

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 484 115**

51 Int. Cl.:

C02F 1/44 (2006.01)

B01D 61/16 (2006.01)

B01D 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2006 E 06793809 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.04.2014 EP 1928791**

54 Título: **Procedimiento de tratamiento de aguas que comprende una etapa de decantación rápida seguida de una etapa de filtración directamente en membranas de micro o de ultra-filtración, y dispositivo correspondiente**

30 Prioridad:

30.09.2005 FR 0510045

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

11.08.2014

73 Titular/es:

**VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES
SUPPORT (100.0%)
1 Place Montgolfier Immeuble L'Aquarène
94410 Saint-Maurice , FR**

72 Inventor/es:

GAID, ABDELKADER

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 484 115 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

Procedimiento de tratamiento de aguas que comprende una etapa de decantación rápida seguida de una etapa de filtración directamente en membranas de micro o de ultra-filtración, y dispositivo correspondiente

5 El campo de la invención es el del tratamiento de aguas. De manera más precisa, la invención se refiere a los procedimientos de tratamiento de aguas que comprenden una etapa de separación líquido-sólido y al menos una etapa de filtración.

La invención se aplica en particular, pero no de manera exclusiva, al pretratamiento de aguas destinadas a experimentar con posterioridad un tratamiento mediante membranas de ósmosis inversa o de nanofiltración.

De manera más general, la invención se aplica en particular:

- 10
- al campo de la reutilización de agua residual para diversos usos (aguas para procesos industriales, agua específica para la industria micro-electrónica, infiltración de capas, agua potable, etc.);
 - a la desalinización de agua de mar o salobre;
 - al tratamiento de las aguas superficiales con gran variación de turbidez y/o de materia orgánica;
- 15
- al tratamiento de las aguas superficiales con gran variación de algas, o de cualquier otra sustancia orgánica o mineral que presente un poder colmatante.

Las aguas superficiales convencionales (agua de río, lago o embalse) se someten a veces a un tratamiento de filtración mediante membranas de nanofiltración para reducir su contenido en pesticidas y otros micro-contaminantes orgánicos que se pueden eliminar mediante la nanofiltración.

20 La nanofiltración también permite eliminar los aniones bivalentes, como los sulfatos, pero también reducir el contenido en otras sales, como los nitratos por ejemplo.

La ósmosis inversa utiliza unas membranas similares a las de la nanofiltración, pero que disponen de un mayor poder de separación. Esta permite eliminar prácticamente todos los contaminantes orgánicos y minerales del agua. La ósmosis inversa se utiliza en particular para la producción de agua para consumo humano o de agua para procesos o para calefacción a partir de agua de mar o de agua salobre.

25 La ósmosis inversa también se utiliza cada vez más a menudo como tratamiento en la reutilización de aguas residuales para producir aguas de proceso tras su paso por una planta de tratamiento de aguas residuales.

30 Las membranas de ósmosis inversa, como las de nanofiltración, son muy sensibles a la colmatación y precisan un pretratamiento del agua para reducir el poder colmatante. El poder colmatante de un agua destinada a la nanofiltración o a la ósmosis inversa se mide a menudo por su *Silt Density Index* (SDI), que los pretratamientos buscan habitualmente limitar al valor más bajo posible, y, en todo caso, a un valor inferior o igual a 4 ($SDI \leq 4$).

En efecto, los valores de SDI elevados, superiores a 4 por ejemplo, conllevan una colmatación demasiado rápida de las membranas de ósmosis inversa o de nanofiltración, que precisan recurrir a frecuentes lavados químicos de las membranas que acortan la vida útil de estas.

35 Los pretratamientos actualmente utilizados aguas arriba de los tratamientos mediante membranas de ósmosis inversa y de nanofiltración asocian habitualmente una separación líquido-sólido a baja velocidad (decantación simple o por láminas, o también flotación, con unas velocidades inferiores a 15 m/h) con una filtración en arena y/o carbón.

Con frecuencia se realiza una coagulación floculación aguas arriba de la separación líquido-sólido.

40 El artículo "Two years of nanofiltration at the Méry-sur-Oise plant, France" (B. Cyna y otros, Desalination, 147, 202, págs. 69-75) describe un procedimiento de pretratamiento aguas arriba de un tratamiento de nanofiltración, comprendiendo el procedimiento de pretratamiento las siguientes etapas: separación líquido-sólido por decantación con flóculos pesados mediante inyección de arena (procedimiento Actiflo), tratamiento con ozono, coagulación, filtro de arena / antracita y microfiltración.

Sin embargo, es difícil de mantener el SDI de las aguas pre-tratadas mediante estas técnicas clásicas de forma continua en un valor inferior o igual a 4, y fluctúa a menudo, de manera difícil de controlar.

45 Además los pretratamientos convencionales precisan unos equipos voluminosos (decantación a menos de 15 m/h, filtración en material granular en una etapa, a veces incluso en dos etapas), y no dan o difícilmente lo hacen de forma continua los valores buscados de SDI inferiores a 4.

La invención tiene, en particular, como objetivo resolver los inconvenientes de la técnica anterior.

50 De manera más precisa, la invención tiene como objetivo ofrecer un procedimiento de tratamiento que permita controlar mejor el índice de colmatación (o SDI) de las aguas tratadas comparado con las soluciones de la técnica anterior, e incluso reducir este índice con respecto al que se obtiene con las técnicas conocidas.

La invención también tiene como objetivo proporcionar un procedimiento que permita reducir el volumen de las instalaciones correspondientes.

La invención también tiene como objetivo proponer un dispositivo de implementación de un procedimiento de acuerdo con la invención.

- 5 Otro objetivo de la invención es proponer un procedimiento y un dispositivo de este tipo que sean de diseño simple y fáciles de implementar.

Estos objetivos, así como otros que aparecerán a continuación, se consiguen por medio de la invención que tiene por objeto un procedimiento de tratamiento de aguas que comprende una etapa de separación líquido-sólido seguido de al menos una etapa de filtración, caracterizado porque dicha etapa de separación líquido-sólido comprende una
10 etapa de decantación realizada a una velocidad superficial superior a 15 m/h, y porque dicha etapa de filtración se realiza directamente mediante al menos una membrana de microfiltración o de ultrafiltración.

Se entiende que, de acuerdo con la invención, el hecho de que la etapa de filtración se realice «directamente» mediante membranas significa que no se realiza ninguna filtración sobre lecho granular inerte aguas arriba de la etapa de ultra- o de microfiltración.

- 15 La invención, por lo tanto, va en contra de un principio del experto en la materia que consiste en considerar que solo se puede conseguir un SDI suficientemente bajo, en un pre-tratamiento, con una decantación lenta, por una parte, y combinando esta decantación con una filtración mediante arena y/o carbón, por otra parte.

Ahora bien, la solicitante ha descubierto que, de manera inesperada, el uso de técnicas rápidas de separación líquido-sólido, realizadas a velocidades superiores a 15 m/h; que puede llegar a más de 30 m/h, e incluso de 90 a
20 200 m/h, seguidas, sin interposición de una filtración previa mediante arena o antracita, de una filtración directa mediante membranas de micro o de ultrafiltración podía permitir, de manera compacta y económica, la obtención de un agua que presenta de forma continua un SDI inferior a 4, que puede incluso descender a unos valores tan bajos como 3 e incluso 2.

La invención resuelve los dos defectos de las técnicas anteriores que constituyen:

- 25 – el defecto de compacidad presentado por la combinación de decantadores que funcionan a velocidades inferiores a 15 m/h con una o varias etapas de filtración mediante material granular (arena, o combinación de arena antracita, habitualmente);
– la dificultad para obtener de manera continua un SDI inferior a 4.

De acuerdo con una primera forma de realización, dicha etapa de separación líquido-sólido se realiza por
30 decantación de flóculo pesado de material granular inerte fino con una densidad superior a la del agua.

En este caso, dicha etapa de decantación de flóculo pesado se realiza de manera preferente por medio de arena fina.

Los ensayos realizados por la solicitante, en efecto, han mostrado que unos SDI inferiores a 4, a menudo incluso inferiores a 2, se obtenían de manera continua para las aguas pretratadas por una primera etapa de separación
35 líquido sólido realizada a más de 15 m/h en unos decantadores de flóculo pesado de lodos del tipo que se describen en los documentos de patentes publicados con los números FR 2 553 082 y US 4 388 195, pero también a más de 30 m/h por flotación y de 30 hasta 90 m/h y más utilizando unos decantadores de flóculo pesado del tipo que se describe en los documentos de patentes publicados con los números FR 2 627 704 y FR 2 719 234, a continuación
40 una segunda etapa de microfiltración (MF) o ultrafiltración (UF) en unos módulos del tipo bajo presión o de tipo sumergido.

De acuerdo con la invención, dicha etapa de separación líquido-sólida se realiza por decantación de flóculo pesado mediante la recirculación de lodos.

De acuerdo con una solución ventajosa, el procedimiento comprende al menos una etapa de descolmatación de dicha o dichas membrana(s), reciclándose las aguas de descolmatación aguas arriba de dicha etapa de separación
45 líquido-sólido.

De acuerdo con una variante considerada, el procedimiento comprende una etapa de inyección en dichas aguas, durante dicha etapa de separación líquido-sólido, de al menos uno de los reactivos pertenecientes al siguiente grupo:

- 50 – coagulante orgánico;
– coagulante mineral;
– floculante orgánico;
– floculante mineral;
– absorbente orgánico;
– absorbente mineral.

De acuerdo con otra variante ventajosa, el procedimiento comprende al menos una etapa de inyección en dichas aguas, entre dicha etapa de separación líquido-sólido y dicha etapa de filtración de membrana, de al menos un reactivo oxidante.

5 En este caso, dicho o dichos reactivo(s) oxidante(s) comprende(n) uno al menos de los reactivos pertenecientes al siguiente grupo:

- ozono;
- oxidantes clorados;
- peróxido de hidrógeno.

10 De acuerdo con otra variante ventajosa, el procedimiento comprende una etapa de tratamiento con rayos UV realizada entre dicha etapa de separación líquido-sólido y dicha etapa de filtración mediante membrana.

De acuerdo con otra variante, el procedimiento comprende al menos una etapa de inyección en dichas aguas, entre dicha etapa de separación líquido-sólido y dicha etapa de filtración de membrana, de carbón activo en polvo.

De manera preferente, el procedimiento comprende una etapa de tratamiento por ósmosis inversa realizada aguas abajo de dicha etapa de filtración mediante membrana.

15 De manera ventajosa el procedimiento comprende una etapa de nanofiltración realizada aguas abajo de dicha etapa de filtración mediante membrana.

La invención también se refiere a un dispositivo de tratamiento de aguas de acuerdo con la reivindicación 12.

20 De manera preferente, el dispositivo comprende unos medios de inyección de aguas de descolmatación de dicha o dichas membrana(s), y unos medios de recirculación de dichas aguas de descolmatación a la altura o aguas arriba de dichos medios de separación líquido-sólido.

De acuerdo con una solución ventajosa, el dispositivo comprende unos medios de inyección de ozono aguas abajo o aguas arriba de dichos medios de separación líquido-sólido.

De manera ventajosa, el dispositivo comprende unos medios de filtración mediante membrana de ósmosis inversa o de nanofiltración aguas abajo de dichos primeros medios de filtración.

25 De acuerdo con una solución ventajosa, el dispositivo comprende unos medios de *by-pass* de dichos medios de separación líquido-sólido.

De acuerdo también con una solución ventajosa, el dispositivo comprende unos medios de *by-pass* de dichos medios de inyección de ozono.

30 También se puede realizar un tratamiento directo de ultra- o de microfiltración, en el caso en el que la calidad variable de las aguas brutas permitiera dicho tratamiento directo de membrana con o sin inyección de coagulante o de floculante.

Se mostrarán de manera más clara otras características y ventajas de la invención con la lectura de la siguiente descripción de dos formas preferentes de realización de la invención, que se dan a título de ejemplos ilustrativos y no limitativos, y de los dibujos adjuntos en los que:

- 35
- la figura 1 es una vista esquemática de una primera forma de realización de la invención de acuerdo con una versión simplificada;
 - la figura 2 es una vista esquemática de una segunda forma de realización de la invención de acuerdo con una versión preferente.

40 Tal como se ha indicado con anterioridad, el principio de la invención consiste en pretratar las aguas mediante un procedimiento que comprende al menos una etapa de separación líquido-sólido seguida de al menos una etapa de filtración mediante membranas de micro o de ultrafiltración, realizándose la etapa de separación líquido-sólido a una velocidad superficial superior a 15 m/h y no realizándose ninguna filtración mediante lecho granular inerte aguas arriba de la etapa de ultra- o microfiltración.

45 De acuerdo con la naturaleza y la composición de las aguas brutas que hay que tratar, el pretratamiento se mejora mediante la adición de uno o varios reactivos entre los siguientes:

- 50
- reactivo coagulante, de tipo mineral como una sal de hierro o de aluminio; o de tipo orgánico, como los polímeros como el Poli(cloruro de dialildimetilamonio (polímero orgánico catiónico)), principalmente aguas arriba de la separación líquido-sólido, pero también, eventualmente, aguas arriba de las membranas de MF o UF;
 - reactivo de tipo floculante, orgánico como los polímeros acrílicos por ejemplo, pero también mineral, como las arcillas, principalmente aguas arriba de la separación líquido-sólido;
 - oxidante o desinfectante (principalmente ozono, pero también cloro y sus derivados, peróxido de hidrógeno, o

- incluso radiación UV) entre la separación líquido-sólido y la filtración MF o UF;
- absorbente orgánico o mineral, como el CAP (Carbón Activo en Polvo), bien aguas arriba de la separación líquido-sólido, o bien entre esta separación y la etapa de membranas MF o UF.

Estos reactivos se utilizarán principalmente en los siguientes casos:

- 5 - los reactivos coagulantes, y floculantes se utilizarán para las aguas cargadas de materias orgánicas, de coloides o de partículas en suspensión;
- el ozono se utilizará en el caso de aguas brutas cargadas de algas, plancton u otros microorganismos vivos, por ejemplo en fase de floración de las algas, así como en el caso de aguas cargadas de hierro o manganeso, o en el caso de aguas turbidas;
- 10 - el CAP se utilizará en el caso de aguas cargadas de hidrocarburos y de micro-contaminantes disueltos, que influyen en el poder colmatante del agua.

El procedimiento también prevé la descolmatación de las membranas de micro- o ultrafiltración y las aguas de descolmatación se vuelven a enviar de manera preferente a la parte superior del dispositivo de separación líquido-sólido.

- 15 Una etapa final eventual de ósmosis inversa o de nanofiltración se realiza aguas abajo de la etapa de micro o ultrafiltración, en una agua pretratada que presenta de este modo un SDI siempre inferior a 4.

De acuerdo con una versión simplificada tal como se ilustra en la figura 1, un dispositivo para la implementación del procedimiento tal como se ha descrito con anterioridad, comprende unos medios de separación líquido sólido 1 a gran velocidad (superior a 15 m/h), seleccionados entre las técnicas de decantación simple o mediante láminas, seguido de una filtración 2 mediante membranas de micro- o de ultrafiltración.

Se prevén unos medios de inyección de un reactivo coagulante 3 y de un reactivo floculante 4 aguas arriba de la separación líquido-sólido.

Están presente unos medios de reciclaje 5 aguas arriba de la etapa de separación líquido-sólido de las aguas de descolmatación de las membranas con el fin de minimizar la pérdida de agua.

- 25 En su versión preferente, esquematizada en la figura 2, la invención comprende unos medios de coagulación 3, floculación 4 y de decantación de flóculo pesado de micro arena 1 a una velocidad de decantación comprendida entre 15 y 200 m/h, de manera preferente entre 30 y 90 m/h.

Los medios de separación líquido-sólido comprenden un tanque de decantación 1, aguas abajo del tanque de floculación 4, estando este tanque de decantación 1b2 asociado a unos medios de extracción de las aguas decantadas 1b1 y unos medios de extracción de los lodos de decantación 1b2 previstos para garantizar que se vuelve a enviar la mezcla lodos decantados/arena al tanque 4 (o aguas arriba de este) y una extracción de los lodos 1b3 hacia el tratamiento de los lodos. Aguas abajo de los tanques de floculación y de decantación se prevén unos medios de inyección de ozono 6, con un nivel comprendido entre 0,5 y 5 mg O₃/l, a continuación unos medios de filtración mediante membranas de ultra- o de microfiltración cuyas aguas de descolmatación se devuelven por el circuito de reciclaje 5 a la parte superior de la floculación-decantación.

El sistema de tratamiento estará equipado, de preferencia, con unos circuitos de *by-pass* 7 de la etapa de separación líquido-sólido y 8 de la eventual etapa de ozonización, con el fin de permitir un tratamiento directo de ultra- o de microfiltración, en el caso de que la calidad variable de las aguas brutas permitiera dicho tratamiento directo mediante membrana, con o sin inyección de coagulante o de floculante.

- 40 Se pueden inyectar unos reactivos químicos en la parte superior de la separación líquido sólido por medio de unos medios de inyección 10.

También se puede inyectar CAP en la parte superior de la separación líquido sólido por medio de unos medios de inyección 10 u 11, entre la separación líquido sólido y la etapa de ultra- o microfiltración.

- 45 El tratamiento se completa, si este es el objetivo final del tratamiento, con un tratamiento de filtración mediante membranas de ósmosis inversa o de nanofiltración 9.

Se han llevado a cabo unos ensayos con el procedimiento y el dispositivo que se acaban de describir.

Los resultados, que se presentan sintetizados en la tabla 1, son los siguientes. Una agua bruta superficial, coloreada y orgánica, con una turbidez que ha alcanzado hasta 2.000 NTU durante los ensayos y cuyo SDI 5 minutos sería superior a 15, ha pasado por una primera etapa de coagulación (con sulfato de alúmina en una cantidad 10-12 mg Al/litro de agua), de floculación y de decantación con lastre de arena en un decantador de flóculo pesado de tipo ACTIFLO (marca registrada).

El agua clarificada, con una turbidez inferior a 5 NTU y un SDI 15 minutos inferior a 6 se ha enviado entonces a un módulo de microfiltración con un poder de corte (0,1 µm). El agua que sale de la microfiltración tenía una turbidez

ES 2 484 115 T3

inferior a 0,2 NTU y presentaba de forma continua un SDI inferior a 4.

Tabla 1

	Agua bruta	Agua clarificada	Agua microfiltrada
Turbidez NTU	1 - 2.000	< 5	< 0,2
Color mg/l Pt/Co	5 - 200	< 5 - 10	< 5
M.O. óxido KMnO ₄ mg/l	2 - 15	1 - 5	< 5
S.D.I.	> 15 (5 min)	< 6 (15 min)	< 4

5 Se han realizado unos ensayos complementarios (sintetizados en la tabla 2) añadiendo una etapa de ozonización tras la clarificación « ACTIFLO ».

Mientras que el número de partículas era en el agua bruta de más de 2.000 u/ml, y en el agua clarificada de menos de 500 u/ml, la ozonización ha permitido mantener entre 50 y 100 u/ml el número de partículas en el agua clarificada ozonizada, correspondiendo a un SDI 15 minutos inferior a 5 (en lugar de 6 para el agua clarificada sin ozonización).

10 Hay que señalar que el SDI obtenido tras la microfiltración del agua clarificada ozonizada ha sido inferior a 3 (valor inferior al SDI < 4 obtenido sin ozonización).

Tabla 2

	Agua bruta	Agua clarificada	Agua ozonizada
Número de partículas u/ml	> 2.000	< 500	< 50 - 100
S.D.I.	> 15 (5 min)	< 6 (15 min)	< 5 (15 min)

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de tratamiento de aguas que comprende una etapa de separación líquido-sólido por decantación con flóculos pesados seguida de al menos una etapa de filtración realizada en un reactor diferente de aquel en el que se realiza dicha etapa de separación,
- 5 **caracterizado porque** dicha etapa de separación líquido-sólido por decantación con flóculos pesados se realiza con la recirculación de lodos y a una velocidad superficial superior a 15 m/h, realizándose dicha etapa directamente mediante al menos una membrana de microfiltración o de ultrafiltración, no realizándose ninguna filtración mediante lecho granular inerte aguas arriba de la etapa de microfiltración o de ultrafiltración.
- 10 2. Procedimiento de tratamiento de aguas de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicha etapa de separación líquido-sólido se realiza por decantación con flóculo pesado de material granular inerte fino con una densidad superior a la del agua.
3. Procedimiento de tratamiento de aguas de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** dicha etapa de decantación con flóculo pesado se realiza por medio de arena fina.
- 15 4. Procedimiento de tratamiento de aguas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** comprende al menos una etapa de descolmatación de dicha o dichas membrana(s), reciclándose las aguas de descolmatación aguas arriba de dicha etapa de separación líquido-sólido.
5. Procedimiento de tratamiento de aguas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** comprende una etapa de inyección en dichas aguas, durante dicha etapa de separación líquido-sólido, de al menos uno de los reactivos pertenecientes al siguiente grupo:
- 20 - coagulante orgánico;
 - coagulante mineral;
 - floculante orgánico;
 - floculante mineral;
 - absorbente orgánico;
- 25 - absorbente mineral.
6. Procedimiento de tratamiento de aguas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** comprende al menos una etapa de inyección en dichas aguas, entre dicha etapa de separación líquido-sólido y dicha etapa de filtración mediante membranas, de al menos un reactivo oxidante.
- 30 7. Procedimiento de tratamiento de aguas de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** dicho o dichos reactivo(s) oxidante(s) comprende(n) uno al menos de los reactivos pertenecientes al siguiente grupo:
- ozono;
 - oxidantes clorados;
 - peróxido de hidrógeno.
- 35 8. Procedimiento de tratamiento de aguas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** comprende una etapa de tratamiento con rayos UV realizada entre dicha etapa de separación líquido-sólido y dicha etapa de filtración mediante membranas.
9. Procedimiento de tratamiento de aguas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** comprende al menos una etapa de inyección en dichas aguas, entre dicha etapa de separación líquido-sólido y dicha etapa de filtración mediante membranas, de carbón activo en polvo.
- 40 10. Procedimiento de tratamiento de aguas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** comprende una etapa de tratamiento por ósmosis inversa realizada aguas abajo de dicha etapa de filtración mediante membranas.
11. Procedimiento de tratamiento de aguas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** comprende una etapa de nanofiltración realizada aguas abajo de dicha etapa de filtración mediante membranas.
- 45 12. Dispositivo de tratamiento de aguas que comprende unos medios de separación líquido-sólido (1) seguidos de unos medios de filtración (2), **caracterizado porque**:
- 50 - dichos medios de separación líquido-sólido (1) comprenden al menos un decantador, unos medios de inyección de un reactivo coagulante (3), al menos un tanque de floculación (4) asociado a unos medios de inyección de arena fina dentro de o aguas arriba de dicho tanque de floculación, al menos un tanque de decantación (1) asociado a unos medios de extracción de aguas decantadas (1b1) y unos medios de extracción de lodos de decantación (1b2);
 - dichos medios de filtración (2) comprenden unos primeros medios de filtración previstos aguas abajo de

dichos medios de separación líquido-sólido, comprendiendo dichos primeros medios de filtración al menos una membrana de microfiltración o de ultrafiltración, no situándose ningún medio de filtración mediante lecho granular inerte aguas arriba de dicha al menos una membrana de microfiltración o de ultrafiltración;

5 - comprendiendo dicho dispositivo, además, unos medios de recirculación de una mezcla de dichos lodos decantados y de dicha arena dentro de o aguas arriba del tanque (4).

13. Dispositivo de tratamiento de aguas de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** comprende unos medios de inyección de aguas de descolmatación de dicha o dichas membrana(s), y unos medios de recirculación (5) de dichas aguas de descolmatación a la altura o aguas arriba de dichos medios de separación líquido-sólido.

10 14. Dispositivo de tratamiento de aguas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 o 13, **caracterizado porque** comprende unos medios de inyección de ozono (6) aguas abajo o aguas arriba de dichos medios de separación líquido-sólido (1).

15. Dispositivo de tratamiento de aguas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, **caracterizado porque** comprende unos medios de filtración (9) mediante membrana de ósmosis inversa o de nanofiltración aguas abajo de dichos primeros medios de filtración.

15 16. Dispositivo de tratamiento de aguas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, **caracterizado porque** comprende unos medios de *by-pass* (7) de dichos medios de separación líquido-sólido.

17. Dispositivo de tratamiento de aguas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, **caracterizado porque** comprende unos medios de *by-pass* (8) de dichos medios de inyección de ozono.

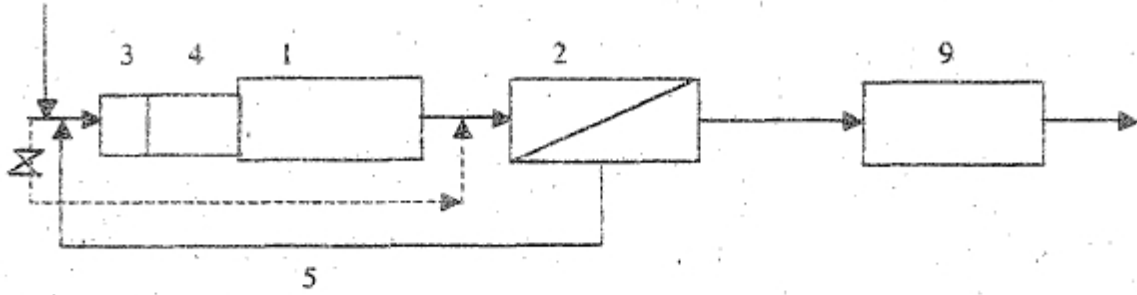


Fig.1

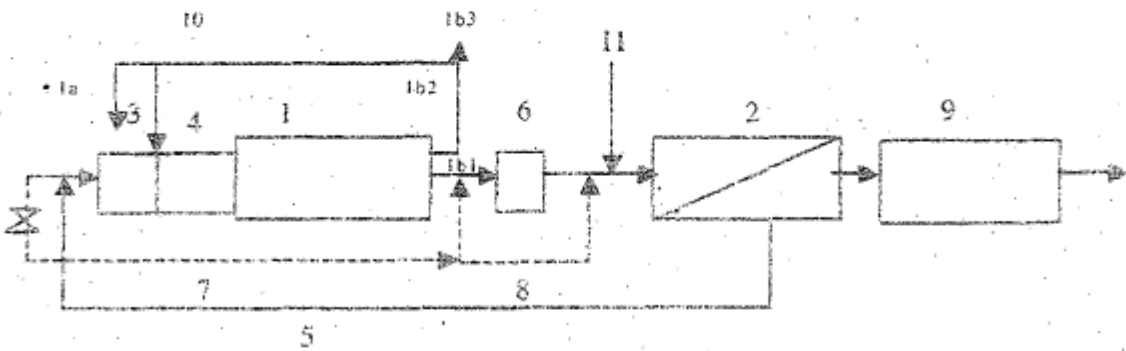


Fig.2