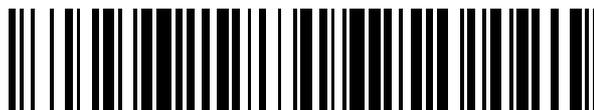


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 284**

51 Int. Cl.:

<b>C02F 1/28</b>	(2006.01)	<b>B01F 7/00</b>	(2006.01)	<b>C02F 1/56</b>	(2006.01)
<b>B01J 20/28</b>	(2006.01)	<b>B01F 5/10</b>	(2006.01)		
<b>B01F 3/22</b>	(2006.01)	<b>B01D 15/02</b>	(2006.01)		
<b>B01F 7/16</b>	(2006.01)	<b>B01D 21/32</b>	(2006.01)		
<b>B01F 15/00</b>	(2006.01)	<b>B01D 21/24</b>	(2006.01)		
<b>B01F 15/04</b>	(2006.01)	<b>B01F 3/00</b>	(2006.01)		
<b>C02F 1/52</b>	(2006.01)	<b>B01F 3/12</b>	(2006.01)		
<b>C02F 9/00</b>	(2006.01)	<b>C02F 1/00</b>	(2006.01)		
<b>B01J 20/34</b>	(2006.01)	<b>C02F 101/30</b>	(2006.01)		
<b>B01J 20/20</b>	(2006.01)	<b>C02F 101/32</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2017 E 17164456 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 3231771**

54 Título: **Procedimiento de tratamiento de agua por adsorción sobre carbón activo y clarificación, e instalación correspondiente**

30 Prioridad:

**13.04.2016 FR 1653262**

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

**10.02.2020**

73 Titular/es:

**VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES  
SUPPORT (100.0%)  
L'Aquarène, 1 Place Montgolfier  
94417 Saint-Maurice Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**SAUVIGNET, PHILIPPE y  
GAID, ABDELKADER**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 741 284 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 agua por adsorción sobre carbón activo y clarificación, e instalación correspondiente

5 Campo técnico de la invención

La invención se refiere al campo del tratamiento de las aguas.

10 Más precisamente, la invención se refiere a los procedimientos de tratamiento de las aguas que aplican al menos una etapa de tratamiento durante la cual las aguas se ponen en contacto con un material granular adsorbente carbonado inerte para disminuir el contenido de materias orgánicas y contaminantes (pesticidas, microcontaminantes, perturbadores endocrinos, residuos industriales, residuos de medicamentos, etc.) seguida de una etapa de clarificación.

15 Técnica anterior

20 Los materiales carbonados inertes en polvo o en granos están dotados de una porosidad intrínseca muy desarrollada que les confiere una superficie específica elevada que les da la propiedad de adsorber cantidades importantes de moléculas orgánicas y catalizar las reacciones. En la práctica, se pueden evaluar la capacidad de adsorción de un material adsorbente granular mediante la medición de su índice de yodo. La capacidad de adsorción mediante medición del índice de yodo indica la cantidad de yodo, expresada en miligramos, adsorbida por gramo de carbón activo en polvo. Esta medición del índice de yodo se puede efectuar especialmente según la norma internacional ASTM nº D4607.

25 Los carbonos activos en polvo (CAP) utilizados en el ámbito de los procedimientos de tratamiento de las aguas presentan una granulometría media comprendida entre 10  $\mu\text{m}$  y 50  $\mu\text{m}$  y una superficie específica que corresponde a un índice de yodo comprendido entre 800 y 1000 mg/g de CAP (índice medido según la norma indicada anteriormente).

30 En el ámbito de tales procedimientos, el CAP se puede utilizar según diferentes configuraciones.

35 Así, el CAP puede añadirse a las aguas a tratar en un reactor según un tiempo de contacto suficiente para permitir la adsorción de la materia orgánica que contienen. El CAP, cargado de las materias que se han adsorbido, debe después separarse de las aguas tratadas por clarificación. Esta etapa de clarificación se realiza generalmente por decantación o por separación de membrana.

40 Se añaden clásicamente unos reactivos coagulantes y/o floculantes para favorecer la agregación de la materia orgánica y del CAP en forma de floculos y facilitar así la operación de clarificación.

45 Dado el elevado coste del CAP, se considera el reciclaje de este material. Para este propósito, los lodos recuperados al final de la etapa de clarificación indicada anteriormente y que contiene un material adsorbente, se tratan a fin de eliminar la parte esencial de la fase acuosa. Esta etapa se aplica generalmente por hidrociclónado. Se obtiene al final de esta etapa, en el subdesbordamiento del hidrociclón, una fase que contiene un material pulverulento adsorbente que puede reintroducirse en el procedimiento de tratamiento de agua. En la práctica, esta fase contiene una proporción elevada de material pulverulento y también agua, y se presenta en forma de un lodo relativamente fluido, proviniendo la parte esencial de la fase acuosa de los lodos de la etapa de separación indicada anteriormente, eliminándose no obstante en el desbordamiento del hidrociclón.

50 Un ejemplo de tal procedimiento de la técnica anterior se describe en la solicitud de patente francesa FR-A-2868064.

55 Según tal técnica anterior, el material pulverulento reciclado *in situ* no se libera por la etapa de hidrociclónado de toda la materia orgánica adsorbida sobre él, sino sólo de una parte de esta. Aunque se recicla *in situ*, el material adsorbente ve disminuir progresivamente su poder adsorbente. Es por tanto necesario sustituir regularmente una parte del CAP utilizado dentro del reactor por un CAP nuevo. Por lo tanto, deben inyectarse paralelamente cantidades de CAP nuevo regularmente en el reactor para compensar la pérdida de adsorción del CAP empleado.

60 Aunque este tipo de procedimiento permite la sustitución de una parte del CAP empleado por un CAP nuevo, sin tener que detener las instalaciones que lo aplican, presenta por otro lado otros inconvenientes.

65 Así, el CAP procedente de las purgas del sistema no puede regenerarse en este sentido ya que no se conoce tratamiento eficaz que permita económicamente devolver al CAP su poder adsorbente original o un poder adsorbente similar a éste. Esto provoca la producción de lodos de CAP que deben evacuarse fuera de la fábrica. El tratamiento de estos lodos no está exento de inconvenientes. En particular, los lodos deben deshidratarse antes de transportarse, lo que aumenta los costes asociados a su depósito en vertederos o a su incineración o a su esparcimiento agrícola.

Al ser el CAP un material caro, su utilización en el ámbito del tratamiento del agua se enfrenta por lo tanto a unos imperativos económicos, presentando las técnicas que lo aplican el inconveniente de implicar, en consecuencia, unos costes de funcionamiento elevados.

Además, el tratamiento del agua por el CAP implica en la práctica la adición de cantidades importantes de coagulantes, tal como  $\text{FeCl}_3$ , y/o de floculantes, tales como unos polímeros, que permite la formación de floculos suficientemente densos. Esto a fin de favorecer la decantación y permitir también evitar las fugas de CAP que degradarían los tratamientos de refinado previstos en una fase posterior, tal como una filtración. La adición de un microlastre, tal como microarena, para acelerar la decantación es también habitual. La utilización de polímeros puede conducir a una saturación acelerada del CAP, lo que obliga al usuario a renovarlo más frecuentemente. Sobre todo, la utilización de estos productos conduce a la obtención de mayores volúmenes de lodos que deben tratarse en canales paralelos. En la práctica, estos lodos deben espesarse, deshidratarse y evacuarse fuera del sitio de producción. Por lo tanto, los costes de explotación de tales procedimientos también se incrementan. Estos lodos de CAP no pueden, en cualquier caso, tratarse para permitir la obtención de CAP regenerado.

El documento US 2011/0006002 divulga un procedimiento de tratamiento de agua mediante contacto con carbón activo en una cuba con agitación y separación de dicho carbón activo.

## Objetivos de la invención

El objetivo de la presente invención es proponer un procedimiento de tratamiento de agua para eliminar las materias orgánicas y los contaminantes, en el que el agua se pone en contacto en una cuba de contacto con un material adsorbente y después se clarifica, evitando los problemas de la técnica anterior que resultan de la presencia de material adsorbente en las aguas durante su clarificación.

Un objetivo de la presente invención es proponer tal procedimiento que conduce a minimizar las cantidades de lodos resultantes de la clarificación.

Otro objetivo de la presente invención es describir tal procedimiento que conduce a minimizar las cantidades de polímero cuando la clarificación utiliza tal material.

Otro objetivo de la presente invención es divulgar tal procedimiento según el cual el material adsorbente puede renovarse sin tener que interrumpir el tratamiento.

Un objetivo de la presente invención es también divulgar tal procedimiento que permite mantener un nivel de tratamiento del agua esencialmente constante en el tiempo.

También un objetivo de la presente invención es proponer tal procedimiento que, en al menos uno de sus modos de realización, conduce a un material adsorbente empleado que puede regenerarse directamente, es decir cuya capacidad de adsorción frente a la materia orgánica puede restaurarse fácilmente.

Así, un objetivo de la invención es describir tal procedimiento que, en al menos uno de sus modos de realización, permite restaurar el 50% de la capacidad de adsorción del material adsorbente, es decir que permite obtener un material adsorbente al menos parcialmente regenerado cuya capacidad de adsorción corresponde a al menos el 50% de la del mismo material adsorbente nuevo.

Otro objetivo de la presente invención es describir tal procedimiento induciendo unos costes de tratamiento más bajos que los de los procedimientos de la técnica anterior, a niveles de tratamiento sustancialmente iguales.

Otro objetivo de la invención es proponer una instalación para la realización de tal procedimiento.

También un objetivo de la invención es divulgar tal instalación, que pueda resultar de la rehabilitación de estaciones antiguas existentes.

## Descripción de la invención

Estos diferentes objetivos se alcanzan gracias a la invención, que se refiere a un procedimiento de tratamiento de aguas para disminuir el contenido de materias orgánicas y de contaminantes, comprendiendo dicho procedimiento:

una etapa de contacto de las aguas a tratar con un material adsorbente granular en una cuba de contacto provista de medios de agitación;

seguida de una etapa de clarificación de las aguas que provienen de dicha cuba, que conduce a la obtención de un agua clarificada y de lodos;

caracterizado por que

dicho material adsorbente granular está constituido de aglomerados de partículas de carbón activo, presentando dichos aglomerados un tamaño medio comprendido entre 200  $\mu\text{m}$  y 600  $\mu\text{m}$  y una superficie específica comprendida entre 800 y 1000  $\text{m}^2/\text{g}$ , siendo dicho material adsorbente granular regenerable por vía térmica;

dichas aguas se filtran a la salida de dicha cuba sobre un tamiz instalado en la parte superior de dicha cuba, antes de sufrir la clarificación, a fin de retener dicho material granular adsorbente dentro de dicha cuba y, al mismo tiempo, no retener la materia orgánica no adsorbida sobre dicho material adsorbente,

y por que

el contenido de dicha cuba de contacto se agita sólo parcialmente a fin de crear un gradiente de concentración de dicho material adsorbente dentro de ésta, constituyendo el fondo de dicha cuba de contacto una zona no agitada;

purgándose un material granular adsorbente empleado de manera continua o intermitente de dicha zona no agitada de dicha cuba de contacto para regenerarse extemporáneamente por vía térmica, y sustituirse por un material granular adsorbente nuevo.

Así, según la invención, no es necesario ningún reciclado *in situ* de dicho material adsorbente granular.

El material adsorbente utilizado en el ámbito del procedimiento según la invención es un material disponible en el comercio que no es, por lo tanto, un CAP en el sentido en el que se le entiende en el campo de tratamiento de agua. En efecto, presenta una superficie específica más elevada que el CAP. No constituye tampoco un carbón activo en granos (CAG) en el sentido en el que se le entiende en el campo de tratamiento de agua. Presenta, en efecto, una granulometría más reducida.

Tal material adsorbente específico presenta, entre otras ventajas, la de poder regenerarse por vía térmica, a diferencia de los CAP clásicamente utilizados en el campo de tratamiento del agua, que no pueden serlo.

Según la invención, este material se retiene en la cuba de contacto gracias a medios apropiados, lo que evita su propagación durante la etapa de clarificación y permite evitar cualquier riesgo de diseminación de este material en las aguas clarificadas. Estos medios permiten retener el material adsorbente en la cuba de contacto dejando al mismo tiempo pasar las aguas y las materias orgánicas y contaminantes no absorbidas. Así, se evitan todos los problemas de la técnica anterior que resultan de la presencia de material adsorbente en los elementos de clarificación, sean cuales sean.

Especialmente, las cantidades de lodos procedentes de la clarificación son más bajas que en la técnica anterior. Al no contener estos lodos material adsorbente, es también inútil tratarlos para separarlos. Por lo tanto, los costes de aplicación del procedimiento según la invención se reducen con respecto a los costes suscitados por los procedimientos de la técnica anterior, que implican la necesidad de tratar los lodos procedentes de la clarificación para recuperar el material adsorbente que contienen.

Según la invención, el contenido de la cuba de contacto se agita sólo parcialmente, disponiéndose una zona no agitada de la cuba en la parte inferior de ésta. Así, se crea un gradiente de concentración de material adsorbente dentro de la cuba de contacto. El material granular adsorbente empleado, recargado de las materias que se adsorben, ve aumentar su densidad. Se acumula así en la parte inferior de la cuba de contacto. Este material granular empleado puede purgarse desde esta parte inferior y sustituirse por un material nuevo, sin tener que interrumpir el procedimiento.

El material adsorbente purgado puede escurrirse y almacenarse en toneles que, una vez llenos, se transportan hacia un sitio externo para regenerar el material adsorbente que contienen por vía térmica. El material adsorbente específico aplicado en el ámbito de la presente invención puede, en efecto, regenerarse por vía térmica en ausencia de cualquier tratamiento, salvo un simple escurrido previo.

La duración del contacto del material adsorbente con las aguas en la cuba de contacto se seleccionará por el experto en la técnica a fin de optimizar la adsorción de la materia orgánica y de los contaminantes contenidos en ésta. En la práctica, este tiempo de contacto estará comprendido preferiblemente entre 5 minutos y 20 minutos.

La concentración de material adsorbente en la cuba de contacto se seleccionará por el experto en la técnica en función de la carga de materias orgánicas y de contaminantes de las aguas a tratar. En la práctica, de manera preferida, el material granular adsorbente empleado se purga y sustituye por un material granular adsorbente nuevo a fin de mantener una concentración media de dicho material adsorbente en dicha cuba de contacto durante dicha etapa de contacto. Esta concentración media variará en función de las aguas a tratar.

Preferiblemente, el procedimiento comprende una etapa preliminar que consiste en pre-filtrar las aguas a tratar antes

de su entrada en dicho reactor sobre un pre-filtro que presenta un umbral de corte comprendido entre 1 mm y 5 mm. Tal pre-filtración tiene por objeto liberar las aguas a tratar de los sólidos que podrían quedar atrapados durante etapas posteriores del procedimiento.

5 Según una variante, el procedimiento comprende unas etapas periódicas de limpieza de dicho tamiz por un procedimiento de limpieza seleccionado del grupo constituido por un procedimiento de retro-lavado y un procedimiento de limpieza por insuflación de aire. Así, se evita la obstrucción del filtro.

10 El procedimiento según la invención podrá aplicarse con numerosas técnicas de clarificación. Según una variante interesante, esta clarificación comprende una etapa de coagulación de dicha agua a tratar que produce unas aguas coaguladas, una etapa de floculación de dicha agua coagulada que produce aguas floculadas, una etapa de decantación de dicha agua floculada que produce aguas clarificadas y lodos, llevándose a cabo dichas etapas de coagulación, floculación y decantación, gracias a la invención, en ausencia de material granular adsorbente.

15 Según tal variante, el procedimiento permite ahorrar las cantidades de floculante (polímero) que deben aplicarse con respecto a la técnica anterior, en las que las aguas a clarificar contienen un material adsorbente. En efecto, este material se agrega con el polímero. En su ausencia, existe, por lo tanto, la necesidad de menos polímeros.

20 También según una variante, dicha etapa de clarificación por coagulación-floculación-decantación comprende también una etapa de inyección de un balasto para lastrar los floculos formados, una etapa de tratamiento de dichos lodos para extraer la parte esencial del balasto que contienen, y una etapa que consiste en reciclar éste en dicha etapa de clarificación, no conteniendo dichos lodos material granular adsorbente.

25 La invención se refiere también a una instalación para la aplicación del procedimiento según la invención, caracterizada por que comprende:

30 - una cuba de contacto provista de medios de llegada de las aguas, de medios de evacuación de las aguas por desbordamiento, de medios de agitación, y de material granular adsorbente, recibiendo dicha cuba de contacto una mezcla de aguas a tratar y de material granular adsorbente;

- unos medios de clarificación unidos a dichos medios de evacuación por desbordamiento;

35 caracterizada por que dicho material adsorbente está constituido de aglomerados de partículas de carbón activo, presentando dichos aglomerados un tamaño medio comprendido entre 200  $\mu\text{m}$  y 600  $\mu\text{m}$ , y una superficie específica comprendida entre 800 y 1000  $\text{m}^2/\text{g}$ ;

40 por que incluye un tamiz instalado en la parte superior de dicha cuba de contacto, comprendiendo dicho tamiz una capa de material poroso que presenta un grosor comprendido entre 1 y 5 mm, presentando dicho material un umbral de corte comprendido entre 100  $\mu\text{m}$  y 200  $\mu\text{m}$ ;

45 por que dicha cuba presenta una parte inferior en forma de tolva, estando el extremo de dicha tolva provisto de medios de purga;

por que dichos medios de agitación de dicha cuba de contacto están diseñados para poder agitar el contenido de la parte superior de dicha cuba de contacto sin agitar el contenido de la parte inferior en forma de tolva.

50 En tal instalación, las características físicas de la capa de material poroso utilizada para formar el tamiz permiten a éste cumplir su función, que consiste en retener el material granular adsorbente dentro de la cuba de contacto y, al mismo tiempo, no retener la materia orgánica no adsorbida sobre éste. Este tamiz deja, por lo tanto, pasar la turbidez del agua impidiendo al mismo tiempo que el material granular alcance los medios de clarificación.

El bajo grosor de esta capa, a saber entre 1 mm y 5 mm, permite, especialmente, evitar una filtración en su masa.

55 La forma de tolva de la parte inferior de la cuba de contacto permite favorecer la migración del material granular empleado en esta parte y su extracción por los medios de purga previstos en su extremo.

60 Preferiblemente, el material poroso utilizado para formar el tamiz es de polietileno de alta densidad (PEHD). Tal material presenta la ventaja de estar aprobado para aplicaciones alimentarias y también la de soportar muy bien los reactivos químicos en el caso excepcional en el que debieran utilizarse para limpiar el tamiz.

65 Según una variante interesante, la capa de material poroso que forma el tamiz se organiza en una estructura en forma de tubo o de caja, ejerciéndose la filtración desde el exterior hacia el interior del tubo o de la caja, estando dichos medios de evacuación de dicha cuba de contacto unidos en el interior del tubo o de la caja. Tales tubos o cajas presentan la ventaja de estar disponibles en el comercio y poder sustituirse fácilmente.

También según una variante de la invención de dichos medios de agitación de dicha cuba de contacto, incluyen un

rotor de palas montadas móviles verticalmente en éste y medios que permiten hacer variar la velocidad de rotación de dicho rotor y medios que permiten hacer variar la posición vertical del rotor en dicha cuba de contacto. Tales medios constituyen unos medios preferidos para que, según el procedimiento de la invención, el contenido de dicha cuba de contacto se agite sólo parcialmente, a fin de crear un gradiente de concentración de dicho material adsorbente dentro de ésta, constituyendo el fondo de dicha cuba de contacto una zona no agitada.

A pesar de que la instalación según la presente invención podrá incluir diferentes medios de clarificación, dicha instalación comprende preferiblemente unos medios de inyección de coagulante en una zona de coagulación, y unos medios de inyección de floculante en una zona de floculación para una clarificación por coagulación-floculación-decantación.

Preferiblemente, comprende también unos medios de inyección de un balasto en dicha zona de floculación y, ventajosamente, unos medios de extracción de lodos que provienen de dichos medios de clarificación unidos a unos medios de tratamiento de dichos lodos que permiten extraer la parte esencial del balasto que contienen, y medios de distribución del balasto extraído en dicha zona de floculación.

Lista de las figuras

La invención, así como las diferentes ventajas que presenta, se comprenderá mejor gracias a la descripción siguiente de un modo no limitativo de realización de esta, en referencia a los dibujos, en los que:

- la figura 1 representa una vista esquemática de una instalación según la invención;

- la figura 2 representa un gráfico que indica la turbidez NTU de un agua antes y después del tratamiento según el procedimiento de la invención en la instalación representada en la figura 1;

- la figura 3 representa un gráfico que indica la absorbancia UV a 254 nm de un agua antes y después del tratamiento según el procedimiento de la invención en la instalación representada en la figura 1.

Modo de realización de una instalación según la invención

Se presenta, en relación con la figura 1, un modo de realización de una instalación según la invención.

Tal instalación de tratamiento de agua comprende una canalización de transporte de agua bruta a tratar 1 que llega a una zona 2 de contacto de esta agua con un material adsorbente.

En la canalización de transporte de agua 1, se prevé un pre-filtro 13 constituido de mallas metálicas. Este pre-filtro presenta, en el presente modo de realización, un umbral de corte de 1 mm.

El material granular adsorbente está constituido de aglomerados de partículas de carbón activo y se comercializa por la compañía CHEMVIRON bajo la denominación de Microsorb (marca registrada) 400 R. Estos aglomerados presentan un tamaño medio comprendido entre 200  $\mu\text{m}$  y 600  $\mu\text{m}$ , y un índice de yodo superior a 800 mg/g. Su superficie específica ( $\text{N}_2$ , método BET) es de 900  $\text{m}^2/\text{g}$ . Este material adsorbente granular es regenerable por vía térmica. Este material puede conducirse a la cuba de contacto 21 mediante medios tales como un distribuidor 23.

La zona de pre-contacto 2 está delimitada por las paredes de una cuba de contacto 21 que presenta una parte inferior en forma de tolva 21a cuyo extremo inferior está equipado de medios de purga 21b. Esta cuba de contacto 21 aloja unos medios de agitación que comprenden un agitador de palas 22 cuya velocidad de rotación puede adaptarse gracias a un motor 22a. Unos medios 22b permiten también ajustar la altura del agitador en la cuba de contacto 21.

La cuba de contacto 21 comunica, en una parte alta, con una zona de coagulación 3. A este nivel, se prevé un tamiz 9 constituido por una estructura en tubo realizada en una capa de grosor igual a 1 mm de un material poroso de polietileno de alta densidad (PEHD) que presenta una porosidad de 150  $\mu\text{m}$ . Este tamiz permite filtrar el agua que transita desde la zona de contacto 2 hacia la zona de coagulación 3. Está equipado de una rampa de llegada de aire 9a que atraviesa la estructura tubular que permite, cuando es necesario, enviar aire sobre el material poroso a fin de limpiarlo eficazmente.

La zona de coagulación 3 está delimitada por los contornos de una cuba de coagulación 31 que aloja un agitador 32 controlado por un motor 32a. Unos medios de inyección, como por ejemplo un inyector 33, permiten la inyección de un reactivo coagulante, en este caso cloruro férrico, en la zona de coagulación 3, en el presente modo de realización a razón de 20 ppm. Esta zona de coagulación 3 comunica en una parte inferior con una zona de floculación lastrada 4.

Esta zona de floculación lastrada 4 está delimitada por los contornos de una cuba de floculación 41 que aloja un agitador 42 controlado por un motor 42a. Unos medios de inyección, como por ejemplo un inyector 43, permiten la

inyección de al menos un reactivo floculante, en este caso un polímero aniónico, en la zona de floculación lastrada, en el presente modo de realización a razón de 0,2 ppm. Unos medios de inyección 45 permiten también introducir en la cuba de floculación 41 balasto constituido por un material granular insoluble más denso que el agua, en este caso micro-arena, en el presente modo de realización a razón de 4,9 g/m<sup>3</sup>. Esta zona de floculación lastrada 4 aloja también un elemento guía de flujo que comprende un elemento esencialmente tubular 44 en el interior del cual se pone en rotación el agitador 42. La zona de floculación lastrada 4 constituye así una zona de maduración. Comunica en una parte alta con una zona de decantación 5.

La zona de decantación 5 está delimitada por un decantador 51 provisto de lamelas inclinadas 52 que facilitan y aceleran la decantación y de un raspador 53 accionado por un motor 54. Este decantador 51 presenta un subdesbordamiento 6 que está unido a una canalización de extracción 7 de lodos que contienen balasto. Presenta también un desbordamiento 8 para la evacuación de un agua tratada.

Una canalización 19 y unos medios de extracción, que incluyen una bomba 10, permiten el transporte de esta mezcla hasta la entrada de un hidrociclón 11.

El hidrociclón 11 presenta un subdesbordamiento que permite el transporte de una mezcla de balasto y de una baja cantidad de lodos hacia medios de inyección 45. Este subdesbordamiento está unido a unos medios de inyección de agua de servicio 18. Esto permite la inyección de una mezcla de balasto y de lodos diluidos en la zona de floculación lastrada 4. Presenta también un desbordamiento que está unido a una canalización 12 que permite la evacuación de los lodos liberados de su balasto para un tratamiento que tiene como objetivo deshidratarlos e higienizarlos.

Conforme a la invención, la instalación no presenta ningún medio de reciclado *in situ* de dicho material adsorbente granular, confinándose éste en la cuba de contacto 21.

Ejemplo de un procedimiento de tratamiento de agua según la invención

Se describirá ahora un procedimiento de tratamiento de agua según la invención en relación con la instalación representada en la figura 1.

Tal procedimiento consiste en transportar mediante la canalización 1 agua a tratar en la cuba de contacto 21, después de filtrarla gracias al pre-filtro 13, en la que se pone en contacto con el material granular adsorbente indicado anteriormente, a razón de 75 mg de material por litro de agua. Esta concentración variará en función, especialmente, de la carga en las aguas a tratar de materias orgánicas y de contaminantes. Tal concentración permite adsorber una parte de la materia orgánica y de los contaminantes contenidos en las aguas.

Según la invención, el contenido de la cuba de contacto 21 se agita sólo en su parte media y superior por el agitador 22. Para este fin, el motor 22a y los medios 22b de ajuste de la altura del agitador en la cuba se accionan a fin de crear un gradiente de concentración de dicho material adsorbente dentro de la cuba de contacto 21, constituyendo el fondo de dicha cuba una zona no agitada hacia la cual migra, debido a su densidad creciente, el material granular adsorbente a medida que se carga de materias orgánicas y de contaminantes.

Después de un tiempo de contacto suficiente, la mezcla de agua y de material granular adsorbente se introduce en la cuba de coagulación 31 transitando por el tamiz 9 a fin de retener el material granular adsorbente en la cuba de contacto 21, dejando al mismo tiempo pasar su turbidez.

En la cuba de coagulación 31, el reactivo coagulante se mezcla con el agua. Después de un tiempo de contacto suficiente, la mezcla de agua y de reactivo coagulante transita en la zona de floculación lastrada 4 delimitada por la cuba de floculación 41. Esta mezcla encuentra el reactivo floculante introducido por la aplicación de los medios de inyección 43, y la microarena introducida gracias a los medios de inyección 45.

La utilización de la guía de flujo 44 permite la creación de fenómenos dinámicos que generan movimientos de agua representados por las flechas A. Después de la maduración, la mezcla que proviene de la zona de floculación lastrada 4 transita en la zona de decantación 5 delimitada por el decantador 51. Los lodos que contienen balasto se extraen en el subdesbordamiento 6 del decantador 51 mediante la canalización 7. El agua tratada se recoge en el desbordamiento 8 de éste.

Los lodos se reticulan hacia la entrada del hidrociclón 11 mediante la canalización 19 y la bomba 10.

El balasto se separa en el interior del hidrociclón 11 del resto de los lodos. Se extrae en el subdesbordamiento y se vierte en la zona de floculación lastrada 4. El resto de los lodos extraído en el desbordamiento del hidrociclón 11 se evacúa.

Según la invención, un material granular adsorbente empleado se sustrae de la cuba de contacto 21 por los medios de purga 21b. Este material empleado se escurre y se envasa en toneles que, una vez llenos, pueden transportarse hacia una unidad de regeneración térmica del material adsorbente. Se aplica así un porcentaje de renovación de 20

g/m<sup>3</sup>.

5 Gracias al tamiz 9, el material adsorbente granular se retiene en la cuba de contacto 21 y no migra ni en los equipamientos situados aguas abajo de ésta ni, con mayor razón, en las aguas tratadas. Se facilita, por lo tanto, el funcionamiento de estos equipamientos y el riesgo de encontrar material granular en las aguas tratadas es casi inexistente. Por otro lado, la cantidad de lodos producidos a la salida del decantador disminuye y la acción del flocculante se optimiza. La energía necesaria para el reciclaje y el tratamiento de estos lodos que provienen del decantador también disminuye. Las cantidades de lodos extraídas del hidrociclón y que deben tratarse son también menores.

10 La invención permite disminuir de manera eficaz y estable la turbidez NTU de las aguas tratadas, como se puede observar en la figura 2. En la práctica, durante unos ensayos cuyos resultados se reproducen en esta figura, se ha observado una disminución media del 92% de la turbidez.

15 La invención permite también disminuir de manera eficaz la materia orgánica contenida en las aguas tratadas, como se puede observar en la figura 3. En la práctica, durante unos ensayos cuyos resultados se reproducen en esta figura, se ha observado una disminución media del 86% de la absorbancia UV a 254 nm del agua tratada, representativa de su contenido de materias orgánicas.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de tratamiento de aguas para disminuir el contenido de materias orgánicas y de contaminantes, comprendiendo dicho procedimiento:
- 5 una etapa de contacto de las aguas a tratar con un material adsorbente granular en una cuba de contacto provista de medios de agitación;
- 10 seguida de una etapa de clarificación de las aguas que provienen de dicha cuba, que conduce a la obtención de un agua clarificada y de lodos;
- caracterizado por que
- 15 dicho material adsorbente granular está constituido de aglomerados de partículas de carbón activo, presentando dichos aglomerados un tamaño medio comprendido entre 200  $\mu\text{m}$  y 600  $\mu\text{m}$  y una superficie específica comprendida entre 800 y 1000  $\text{m}^2/\text{g}$ , siendo dicho material adsorbente granular regenerable por vía térmica;
- dichas aguas se filtran a la salida de dicha cuba sobre un tamiz instalado en la parte superior de dicha cuba, antes de sufrir la clarificación, a fin de retener dicho material granular adsorbente dentro de dicha cuba y, al mismo tiempo, no retener la materia orgánica no adsorbida sobre dicho material adsorbente,
- 20 y por que
- 25 el contenido de dicha cuba de contacto se agita sólo parcialmente a fin de crear un gradiente de concentración de dicho material adsorbente dentro de ésta, constituyendo el fondo de dicha cuba de contacto una zona no agitada;
- purgándose un material granular adsorbente empleado de manera continua o intermitente de dicha zona no agitada de dicha cuba de contacto para regenerarse extemporáneamente por vía térmica, y reemplazarse por material granular adsorbente nuevo.
- 30
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el tiempo de contacto del material adsorbente con las aguas en dicha cuba de contacto está comprendido entre 5 minutos y 20 minutos.
- 35
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el material granular adsorbente empleado se purga y se sustituye por un material granular adsorbente nuevo a fin de mantener una concentración media de dicho material adsorbente en dicha cuba de contacto.
- 40
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que comprende una etapa preliminar que consiste en pre-filtrar las aguas a tratar antes de su entrada en dicho reactor sobre un pre-filtro que presenta un umbral de corte comprendido entre 1 y 5 mm.
- 45
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que comprende unas etapas periódicas de limpieza de dicho tamiz por un procedimiento de limpieza seleccionado del grupo constituido por un procedimiento de retro-lavado y un procedimiento de limpieza por insuflación de aire.
- 50
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que dicha etapa de clarificación comprende una etapa de coagulación de dicha agua a tratar que produce unas aguas coaguladas, una etapa de floculación de dicha agua coagulada que produce unas aguas floculadas, una etapa de decantación de dicha agua floculada que produce unas aguas clarificadas y unos lodos; llevándose a cabo dichas etapas de coagulación, de floculación y de decantación en ausencia de material granular adsorbente.
- 55
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que dicha etapa de clarificación comprende una etapa de inyección de un balastro, una etapa de tratamiento de dichos lodos para extraer la parte esencial del balastro que contienen, y una etapa que consiste en reciclar éste en dicha etapa de clarificación, no conteniendo dichos lodos material granular adsorbente.
8. Instalación para la realización del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que comprende:
- 60 una cuba de contacto (21) provista de medios de transporte (1) de aguas, de medios de evacuación de aguas por desbordamiento, de medios de agitación (22) y de material granular adsorbente, recibiendo dicha cuba de contacto (21) una mezcla de aguas a tratar y de material granular adsorbente;
- unos medios de clarificación unidos a dichos medios de evacuación por desbordamiento;
- 65 caracterizada por que dicho material adsorbente está constituido de aglomerados de partículas de carbón activo,

presentando dichos aglomerados un tamaño medio comprendido entre 200  $\mu\text{m}$  y 600  $\mu\text{m}$ , y una superficie específica comprendida entre 800 y 1000  $\text{m}^2/\text{g}$ ;

5 por que incluye un tamiz (9) instalado en la parte superior de dicha cuba, comprendiendo dicho tamiz una capa de material poroso que presenta un espesor comprendido entre 1 y 5 mm, presentando dicho material un umbral de corte comprendido entre 100  $\mu\text{m}$  y 200  $\mu\text{m}$ ;

10 por que dicha cuba de contacto (21) presenta una parte inferior (21a) en forma de tolva, estando el extremo de dicha tolva provisto de medios de purga (21b);

10 por que dichos medios de agitación (22) de dicha cuba de contacto (21) están diseñados a fin de poder agitar el contenido de la parte superior de dicha cuba de contacto (21) sin agitar el contenido de la parte inferior (21a) en forma de tolva.

15 9. Instalación según la reivindicación 8, caracterizada por que dicho material poroso es un PEHD.

20 10. Instalación según la reivindicación 8 o 9, caracterizada por que la capa de material poroso que forma dicho tamiz (9) está organizada en una estructura en forma de tubo o de caja, ejerciéndose la filtración del exterior hacia el interior del tubo o de la caja, estando dichos medios de evacuación de dicha cuba unidos en el interior del tubo o de la caja.

25 11. Instalación según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizada por que dichos medios de agitación (22) de dicha cuba de contacto (21) incluyen un rotor de palas montadas móviles verticalmente en éste, unos medios (22a) que permiten hacer variar la velocidad de rotación de dicho rotor y unos medios (22b) que permiten hacer variar la posición vertical del rotor en dicha cuba.

30 12. Instalación según una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizada por que comprende un filtro (13) para filtrar las aguas a tratar, previsto aguas arriba de dicha cuba de contacto (21) y que presenta un umbral de corte comprendido entre 1 mm y 5 mm.

30 13. Instalación según una de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizada por que dicha instalación comprende unos medios de inyección de coagulante (33) en una zona de coagulación (3), y unos medios de inyección de floculante (43) en una zona de floculación (4).

35 14. Instalación según la reivindicación 13, caracterizada por que comprende unos medios de inyección de balasto (45) en dicha zona de floculación (4).

40 15. Instalación según la reivindicación 14, caracterizada porque incluye unos medios de extracción (7) de lodos que provienen de dichos medios de clarificación unidos a unos medios de tratamiento de dichos lodos que permite extraer la parte esencial del balasto que contienen, y unos medios de distribución del balasto extraído en dicha zona de floculación (4).

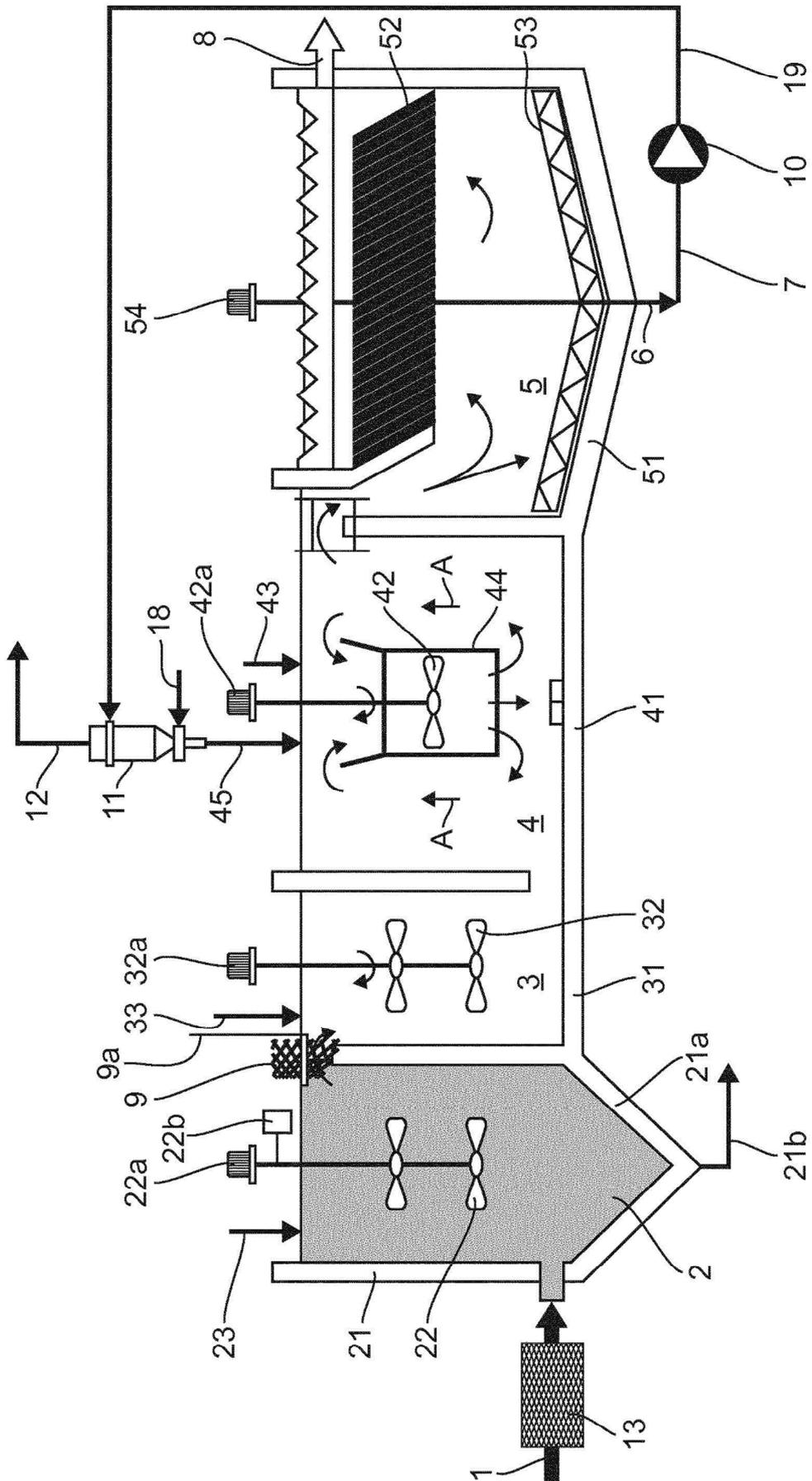


Fig.1

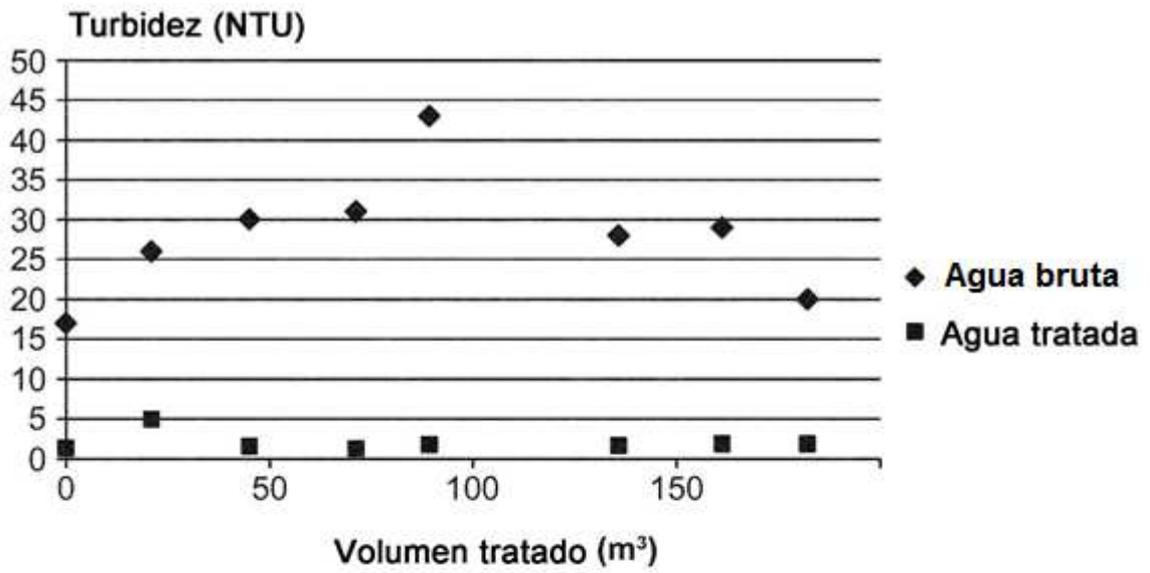


Fig. 2

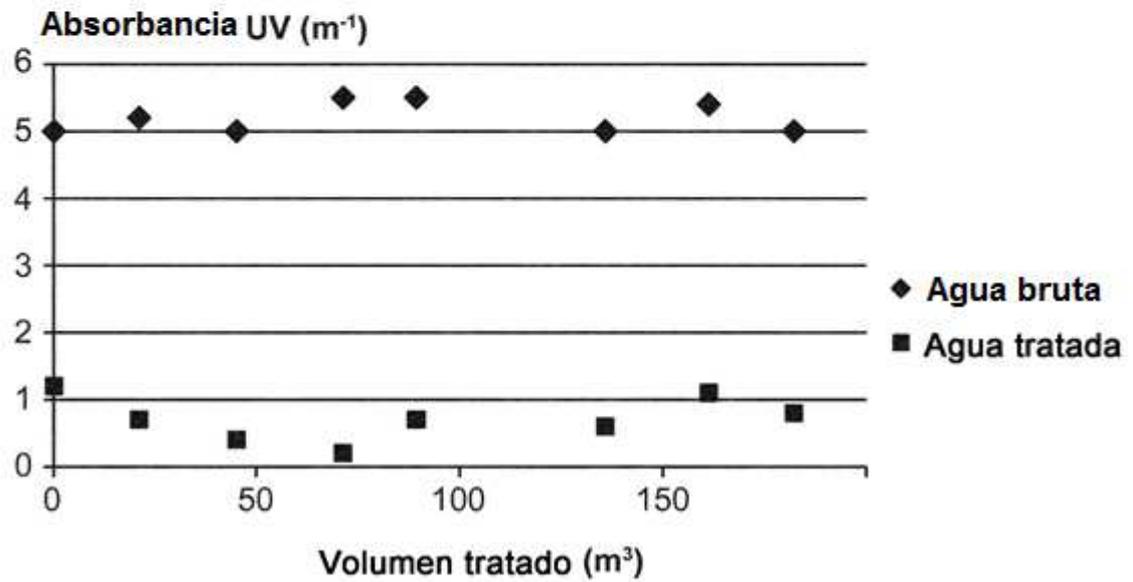


Fig. 3