticulosamente mediante un medio de succión móvil;
- c. dentro de periodos de 7 días:
  - i. para temperaturas de agua de hasta 35 grados Celsius, mantener un ORP de dicha agua de al menos 500 mV durante un periodo mínimo de 1 hora por cada grado Celsius de temperatura del agua, añadiendo agentes desinfectantes al agua;
  - ii. para temperaturas del agua mayores de 35 grados Celsius y hasta 69 grados Celsius, mantener un ORP de dicha agua de al menos 500 mV durante un periodo mínimo de horas añadiendo agentes desinfectantes al agua, calculándose el periodo mínimo de horas mediante la siguiente ecuación:  

$$[35 \text{ horas}] - [\text{Temperatura del agua en grados Celsius} - 35] = \text{periodo mínimo de horas}; \text{ y}$$
  - iii. para temperaturas del agua de 70 grados Celsius o más, mantener un ORP de dicha agua de al menos 500 mV durante un periodo mínimo de 1 hora.



- d. activar los siguientes procesos a través de un medio de coordinación, purificando los procesos el agua y eliminando los sólidos suspendidos solo filtrando una pequeña fracción del volumen total de agua:
- 5 i. aplicar agentes oxidantes para evitar que las concentraciones de hierro y de manganeso superen 1 ppm;
  - ii aplicar coagulantes, floculantes o una mezcla de los mismos para evitar que la turbidez supere 5 NTU;
  - 10 iii. succionar el flujo de agua que contiene las partículas sedimentadas, producidas mediante los procesos previos, con un medio de succión móvil para evitar que el grosor del material sedimentado supere 100 mm en promedio;
  - 15 iv. filtrar el flujo succionado mediante el medio de succión móvil, con al menos un medio de filtración; y
  - v. devolver el agua filtrada a dicho al menos un medio de contención;
- e. utilizar dicha agua tratada en un proceso aguas abajo.

El aparato de la invención es para tratar agua a bajo coste para su uso como materia prima en al menos un proceso aguas abajo, que elimina los sólidos suspendidos en el agua filtrando una pequeña fracción del volumen total de agua. Un sistema compuesto por los aparatos comprende:

- 25 - al menos un conducto de alimentación de agua (7) a al menos un medio de contención (8);
- al menos un medio de contención (8), teniendo el medio de contención un volumen de al menos 15.000 m<sup>3</sup>, que comprende un medio de recepción para partículas sedimentadas (17), y estando fijado el medio de recepción al fondo del medio de contención y estando construido de un material no poroso que puede limpiarse, de modo que el fondo del medio de contención está cubierto con el material no poroso permitiendo que el medio de succión móvil se desplace por toda la superficie inferior del medio de contención y succione las partículas sedimentadas;
- 30 - al menos un medio de coordinación (1), comprendiendo el medio de coordinación dispositivos electrónicos que están configurados para recibir información relativa a parámetros de calidad del agua, procesar esa información y activar medios de aplicación de productos químicos y medios de succión móviles para ajustar parámetros del agua dentro de los límites especificados por el medio de coordinación;
- 35 - al menos un medio de aplicación de productos químicos (4), que se activa mediante dicho al menos un medio de coordinación
- 40 - al menos un medio de succión móvil (5), que se mueve por el fondo de dicho al menos un medio de contención succionando el flujo de agua que contiene las partículas sedimentadas;
- 45 - al menos un medio de propulsión (6) que proporciona movimiento a dicho al menos un medio de succión móvil de modo que pueda moverse por el fondo de dicho al menos un medio de contención;
- al menos un medio de filtración (3) que filtra el flujo de agua que contiene las partículas sedimentadas;
- 50 - al menos un conducto de recogida (15) acoplada entre dicho al menos un medio de succión móvil y dicho al menos un medio de filtración;
- al menos un conducto de retorno (16) desde dicho al menos un medio de filtración a dicho al menos un medio de contención; y
- 55 - al menos un conducto de alimentación de agua (18) desde dicho al menos un medio de contención al al menos un proceso industrial aguas abajo;

60 estando configurado el medio de coordinación para variar el flujo de agua tratada al proceso industrial aguas abajo basándose en información (12) tal como el rendimiento o la tasa de producción.

65 En el aparato, el medio de recepción está cubierto generalmente con un material que comprende membranas, geomembranas, membranas geotextiles, revestimientos de plástico, cemento o cemento recubierto, o una combinación de los mismos. El medio de coordinación puede recibir información, procesar esa información y activar otros procesos, tales como los medios de aplicación de productos químicos, los medios de succión móviles y los medios de filtración. El medio de aplicación de productos químicos incluye en general inyectores, rociadores,

dispensadores por peso, tuberías o una combinación de los mismos. El medio de propulsión impulsa el medio de succión móvil e incluye normalmente un sistema de raíles, un sistema de cables, un sistema autopropulsado, un sistema robótico, un sistema guiado desde una distancia, un bote con un motor, un dispositivo flotante con un motor o una combinación de los mismos. El medio de filtración incluye un filtro de cartucho, filtro de arena, microfiltro, ultrafiltro, nanofiltro o una combinación de los mismos y está conectado generalmente con el medio de succión móvil mediante un conducto de recogida que comprende un manguito flexible, un manguito rígido, una tubería o una combinación de los mismos.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra el tratamiento de agua en una realización de la invención.

La Figura 2 muestra una vista desde arriba de la estructura de contención de agua, tal como una laguna, en una realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

Definiciones

A la luz de la presente divulgación, los siguientes términos o frases deben entenderse con los significados descritos a continuación.

Los términos “contenedor” o “medio de contención” se usan de manera genérica en el presente documento para describir cualquier cuerpo de agua grande artificial, incluyendo lagunas artificiales, lagos artificiales, estanques artificiales, piscinas y similares.

El término “medio de coordinación” se usa de manera genérica en el presente documento para describir un sistema automatizado que puede recibir información, procesarla y tomar una decisión según la misma. Es un ordenador conectado a sensores.

El término “medio de aplicación de productos químicos” se usa de manera genérica en el presente documento para describir un sistema que aplica productos químicos al agua.

El término “medio de succión móvil” se usa de manera genérica en el presente documento para describir un dispositivo de succión que puede desplazarse por la superficie del fondo del medio de contención y succionar el material sedimentado.

El término “medio de propulsión” se usa de manera genérica en el presente documento para describir un dispositivo de propulsión que proporciona movimiento, o bien empujando o bien tirando de otro dispositivo.

El término “medio de filtración” se usa de manera genérica en el presente documento para describir un sistema de filtración, abarcando terminología tal como filtro, rejilla, separador y similares.

Tal como se usa en el presente documento, los tipos generales de agua y su respectiva concentración (en mg/l) de sólidos disueltos totales (SDT) son de agua dulce, siendo  $SDT \leq 1.500$ ; agua salobre, siendo  $1.500 \leq SDT \leq 10.000$ ; y agua de mar, con  $SDT > 10.000$ .

Tal como se usa en el presente documento, el término “calidad del agua microbiológica alta” comprende un recuento de bacterias aeróbicas preferido de menos de 200 UFC/ml, más preferiblemente de menos de 100 UFC/ml y lo más preferiblemente de menos de 50 UFC/ml.

Tal como se usa en el presente documento, el término “alta claridad” comprende un nivel de turbidez preferido de menos de 10 unidades de turbidez nefelométrica (NTU), más preferiblemente de menos de 7 NTU y lo más preferiblemente de menos de 5 NTU.

Tal como se usa en el presente documento, el término “niveles de suciedad bajos” comprende un índice SDI preferido de menos de 6, más preferiblemente de menos de 5 y lo más preferiblemente de menos de 4.

Tal como se usa en el presente documento, el término “pequeña fracción” correspondiente al volumen de agua filtrado comprende un flujo de hasta 200 veces menos que el flujo filtrado en sistemas de filtración de tratamiento de agua configurados tradicionalmente.

Tal como se usa en el presente documento, el término “sistemas de filtración de tratamiento de agua tradicional” o “sistema de filtración de tratamiento de agua convencional” comprende un sistema de filtración que filtra todo el volumen de agua que debía tratarse, desde 1 hasta 6 veces al día.

Modos para llevar a cabo la invención

La presente invención se refiere a un aparato para tratar agua a bajo coste. El aparato de la invención purifica el agua y elimina los sólidos suspendidos del agua sin la necesidad de filtrar la totalidad del volumen de agua. La presente invención filtra solo una pequeña fracción de todo el volumen de agua, correspondiendo a un flujo hasta 200 veces menor que para los métodos de tratamiento de agua tradicionales. El agua tratada producida mediante los aparatos de la invención se usa para fines industriales, tal como una materia prima en propósitos industriales. El aparato de la invención también puede usarse para tratar residuos líquidos industriales con el fin de hacer que los residuos líquidos sean adecuados para infiltración, irrigación u otros propósitos.

El agua tratada mediante un aparato de la invención puede ser agua dulce, agua salobre o agua de mar. El aparato incluye un medio de coordinación que permite la activación oportuna de los procesos requeridos para ajustar los parámetros controlados dentro de los límites especificados por el operario. La presente invención usa mucho menos productos químicos que los sistemas de tratamiento de agua tradicionales, dado que aplica los productos químicos según las necesidades de los sistemas usando un algoritmo que depende de la temperatura del agua, evitando así tener que mantener concentraciones permanentes de productos químicos en el agua, que dan como resultado costes de funcionamiento mayores.

Un aparato de la invención incluye generalmente al menos un medio de contención, al menos un medio de coordinación, al menos un medio de aplicación de productos químicos, al menos un medio de succión móvil y al menos un medio de filtración. La Figura 1 ilustra una realización de un sistema que forma parte de un aparato de la invención. El sistema incluye un medio de contención (8). El medio de contención tiene un volumen de al menos 15.000 m<sup>3</sup>, o alternativamente, al menos 50.000 m<sup>3</sup>. Se contempla que el contenedor o medio de contención pueda tener un volumen de 1 millón de m<sup>3</sup>, 50 millones de m<sup>3</sup>, 500 millones de m<sup>3</sup>, o más.

El medio de contención (8) tiene un fondo que puede recibir bacterias, algas, sólidos suspendidos, metales y otras partículas que sedimentan del agua. En una realización, el medio de contención (8) incluye un medio de recepción (17) para recibir las partículas sedimentadas o materiales del agua que está tratándose. Un medio de recepción (17) se fija al fondo del medio de contención (8) y preferiblemente se construye de un material no poroso que puede limpiarse. El fondo del medio de contención (8) está cubierto generalmente con el material no poroso, permitiendo que el medio de succión móvil (5) se desplace por toda la superficie inferior del medio de contención (8) y succione las partículas sedimentadas producidas mediante cualquiera de los procesos dados a conocer en el presente documento. Los materiales no porosos pueden ser membranas, geomembranas, membranas geotextiles, revestimientos de plástico, cemento, cemento recubierto o combinaciones de los mismos. En una realización preferida de la invención, el fondo del medio de contención (8) está cubierto con revestimientos de plástico.

El medio de contención (8) puede incluir un conducto de entrada (7) para alimentar agua al medio de contención (8). El conducto de entrada (7) permite el rellenado del medio de contención (8) debido a la evaporación, el consumo de agua debido a la utilización en un proceso industrial, y otras pérdidas de agua.

El aparato incluye al menos un medio de coordinación (1) que controla los procesos necesarios dependiendo de las necesidades del sistema (por ejemplo, la calidad o pureza del agua). Tales procesos incluyen la activación (13) de un medio de aplicación de productos químicos (4) y la activación (11) de un medio de succión móvil (5). El medio de coordinación (1) puede variar el flujo de agua tratada al proceso industrial (2) basándose en información (12) tal como el rendimiento o la tasa de producción. El medio de control también puede recibir información (9) sobre el conducto de entrada (7), así como recibir información (10) sobre la calidad del agua y el grosor de material sedimentado en el fondo del medio de contención (8).

El medio de coordinación (1) permite la adición de productos químicos al medio de contención (8) solo cuando se necesitan realmente, evitando la necesidad de mantener una concentración permanente en el agua aplicando un algoritmo que depende de la temperatura del agua. Por tanto, puede haber una reducción considerable en la cantidad de productos químicos usados, de hasta 100 veces en comparación con los protocolos de tratamiento de agua convencionales, lo que reduce los costes de funcionamiento. El medio de coordinación (1) recibe información (10) con respecto a los parámetros de calidad del agua que se controlan, y activa de manera oportuna los procesos necesarios para ajustar dichos parámetros de calidad dentro de sus respectivos límites. La información (10) recibida mediante medios de coordinación (1) puede obtenerse mediante inspección visual, métodos empíricos, algoritmos basados en la experiencia, mediante detectores electrónicos, o combinaciones de los mismos. El medio de coordinación (1) comprende dispositivos electrónicos, cualquier medio que pueda recibir información, procesar esa información y activar otros procesos, y esto incluye combinaciones de los mismos. El medio controlador es un dispositivo informático, tal como un ordenador personal. El medio de coordinación (1) también puede incluir sensores utilizados para recibir información (10) relativa a los parámetros de calidad del agua.

El medio de aplicación de productos químicos (4) se activa mediante el medio de coordinación (1) y aplica o dispensa productos químicos (14) al agua. Los medios de aplicación de productos químicos (4) incluyen, pero no se limitan a, inyectoras, rociadores, dispensadores por peso, tuberías y combinaciones de los mismos.

- 5 El medio de succión móvil (5) se mueve a lo largo del fondo del medio de contención (8), succionando agua que contiene partículas sedimentadas y materiales producidos mediante cualquier de los procesos dados a conocer en el presente documento. Un medio de propulsión (6) está acoplado al medio de succión móvil (5), permitiendo que el medio de succión móvil (5) se desplace por el fondo del medio de contención (8). El medio de propulsión (6) impulsa el medio de succión móvil (5) usando un sistema seleccionado de un sistema de raíles, un sistema de cables, un sistema autopropulsado, un sistema robótico, un sistema guiado desde una distancia, un bote con un motor o un dispositivo flotante con un motor, o combinaciones de los mismos. En una realización preferida de la invención, el medio de propulsión es un bote con un motor.
- 10 El agua succionada mediante el medio de succión móvil (5) se envía a un medio de filtración (3). El medio de filtración (3) recibe el flujo de agua succionada mediante el medio de succión móvil (5) y filtra el agua succionada que contiene las partículas sedimentadas y materiales, eliminando así la necesidad de filtrar la totalidad del volumen de agua (por ejemplo, filtrando solo una pequeña fracción). El medio de filtración (3) incluye, pero no se limita a, filtros de cartucho, filtros de arena, microfiltros, nanofiltros, ultrafiltros y combinaciones de los mismos. El agua succionada puede enviarse al medio de filtración (3) mediante un conducto de recogida (15) conectado al medio de succión móvil (5). El conducto de recogida (15) puede seleccionarse de manguitos flexibles, manguito rígidos, tuberías de cualquier material y combinaciones de los mismos. El sistema incluye un conducto de retorno (16) desde los medios de filtración (3) de vuelta al medio de contención (8) para devolver el agua filtrada.
- 15 El sistema incluye un conducto de salida de agua (18) que proporciona agua tratada desde el medio de contención (8) al proceso industrial (2). Los ejemplos del proceso industrial incluyen, pero no se limitan a, ósmosis inversa, desalación, evaporación, purificación, cultivo de algas, un proceso de acuicultura, un proceso de minería y combinaciones de los mismos. El proceso industrial puede usar el agua tratada como materia prima (21) para sus procesos, o puede aplicar el método con el fin de tratar el agua residual (22) para diferentes propósitos, tales como propósitos de mantenimiento, propósitos de irrigación, infiltración o descarga, entre otros. Los límites de parámetro predeterminados dependen de los requisitos del proceso industrial (2). El proceso industrial (2) puede a su vez modificar los límites (12) con el fin de ajustarlos a sus procesos.
- 20 La Figura 2 muestra una vista desde arriba de un sistema compuesto por un aparato de la invención. El medio de contención (8) puede incluir un sistema de tuberías de alimentación (7) que permite rellenar el medio de contención (8) debido a la evaporación, el consumo de agua en un proceso industrial u otra pérdida de agua del medio de contención (8). El medio de contención (8) también puede incluir inyectores (19) dispuestos a lo largo del perímetro del medio de contención (8) para aplicar o dispensar productos químicos al agua. El medio de contención (8) también puede incluir colectores de flotación (20) para eliminar aceites y partículas superficiales.
- 25 Un aparato de la invención incluye los siguientes elementos:
- 30 - al menos un conducto de alimentación de agua (7) a al menos un medio de contención (8);
  - 35 - al menos un medio de contención (8), teniendo el medio de contención un volumen de al menos 15.000 m<sup>3</sup>, que comprende un medio de recepción para las partículas sedimentadas (17) y estando fijado el medio de recepción al fondo del medio de contención y estando construido de un material no poroso que puede limpiarse, de modo que el fondo del medio de contención está cubierto con el material no poroso permitiendo que el medio de succión móvil se desplace por toda la superficie inferior del medio de contención y succione las partículas sedimentadas;
  - 40 - al menos un medio de coordinación (1), comprendiendo el medio de coordinación dispositivos electrónicos que están configurados para recibir información relativa a parámetros de calidad del agua, procesar esa información y activar medios de aplicación de productos químicos y medios de succión móviles para ajustar parámetros del agua dentro de los límites especificados por el medio de coordinación;
  - 45 - al menos un medio de aplicación de productos químicos (4), que se activa mediante dicho al menos un medio de coordinación
  - 50 - al menos un medio de succión móvil (5), que se mueve por el fondo de dicho al menos un medio de contención succionando el flujo de agua que contiene las partículas sedimentadas producidas mediante cualquiera de los procesos dados a conocer en el presente documento;
  - 55 - al menos un medio de propulsión (6) que proporciona movimiento a dicho al menos un medio de succión móvil de modo que puede moverse por el fondo de dicho al menos un medio de contención;
  - 60 - al menos un medio de filtración (3) que filtra el flujo de agua que contiene las partículas sedimentadas, por tanto no necesitando filtrar la totalidad del volumen de agua, sino filtrar solo una pequeña fracción;
  - 65 - al menos un conducto de recogida (15) acoplado entre dicho al menos un medio de succión móvil y dicho al menos un medio de filtración;

- al menos un conducto de retorno (16) desde dicho al menos un medio de filtración a dicho al menos un medio de contención; y

5 - al menos un conducto de salida de agua (18) desde dicho al menos un medio de contención al proceso industrial aguas abajo.

El medio de coordinación está configurado para variar el flujo de agua tratada al proceso industrial aguas abajo basándose en información (12) tal como el rendimiento o la tasa de producción.

10 Este mismo sistema como parte de un aparato permite la eliminación de otros compuestos que son susceptibles de sedimentar mediante la adición de un agente químico, dado que el medio de succión móvil (5) succionará todas las partículas sedimentadas del fondo del medio de contención (8).

15 Un método llevado a cabo usando los aparatos de la invención para tratar agua puede realizarse a costes bajos en comparación con sistemas de tratamiento de agua tradicionales, ya que la presente invención usa menos productos químicos y consume menos energía que los sistemas de tratamiento de agua tradicionales. En un aspecto, el presente método usa significativamente menos productos químicos en comparación con sistemas de tratamiento de agua tradicionales, porque aplica un algoritmo que permite mantener un ORP de al menos 500 mV durante un cierto periodo de tiempo dependiendo de la temperatura del agua, lo que mantiene agua que tiene alta calidad microbiológica según las necesidades del proceso en el que se usará el agua. El presente método se lleva a cabo en un sistema descrito en el presente documento que incluye un medio de coordinación (1). El medio de coordinación determina cuándo aplicar los productos químicos al agua con el fin de ajustar los parámetros controlados dentro de sus límites, basándose en la información recibida del sistema. Dado que se usa un medio de coordinación, los productos químicos se aplican solo cuando son necesarios, evitando la necesidad de mantener una concentración permanente de los productos químicos en el agua. Por tanto, hay una reducción considerable de la cantidad de productos químicos, de hasta 100 veces menos que en los sistemas de tratamiento de agua tradicionales, lo que reduce los costes de funcionamiento y de mantenimiento.

30 El aparato de la invención filtra solo una pequeña fracción del volumen total de agua dentro de un periodo de tiempo particular en comparación con los sistemas de filtración de tratamiento de agua convencionales que filtran un volumen de agua mucho mayor en el mismo periodo de tiempo. En una realización, la pequeña fracción del volumen total de agua es hasta 200 veces menor que el flujo procesado en los sistemas de filtración centralizados configurados de manera tradicional, que filtran la totalidad del volumen de agua dentro del mismo periodo de tiempo. El medio de filtración en el aparato de la invención funciona en periodos de tiempo más cortos debido a las órdenes recibidas del medio de coordinación, por tanto el medio de filtración tiene una capacidad muy pequeña, y costes de capital y un consumo de energía hasta 50 veces menores en comparación con la unidad de filtración centralizada requerida en el procesamiento de agua con métodos tradicionales.

40 El aparato de la invención permite el tratamiento de agua a costes bajos. El aparato elimina metales, bacterias, algas y similares del agua y proporciona agua tratada que tiene niveles de suciedad bajos, medidos como el índice de densidad de sedimentos (SDI). Por tanto, el aparato proporciona agua de alta calidad microbiológica y claridad que puede usarse para fines industriales. En una realización, el aparato de la invención puede tratar agua que se usará como materia prima en propósitos industriales. El aparato también puede usarse para tratar residuos líquidos industriales para infiltración, irrigación u otros propósitos usando menos productos químicos que los sistemas de tratamiento de agua convencionales y sin filtrar todo el volumen de agua como en los sistemas de tratamiento de agua convencionales.

Un método llevado a cabo usando los aparatos de la invención puede incluir las siguientes fases:

- 50 a. recoger agua (7) con una concentración de sólidos disueltos totales (SDT) de hasta 60.000 ppm;
- b. almacenar dicha agua en al menos un medio de contención (8), teniendo dicho medio de contención un fondo (17) que puede limpiarse meticulosamente mediante un medio de succión móvil;
- 55 c. dentro de periodos de 7 días:
- i. para temperaturas de agua de hasta 35 grados Celsius, mantener un ORP de dicha agua de al menos 500 mV durante un periodo mínimo de 1 hora por cada grado Celsius de temperatura del agua, añadiendo agentes desinfectantes al agua;
- 60 ii. para temperaturas del agua mayores de 35 grados Celsius y hasta 69 grados Celsius, mantener un ORP de dicha agua de al menos 500 mV durante un periodo mínimo de horas añadiendo agentes desinfectantes al agua, calculándose el periodo mínimo de horas mediante la siguiente ecuación:

65 
$$[35 \text{ horas}] - [\text{Temperatura del agua en grados Celsius} - 35] = \text{periodo mínimo de horas; y}$$

- iii. para temperaturas del agua de 70 grados Celsius o más, mantener un ORP de dicha agua de al menos 500 mV durante un periodo mínimo de 1 hora.
- 5 d. activar los siguientes procesos a través de un medio de coordinación (1), eliminando los procesos los sólidos suspendidos filtrando solo una pequeña fracción del volumen de agua total, reemplazando así los tratamientos de agua convencionales que filtran la totalidad del volumen de agua:
  - 10 i. aplicar agentes oxidantes para evitar que las concentraciones de hierro y de manganeso superen 1 ppm;
  - ii. aplicar coagulantes, floculantes, o una mezcla de los mismos para evitar que la turbidez supere 5 NTU;
  - 15 iii. succionar el flujo de agua que contiene las partículas sedimentadas, producidas mediante los procesos previos, con un medio de succión móvil (5) para evitar que el grosor del material sedimentado supere 100 mm en promedio;
  - 20 iv. filtrar el flujo succionado mediante el medio de succión móvil (5), con al menos un medio de filtración (3); y
  - v. devolver el agua filtrada a dicho al menos un medio de contención (8);
- 25 e. utilizar dicha agua tratada en un proceso aguas abajo.

El agua tratada mediante tal método puede proporcionarse mediante una fuente de agua natural, tal como océanos, agua subterránea, lagos, ríos, agua tratada o combinaciones de los mismos. El agua también puede proporcionarse mediante un proceso industrial en el que residuos líquidos del proceso industrial se tratan según el método de la invención de modo que los residuos líquidos tratados pueden usarse para infiltración, irrigación u otros propósitos.

Se aplican agentes desinfectantes al agua mediante un medio de aplicación de productos químicos (4), con el fin de mantener un nivel de ORP de al menos 500 mV durante un periodo mínimo de tiempo según la temperatura del agua, dentro de periodos de 7 días cada vez. Los agentes desinfectantes incluyen, pero no se limitan a, ozono, productos de biguanida, agentes alguicidas y antibacterianos tales como productos de cobre; sales de hierro; alcoholes; cloro y compuestos de cloro; peróxidos; compuestos fenólicos; yodóforos; aminas cuaternarias (poliquats) en general, tal como cloruro de benzalconio y S-triazina; ácido peracético; compuestos a base de halógeno; compuestos a base de bromo, y combinaciones de los mismos.

Si la temperatura del agua es de hasta 35 grados Celsius, se mantiene un nivel de ORP de al menos 500 mV durante un periodo mínimo de 1 hora por cada grado Celsius de temperatura del agua. Por ejemplo, si la temperatura del agua es de 25 grados Celsius, se mantiene un nivel de ORP de al menos 500 mV durante un periodo mínimo de 25 horas, que puede distribuirse a lo largo del periodo de 7 días.

Si la temperatura del agua es mayor de 35 grados Celsius y hasta 69 grados Celsius, se mantiene un nivel de ORP de al menos 500 mV durante un periodo mínimo de horas, que se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$[35 \text{ horas}] - [\text{Temperatura del agua en grados Celsius} - 35] = \text{periodo mínimo de horas.}$$

Por ejemplo, si la temperatura del agua es de 50 grados Celsius, se mantiene un nivel de ORP de al menos 500 mV durante un periodo mínimo de 20 horas  $([35] - [50 - 35])$ , que puede distribuirse a lo largo del periodo de 7 días.

Finalmente, si la temperatura del agua es de 70 grados Celsius o más, se mantiene un nivel de ORP de al menos 500 mV durante un periodo mínimo de 1 hora.

Se aplican o se dispersan agentes oxidantes al agua para mantener y/o impedir que las concentraciones de hierro y de manganeso superen 1 ppm. Los agentes oxidantes adecuados incluyen, pero no se limitan a, sales de permanganato; peróxidos; ozono; persulfato de sodio; persulfato de potasio; oxidantes producidos mediante métodos electrolíticos, compuestos a base de halógeno, y combinaciones de los mismos. Generalmente, los agentes oxidantes se aplican o dispersan al agua mediante un medio de aplicación de productos químicos (4).

Se aplica o se dispersa un agente floculante o coagulante al agua para agregar, aglomerar, coalescer y/o coagular partículas sospechosas en el agua, que entonces sedimentan al fondo del medio de contención (8). Generalmente, los agentes floculantes o coagulantes se aplican o dispersan al agua mediante un medio de aplicación de productos químicos (4). Los agentes floculantes o coagulantes adecuados incluyen, pero no se limitan a, polímeros tales como polímeros catiónicos y polímeros aniónicos; sales de aluminio, tales como clorhidrato de aluminio, alumbre y sulfato de aluminio; quats y poli-quats; óxido de calcio; hidróxido de calcio; sulfato ferroso; cloruro férrico; poli-acrilamida;

aluminato de sodio; silicato de sodio; productos naturales, tales como quitosano, gelatina, goma guar, alginatos, semillas de moringa; derivados de almidón; y combinaciones de los mismos. La fracción de agua en la que se recogen o sedimentan los flóculos es generalmente la capa de agua a lo largo del fondo del contenedor. Los flóculos forman un sedimento en el fondo del medio de contención (8) que puede eliminarse entonces mediante el medio de succión móvil (5) sin requerir que se filtre toda el agua en el medio de contención (8), por ejemplo, solo se filtra una pequeña fracción.

El medio de aplicación de productos químicos (4) y el medio de succión móvil (5) en el aparato de la invención se activan de manera oportuna mediante un medio de coordinación (1), con el fin de ajustar los parámetros controlados dentro de sus límites. El medio de aplicación de productos químicos (4) y el medio de succión móvil (5) se activan según las necesidades del sistema, lo que permite la aplicación de significativamente menos productos químicos en comparación con los sistemas de tratamiento de agua convencionales, y la filtración de una pequeña fracción del volumen total de agua, hasta 200 veces menor, en comparación con los sistemas de filtración de tratamiento de agua convencionales que filtran la totalidad del volumen de agua dentro del mismo periodo de tiempo.

En los aparatos dados a conocer en el presente documento, el medio de coordinación (1) recibe información (10) relativa a los parámetros de calidad del agua dentro de sus respectivos límites. El medio de coordinación (1) también puede recibir información, procesar esa información y activar los procesos requeridos según esta información, incluyendo combinaciones de los mismos. El medio de coordinación es un dispositivo informático, tal como un ordenador personal, conectado a sensores que permiten medir los parámetros y la activación de los procesos según tal información.

El medio de coordinación (1) proporciona información (13) al medio de aplicación de productos químicos (4) sobre la dosificación y la adición de los productos químicos adecuados e instrucciones para activar los medios de aplicación de productos químicos (4) para mantener los parámetros controlados dentro de sus límites. El medio de coordinación (1) también proporciona información (11) para activar el medio de succión móvil (5). El medio de coordinación activa simultáneamente el medio de filtración (3) con el fin de filtrar el flujo succionado mediante el medio de succión móvil (5), filtrando solo una pequeña fracción de todo el volumen de agua. El medio de succión móvil (5) se activa (11) mediante el medio de coordinación (1) para evitar que el grosor del material sedimentado supere 100 mm. Cuando el aparato se usa para producir agua para propósitos de desalación, el medio de succión móvil (5) se activa mediante el medio de coordinación (1) para evitar que el grosor del material sedimentado supere 10 mm. El medio de filtración (3) y el medio de succión móvil (5) funcionan solo según sea necesario para mantener los parámetros del agua con sus límites, por ejemplo, solo unas pocas horas al día, en oposición a los sistemas de filtración convencionales que funcionan sustancialmente de manera continua.

El medio de coordinación también recibe información sobre el agua recogida (9). Cuando la concentración de SDT es menor de o igual a 10.000 ppm, el índice de saturación de Langelier del agua debe ser de menos de 3. Para la presente invención, el índice de saturación de Langelier puede mantenerse por debajo de 2 mediante ajuste de pH, la adición de antiescamantes o un proceso de reblandecimiento de agua. Cuando la concentración de SDT es mayor de 10.000 ppm, el índice de saturación de Stiff y Davis debe ser de menos de 3. Para la presente invención, el índice de saturación de Stiff y Davis también puede mantenerse por debajo de 2 mediante el ajuste de pH, la adición de antiescamantes o un proceso de reblandecimiento de agua. Los antiescamantes que pueden usarse para mantener el índice de saturación de Langelier o el índice de saturación de Stiff y Davis incluyen, pero no se limitan a, compuestos a base de fosfonato, tales como ácido fosfónico, PBTC (ácido fosfobutanotricarboxílico), cromatos, polifosfatos de cinc, nitritos, silicatos, sustancias orgánicas, sosa cáustica, polímeros a base de ácido málico, poliácido de sodio, sales de sodio del ácido etilendiaminotetraacético, inhibidores de la corrosión tales como benzotriazol, y combinaciones de los mismos.

Un método llevado a cabo usando los aparatos de la invención puede incluir opcionalmente una etapa de decoloración. Una etapa de decoloración de este tipo es deseable si se detecta en el agua una cantidad de cloro residual que pueda interferir con el proceso industrial. La decoloración puede llevarse a cabo añadiendo productos químicos que incluyen, pero no se limitan a, agentes reductores tales como bisulfito de sodio o metabisulfito de sodio, usando un filtro de carbono activo, o una combinación de los mismos.

## Ejemplos

### Ejemplo 1

El aparato de la presente invención puede usarse como fase de pretratamiento para procesos de desalación de agua de mar por ósmosis inversa.

Se recogió agua de mar del océano, que tenía una concentración de sólidos disueltos totales de aproximadamente 35.000 ppm, en un medio de contención según la invención. El contenedor tenía un volumen de aproximadamente 45.000 m<sup>3</sup>, con un área de 22.000 m<sup>2</sup>.

La temperatura del agua en el medio de contención se midió en abril y tenía una temperatura de aproximadamente 18°C. Tal como se describe en el presente documento, si la temperatura del agua es de 35°C o menos, entonces se mantiene un nivel de ORP de al menos 500 mV durante un periodo mínimo de 1 hora para cada °C de temperatura del agua. Utilizando este algoritmo, se mantuvo un ORP de al menos 500 mV durante (18x1) 18 horas durante la semana. La distribución era de 9 horas el lunes y 9 horas el jueves, lo que sumaba las 18 horas totales. Para mantener el ORP durante un periodo de 9 horas, se añadió hipoclorito de sodio al agua con el fin de alcanzar una concentración de 0,16 ppm en el agua.

No fue necesario realizar un proceso de oxidación adicional para ajustar los niveles de hierro y de manganeso dado que el hipoclorito de sodio tenía un potencial redox suficiente para oxidar el hierro y el magnesio. Se inyectó Crystal Clear®, un floculante, como floculante antes de que la turbidez alcanzase un valor de 5 NTU, a concentraciones de 0,08 ppm cada 24 horas.

Tras permitir que las bacterias, los metales, las algas y otros sólidos sedimentasen, se activó un medio de succión móvil antes de que el grosor de la capa de material sedimentado alcanzase los 10 mm. El material sedimentado, que era el producto de los procesos del método, se succionó mediante un medio de succión móvil que se movió a lo largo del fondo del contenedor. El agua succionada que contenía las partículas sedimentadas se bombeó entonces a un filtro a través de un manguito flexible, en el que se filtró a una velocidad de 21 l/s.

Tras el tratamiento, el agua tenía un pH de 7,96, una turbidez de 0,2 NTU, un índice de densidad de sedimentos de 4, una concentración de hierro de menos de 0,04 ppm y una concentración de manganeso de menos de 0,01 ppm.

El pretratamiento de agua para procesos de desalación de agua de mar por ósmosis inversa es importante ya que los procesos de desalación por ósmosis inversa requieren agua de alta calidad para evitar el atascamiento y la incrustación de las membranas. La columna 2 en la tabla 1 a continuación muestra los parámetros de calidad del agua requeridos por los fabricantes de membranas. La columna 3 en la tabla 1 muestra los valores para el agua tratada obtenida mediante el método y demuestra que el valor para cada parámetro está dentro del intervalo requerido por los fabricantes de membranas.

Tabla 1

Parámetros	Valor requerido por los fabricantes de membranas	Valor obtenido usando la presente invención
SDI	<4	3,8
Turbidez (NTU)	<1	0,2
SDT (mg/l)	variable	35.000
pH	~8	7,96
Hierro (mg/l)	<0,05	0,04
Manganeso (mg/l)	<0,05	<0,01

La cantidad de productos químicos aplicados según la invención para proporcionar el agua tratada era significativamente menor que para tecnologías de pretratamiento convencionales. Los requisitos de energía también eran menores en comparación con tecnologías de pretratamiento convencionales ya que la presente invención solo filtra una pequeña cantidad del volumen total de agua dentro de un periodo de tiempo dado y no requiere microfiltración, ultrafiltración o nanofiltración, que tienen consumos de energía muy altos.

**Ejemplo 2**

El aparato de la presente invención puede usarse para tratar agua para su uso en la industria de la acuicultura, incluyendo el uso como agua de acondicionamiento para la inoculación de microalgas.

Un tanque de 1 hectárea de superficie y un profundidad de 1,5 metros se usa como medio de contención para el agua. El agua se trata en primer lugar en el tanque y entonces se envía a los estanques de pista, en los que están cultivándose las microalgas.

**Ejemplo 3**

El aparato de la presente invención puede usarse para tratar y mantener agua para la industria del agua potable.

Se recogió agua de agua de deshielo u otras fuentes de agua naturales que tienen las propiedades de agua potable requeridas. El agua recogida se mantuvo dentro de un medio de contención que tenía un fondo que puede limpiarse meticulosamente según el método de la invención. Dado que el agua cumplía con los requisitos del agua potable, no



hubo necesidad de aplicar un tratamiento posterior en una planta de agua potable, reduciendo así la cantidad de subproducto producido mediante una planta de este tipo.

5 La temperatura del agua en el medio de contención era de 12°C. Se mantuvo un ORP de al menos 500 mV durante (12x1) 12 horas dentro de un periodo de 7 días. Se mantuvo un ORP de 600 mV durante 6 horas el martes y durante 6 horas el viernes, completando así las 12 horas necesarias. Para mantener tal ORP, se añadió bromuro de sodio al agua con el fin de alcanzar una concentración de 0,134 ppm en el agua. No fue necesaria una etapa de oxidación adicional, ya que el bromuro de sodio tenía un potencial redox suficiente para oxidar el hierro y el magnesio. Antes de que la turbidez alcanzase un valor de 5 NTU, se inyectó Crystal Clear®, un floculante, en el agua con el fin de obtener una concentración de 0,08 ppm en el agua. La adición del floculante se repitió cada 48 horas.

El aparato de la invención minimizó los subproductos y proporcionó agua que tiene los siguientes productos de desinfección secundarios:

15 Tabla 2

Producto	Unidad	Valor obtenido usando la presente invención	2005 NCh 409 oficial
Monocloraminas	mg/l	<0,1	3
Dibromoclorometano	mg/l	<0,005	0,1
Diclorobromometano	mg/l	No detectado	0,06
Tribromometano	mg/l	0,037	0,1
Triclorometano	mg/l	No detectado	0,2
Trihalometanos	mg/l	<1	1

Los datos en la tabla 2 muestran que el agua mantenida mediante los aparatos de la invención tenía propiedades de agua potable y no tenía que someterse a tratamiento en una planta de agua potable.

20 **Ejemplo 4**

El aparato de la presente invención puede usarse para industrias del agua residual.

25 Se mantuvo agua residual en un tanque que tenía un fondo cubierto con un revestimiento de plástico, con el fin de evitar la fuga y permitir una sección meticulosa del material sedimentado mediante el dispositivo de succión móvil que se movía por el fondo del tanque.

30 Como agente desinfectante se añadió hipoclorito de sodio al agua con el fin de alcanzar una concentración de 0,16 ppm. No fue necesaria una etapa de oxidación adicional ya que el hipoclorito de sodio tenía un potencial redox suficiente para oxidar el hierro y el magnesio. Se inyectó Crystal Clear®, un floculante, en el agua ya que el agua tenía un alto nivel de turbidez de 25 NTU antes del primer tratamiento. El floculante se inyectó en el agua hasta que se alcanzó una concentración de 0,09 ppm en el tanque. La adición de floculante se repitió cada 24 horas.

35 Se activó un carro de succión mediante el medio de coordinación con el fin de succionar el material sedimentado en el fondo del tanque. El carro de succión funcionó durante 12 horas el primer día. Tras el primer día, el carro de succión solo funcionaba 8 horas al día.

40 La calidad del agua antes y después del tratamiento según los aparatos de la invención se muestra a continuación en la tabla 3.

Tabla 3

Parámetro	Unida	Valor antes del tratamiento	Valores tras el tratamiento
Turbidez	NTU	25	0,8
Olor	-	Perceptible, desagradable	Inodoro
Color	-	Marrón claro	Incoloro – alta claridad
Espuma, grasa y partículas suspendidas	-	Alguna espuma suspendida	Sin espuma ni aceites suspendidos

**Ejemplo 5**

5 El aparato de la presente invención puede usarse para tratar y mantener agua en estaciones de bombeo usadas para muchos propósitos, tales como propósitos de minería. Un tanque de almacenamiento intermedio en una estación de bombeo contiene agua de mar en el caso de que las tuberías o los sistemas de bombeo se dañen o experimenten otros problemas. El agua almacenada dentro del tanque empieza a deteriorarse tras una duración de tiempo y las microalgas y otros microorganismos que deben crecer empiezan a crecer en el tanque creando una bioincrustación que se adhiere a las paredes del tanque y las tuberías, reduciendo el área transversal y generando  
10 diversos problemas que afectan al flujo de agua en el tanque y las tuberías. El método de la presente invención se aplica al tanque de almacenamiento intermedio, tratando el agua almacenada en el tanque de almacenamiento intermedio y manteniendo el agua minimizando la bioincrustación a costes bajos.

**Ejemplo 6**

15 El aparato de la presente invención puede usarse para tratar residuos líquidos industriales que se producen como subproductos de diversos procesos. Como producto de un proceso de minería se genera un residuo líquido industrial. El residuo líquido se trata en una planta que comprende un proceso de sedimentación, filtros de arena, filtros de carbono, ultrafiltración y ósmosis inversa. Mediante este tratamiento se crean dos productos, un permeado y productos rechazados. El permeado se usa entonces con fines de irrigación, y los productos rechazados/el agua se envía a una planta de flotación por aire disuelto (FAD) que reduce el contenido en azufre del agua desde  
20 500 ppm hasta 1 ppm. Tras el tratamiento de FAD, el agua se envía a estanques de evaporación.

25 Surgió un problema en una planta de FAD en la que agua con un alto contenido en azufre estaba alcanzando los estanques de evaporación, haciendo que los estanques tuviesen un olor desagradable debido al sulfuro de hidrógeno en el agua. El sulfuro de hidrógeno a concentraciones de menos de 1 ppm es perceptible como un olor a huevo podrido, desagradable para los vecinos locales del estanque de evaporación. El aparato de la presente invención se aplicó a los estanques de evaporación con el fin de reducir el olor desconocido producido por el sulfuro de hidrógeno, aplicando bromuro de sodio como oxidante con el fin de alcanzar una concentración de 0,134 ppm en  
30 el agua y mantener un nivel de ORP de 600 mV durante un periodo de 20 horas dentro de la semana.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Aparato para tratar agua a bajo coste para su uso como materia prima en al menos un proceso industrial aguas abajo, que elimina los sólidos suspendidos en el agua filtrando una pequeña fracción del volumen total de agua, comprendiendo el aparato:
- al menos un conducto de alimentación (7) de agua a al menos un medio de contención (8);
  - 10 - al menos un medio de contención (8), teniendo el medio de contención un volumen de al menos 15.000 m<sup>3</sup>, que comprende un medio de recepción para partículas sedimentadas, y estando fijado el medio de recepción al fondo del medio de contención y estando construido de un material no poroso que puede limpiarse, de modo que el fondo del medio de contención está cubierto con el material no poroso permitiendo que el medio de succión móvil se desplace por toda la superficie inferior del medio de contención y succione las partículas sedimentadas;
  - 15 - al menos un medio de coordinación (1), comprendiendo el medio de coordinación (1) dispositivos electrónicos que están configurados para recibir información relativa a parámetros de calidad del agua, procesar esa información y activar medios de aplicación de productos químicos y medios de succión móviles para ajustar parámetros del agua dentro de los límites especificados por el medio de coordinación;
  - 20 - al menos un medio de aplicación de productos químicos (4), que se activa mediante dicho al menos un medio de coordinación (1);
  - 25 - al menos un medio de succión móvil (5), que se mueve por el fondo (17) de dicho al menos un medio de contención (8) succionando el flujo de agua que contiene las partículas sedimentadas;
  - al menos un medio de propulsión (6) que proporciona movimiento a dicho al menos un medio de succión móvil (5) de modo que puede moverse por el fondo (17) de dicho al menos un medio de contención (8);
  - 30 - al menos un medio de filtración (3) que filtra el flujo de agua que contiene las partículas sedimentadas;
  - al menos un conducto de recogida (15) acoplado entre dicho al menos un medio de succión móvil (5) y dicho al menos un medio de filtración (3);
  - 35 - al menos un conducto de retorno (16) desde dicho al menos un medio de filtración (3) a dicho al menos un medio de contención (8); y
  - al menos un conducto de salida de agua (18) desde dicho al menos un medio de contención (8) al al menos un proceso industrial aguas abajo;
  - 40
- en el que el medio de coordinación está configurado para variar el flujo de agua tratada al proceso industrial aguas abajo basándose en información (12) tal como el rendimiento o la tasa de producción.
- 45 2.- Aparato para tratar agua a bajo coste según la reivindicación 1, en el que el medio de recepción está cubierto con un material que comprende membranas, geomembranas, membranas geotextiles, revestimientos de plástico, cemento o cemento recubierto, o una combinación de los mismos.
- 50 3.- Aparato para tratar agua a bajo coste según cualquier reivindicación anterior, en el que el medio de coordinación (1) puede recibir información, procesar esa información y activar otros procesos.
- 55 4.- Aparato para tratar agua a bajo coste según cualquier reivindicación anterior, en el que el medio de aplicación de productos químicos (4) comprende inyectores, rociadores, dispensadores por peso, tuberías o una combinación de los mismos.
- 60 5.- Aparato para tratar agua a bajo coste según cualquier reivindicación anterior, en el que el medio de propulsión (6) impulsa comprende un sistema de raíles, un sistema de cables, un sistema autopropulsado, un sistema robótico, un sistema guiado desde una distancia, un bote con un motor, un dispositivo flotante con un motor o una combinación de los mismos.
- 65 6.- Aparato para tratar agua a bajo coste según cualquier reivindicación anterior, en el que el medio de filtración (3) comprende filtros de cartucho, filtros de arena, microfiltros, ultrafiltros, nanofiltros o una combinación de los mismos.
- 7.- Aparato para tratar agua a bajo coste según cualquier reivindicación anterior, en el que el conducto de recogida (15) comprende un manguito flexible, un manguito rígido, una tubería o una combinación de los mismos.

Figura 1

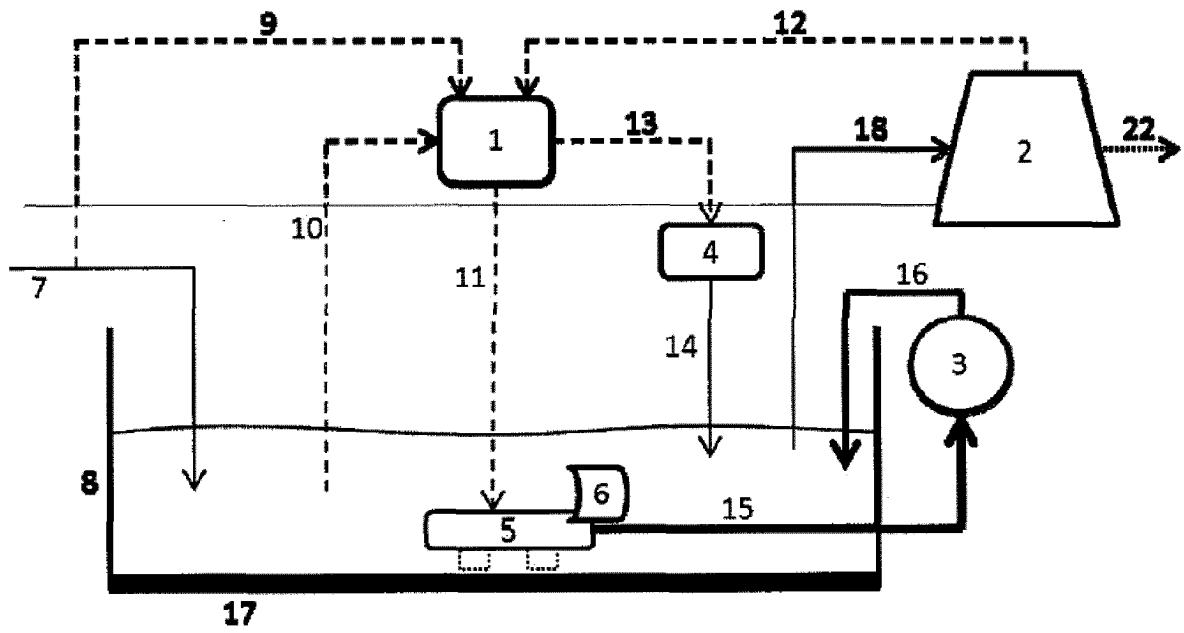


Figura 2

