

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 242**

51 Int. Cl.:

C02F 1/28 (2006.01)

C02F 1/78 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2015 PCT/EP2015/063669**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2015 WO15193410**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2015 E 15728907 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 3157873**

54 Título: **Procedimiento de tratamiento de agua por adsorción y filtración sobre lecho de material granular**

30 Prioridad:

18.06.2014 FR 1455618

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

23.09.2020

73 Titular/es:

**VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES
SUPPORT (100.0%)**

**L'Aquarène 1 Place Montgolfier
94417 Saint-Maurice Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**GAID, ABDELKADER y
SAUVIGNET, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 784 242 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 y filtración sobre lecho de material granular

5 1. Campo de la invención

La invención se refiere al campo del tratamiento del agua.

10 Más precisamente, la invención se refiere a un procedimiento de tratamiento de agua para reducir su contenido de materias orgánicas, así como su contenido de microcontaminantes. Tales microcontaminantes pueden estar constituidos, especialmente, por pesticidas, disruptores endocrinos, residuos de medicamentos o residuos de productos industriales.

15 El procedimiento según la invención se inscribe en el ámbito de los procedimientos de tratamiento de agua que utilizan un material granular que permite la retención de las materias orgánicas y de los microcontaminantes que contienen.

20 El procedimiento objeto de la invención encuentra su aplicación especialmente en el campo de la potabilización del agua, en el campo del tratamiento terciario de las aguas residuales y en el campo del tratamiento de las aguas industriales para su vertido en el medio natural o su reutilización.

2. Técnica anterior

25 Se conocen de la técnica anterior diferentes procedimientos de tratamiento de agua que utilizan un material granular para retener las materias orgánicas y, llegado el caso, los microcontaminantes, contenidos en un agua o en un efluente.

30 Así, las técnicas más básicas utilizan una filtración sobre simple lecho de arena. Cuando tal lecho se obstruye, la filtración debe detenerse para lavarlo, generalmente enviando a contracorriente agua tratada (retro-lavado).

Otras técnicas que utilizan la arena en unos dispositivos más complejos permiten limpiar la arena durante el funcionamiento del filtro, sin interrupción de la filtración.

35 Se conoce así por la solicitud de patente FR2342769A un procedimiento de filtración de agua que consiste en hacer transitar un agua a tratar en un reactor que contiene un lecho de arena según un flujo ascendente, a una velocidad que no permite la fluidización del lecho pero que permite a la arena migrar conforme avanza la filtración hacia la parte inferior de dicho reactor; extraer la arena sucia continuamente de la base del reactor mediante una canalización prevista dentro del reactor en la que se insufla un gas; en limpiar continuamente la arena sucia así extraída a fin de obtener una arena limpia; y en reinyectar la arena así limpiada en una parte superior del lecho.

40 La arena, si permite una filtración física, no permite, sin embargo, la retención de las materias orgánicas no aglomeradas.

45 Unos procedimientos más perfeccionados, acoplados a veces a una filtración de arena, utilizan una filtración de uno o varios materiales granulares adsorbentes. Entre estos materiales adsorbentes, el carbón activado es un material preferido debido a su superficie específica muy elevada proporcional a su capacidad de adsorción.

Algunos procedimientos utilizan así una etapa de filtración del agua sobre un lecho de carbón activado en grano (CAG). El carbón activado en grano está constituido de partículas que presentan un tamaño medio comprendido entre 1 mm y 3 mm.

50 Tal material presenta unas propiedades de filtración y de adsorción.

55 El CAG presenta también la ventaja de ser regenerable, en el sentido en el que se le puede aplicar un tratamiento físico y/o físico-químico a fin de restaurar, al menos parcialmente, sus capacidades de adsorción. Para hacer esto, el procedimiento más habitualmente utilizado consiste en una reactivación térmica, realizada en un horno en el interior del cual prevalece una temperatura elevada (alrededor de 800°C) que permite que las moléculas adsorbidas se destruyan por el calor. Se puede utilizar vapor de agua para perfeccionar esta regeneración, pudiendo entonces el carbón activado en grano recobrar una estructura muy similar a su estructura inicial libre de cualquier contaminante. La regeneración del carbón activado en grano se puede efectuar también por lavado ácido o básico lo que, sin embargo, no permite generalmente al CAG recobrar todos sus rendimientos iniciales.

60 El principal inconveniente de la utilización del carbón activado en grano en el ámbito de los procedimientos de tratamiento de agua reside en el hecho de que este material se satura muy rápidamente por las materias que se absorben en el mismo.

65 Esta saturación rápida obliga al usuario a renovarlo frecuentemente. Los costes de explotación se ven incrementados.

Además, la saturación rápida del CAG implica que los rendimientos de los tratamientos de agua que lo utilizan no son ni estables en el tiempo no permanentes, haciendo difícil, o incluso prohibiendo, su utilización para algunas aplicaciones.

5 Se ha observado, por otro lado, que, cuando el carbón activado en grano se saturaba, se podía producir una liberación de las sustancias orgánicas adsorbidas. Tal liberación puede tener unos resultados negativos sobre la calidad final del agua tratada. Para evitar esta consecuencia, la renovación del CAG debe intervenir rápidamente.

10 En la práctica, esta renovación no puede llevarse a cabo sin detener el funcionamiento de las instalaciones. Dando como resultado todos los inconvenientes relacionados a tal interrupción y especialmente una pérdida de productividad de las instalaciones. En la práctica también, la colocación puntual de una gran cantidad de CAG nuevo induce sistemáticamente a un periodo de súper rendimiento del sistema y, en consecuencia, a la necesidad de ajustar los sistemas de desinfección, encontrándose modificadas las demandas de oxidante (cloro).

15 Según otro tipo de técnica anterior, se conoce utilizar el carbón activado, no en grano sino en polvo. Según el experto en la técnica del tratamiento del agua, el carbón activado en polvo (CAP) está constituido de partículas que presentan un tamaño medio comprendido entre 5 μm y 50 μm , preferiblemente entre 15 μm y 25 μm , sin tener en cuenta las partículas, mucho más pequeño por lo tanto que el del carbón activado en grano. El CAP presenta, en efecto, con respecto al CAG, la ventaja de poseer una superficie específica mucho más importante.

20 Estas técnicas utilizan unos reactores que contienen CAP en los que el agua a tratar se pone en contacto durante un tiempo suficientemente largo para permitir la buena adsorción sobre el CAP de las materias a eliminar que contiene. Esta puesta en contacto se puede efectuar sobre lecho fijo o fluidizado o por inyección de CAP en un reactor. En este último caso, la mezcla de agua y de CAP es, después de la etapa de puesta en contacto, objeto de una etapa de separación que conduce, por un lado, a la obtención de un carbón activado en polvo cargado con materias adsorbidas y, por otro lado, agua clarificada. Esta etapa de separación se puede efectuar de diferentes maneras, principalmente por decantación o por filtración membranaria o mecánica, o incluso por fluidización (cambio de velocidad hidráulica).

25 Es habitual añadir al agua y al CAP unos productos químicos coagulantes o floculantes que permiten la formación de flóculos dentro de los reactores a fin de facilitar la etapa de separación.

30 El CAP cargado con materias orgánicas, recuperado en forma de lodos a la salida de estos decantadores o membranas, puede tratarse, por ejemplo, en un hidrociclón, a fin de liberarlo de la materia orgánica que ha retenido. El CAP así tratado puede reciclarse en el reactor.

35 Sin embargo, si puede reciclarse, el CAP pierde también poco a poco su poder adsorbente y es necesario reemplazar regularmente una parte del CAP utilizado dentro del reactor por un CAP nuevo. Por lo tanto, deben inyectarse unas cantidades de CAP nuevo paralelamente de forma regular en el reactor para compensar la pérdida de adsorción del CAP usado.

40 Aunque este tipo de procedimiento permite el reemplazo de una parte del CAP usado por un CAP nuevo sin tener que detener las instalaciones que lo utilizan, presenta, por otro lado, otros inconvenientes.

45 Así, el CAP procedente de las purgas del sistema no puede regenerarse en el sentido en que no se conoce ningún tratamiento eficaz económicamente que permita volver a dar al CAP su poder adsorbente de origen o similar a este. De ello resulta la producción de lodos de CAP que deben evacuarse fuera de la fábrica y, por lo tanto, el tratamiento no está exento de inconvenientes. Los lodos deben así deshidratarse antes de transportarse, lo que aumenta los costes asociados a su vertimiento o a su incineración o a su esparcimiento agrícola.

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

55 Además, el tratamiento del agua por el CAP implica frecuentemente tener que recurrir a la utilización paralela de productos químicos, a saber, unos coagulantes y/o floculantes que conducen a la obtención de volúmenes de lodos elevados, que es necesario tratar en industrias paralelas. Los costes se ven, por lo tanto, aumentados.

60 Por otro lado, no es posible utilizar velocidades elevadas para hacer transitar las aguas a tratar en los reactores que lo contienen a fin de limitar las pérdidas de CAP. De esta manera, los reactores deben presentar unos volúmenes importantes, lo que aumenta también los costes de tales tratamientos.

65 Cabe señalar también que, cuando la etapa de separación se efectúa gracias a unas membranas de ultrafiltración, se observan unas pérdidas en aguas elevadas. En efecto, las frecuencias de retro-lavado de las membranas deben duplicarse o triplicarse a fin de limitar la formación de una torta de CAP sobre sus superficies que generan unas pérdidas de capacidad de filtración. Ello da como resultado unos volúmenes de aguas sucias y, por lo tanto, unas pérdidas de aguas significativamente aumentadas.

3. Objetivos de la invención

5 El objetivo de la presente invención es proponer un procedimiento de tratamiento de agua para eliminar las materias orgánicas y los microcontaminantes utilizando un material granular adsorbente que puede renovarse sin tener que interrumpir el tratamiento.

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

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

15 Así, un objetivo de la invención es divulgar tal procedimiento que no necesita la utilización conjunta de productos químicos tales como coagulantes o floculantes.

20 Como corolario, un objetivo de la presente invención es también proponer tal procedimiento que no conduce a la formación de lodos que deban ser objeto de etapas de tratamiento específicas, tales como un espesamiento y una deshidratación.

También un objetivo de la presente invención es describir tal procedimiento que, en al menos algunos modos de realización, se puede aplicar en unas instalaciones que presentan un volumen reducido con respecto a las utilizadas según los procedimientos de la técnica anterior, a niveles de tratamiento sustancialmente iguales.

25 También otro objetivo de la presente invención es divulgar tal procedimiento que, en al menos algunos modos de realización, se puede llevar a cabo con un material granular fácilmente regenerable.

4. Exposición de la invención

30 Estos objetivos, así como otros que aparecerán a continuación, se alcanzan gracias a la invención, que se refiere a un procedimiento de tratamiento de agua por filtración sobre un lecho de material granular para reducir el contenido de contaminantes, comprendiendo dicho procedimiento las etapas que consisten:

35 en hacer transitar un agua a tratar en un reactor que contiene dicho lecho según un flujo ascendente a una velocidad que no permite la fluidización de dicho lecho pero que permite que dicho material granular migre a medida que avanza la filtración hacia la parte inferior de dicho reactor;

40 en extraer continuamente de la base del reactor, mediante una canalización en la que se insufla un gas, un material granular sucio constituido de material granular, de contaminantes adsorbidos sobre este y de partículas filtradas por este;

en limpiar físicamente, de manera continua o intermitente, dicho material granular sucio así extraído a fin de obtener un material granular limpio esencialmente liberado de dichos contaminantes y de dichas partículas;

45 en reinyectar el material granular así limpio en dicho lecho;

El procedimiento según la invención se caracteriza por que dicho material granular es un material granular adsorbente y por que comprende:

50 una etapa, continua o intermitente, que consiste en evacuar, durante la filtración, una parte de dicho material granular sucio extraído de la base del reactor; y

55 una etapa, continua o intermitente, que consiste en introducir, durante la filtración, en dicho reactor, un material granular nuevo en cantidad suficiente para compensar dicha parte de material granular evacuado.

Así, la invención propone evacuar del reactor un material granular adsorbente, presentando este, debido a su naturaleza, unas capacidades de adsorción que disminuyen en el tiempo, mientras que la filtración tiene lugar, y sustituir el material así evacuado por un material granular adsorbente nuevo, todavía mientras la filtración tiene lugar.

60 Esta característica del procedimiento permite la renovación del material adsorbente sin tener que detener la filtración, es decir sin tener que parar el reactor en el que se realiza el procedimiento.

La realización del procedimiento según la invención no implica la detención del funcionamiento del reactor, por lo tanto, su productividad se aumenta con respecto a unos procedimientos de la técnica anterior.

65 Según el procedimiento de la invención, el material granular adsorbente se limpia, por lo tanto, no sólo

permanentemente, sino que también se renueva en parte permanentemente. Es así posible mantener un nivel de tratamiento sustancialmente constante en el tiempo, sin tener que interrumpir el funcionamiento del reactor en el que se realiza el procedimiento.

5 En la práctica, esta renovación podrá efectuarse evacuando intermitentemente unas cantidades de material granular sucio, o también desviando continuamente una parte del flujo de material granular sucio evacuado por la base del reactor.

10 Con respecto a los procedimientos del estado de la técnica que aplican una etapa de puesta en contacto del agua a tratar con un material granular adsorbente seguida de una etapa de separación membranaria o por decantación, el procedimiento según la invención presenta la triple ventaja de poder realizarse en instalaciones de dimensiones más reducidas, de no conducir a la formación de lodos que implican un tratamiento específico, y de no necesitar ningún aporte de productos químicos de tipo coagulante o floculante. Es así más económico que los procedimientos de la técnica anterior.

15 Podría considerarse realizar dicha etapa, continua o intermitente, que consiste en evacuar, durante la filtración, una parte de dicho material granular sucio, efectuando tal extracción directamente en la parte inferior del reactor, por ejemplo, gracias a unos medios de purga previstos para ello.

20 Sin embargo, preferiblemente, esta etapa se efectúa sacando dicha parte desde la canalización en la que se insufla un gas ("air-lift") utilizada para extraer de la base del reactor el material granular sucio con el objetivo de limpiarlo. En este ámbito, se utiliza para la realización del procedimiento un reactor provisto de tal canalización montada externa con respecto al cuerpo mismo del reactor.

25 La realización de la extracción de material granular sucio desde tal canalización externa al reactor facilita la realización de esta etapa. En efecto, tal canalización puede estar provista de medios de purgas, que permiten evacuar de vez en cuando unas cantidades de material granular sucio desde esta.

30 Según otro modo de realización, esta canalización podrá estar prevista de medios que permiten evacuar de forma continua una parte del flujo de material que transita por esta. Sea cual sea el modo de evacuación utilizado, este permite extraer del reactor una parte de material granular durante el uso a fin de proceder a la renovación progresiva de este en el reactor, aportando en el reactor una parte de material granular nuevo, permitiendo compensar las cantidades de material granular sucio evacuado y así mantener en el tiempo los rendimientos de tratamiento del procedimiento.

35 Se podrá considerar la utilización de diferentes tipos de materiales granulares adsorbentes en el ámbito del procedimiento según la invención, así, se podrá considerar la utilización especialmente del carbón activado, arcilla expandida o también resinas. Sin embargo, el material utilizado será preferiblemente un carbón activado en microgranos.

40 De manera preferida entre todas, el carbón activado no se utilizará no obstante ni en su forma de "carbón activado en polvo" (CAP) ni en su forma de "carbón activado en granos" (CAG), según las definiciones de vocablos por el experto en la técnica precisadas anteriormente, sino en forma de aglomerados de partículas de carbón activado, presentando dichos aglomerados un tamaño medio comprendido entre 200 μm y 1000 μm , preferiblemente entre 400 μm a 600 μm , y un índice de yodo superior a 1000 mg/g.

45 Tales aglomerados, disponibles en el mercado, presentan una granulometría menos elevada que la del CAG y más elevada que la del CAP. Presentan además unas superficies específicas, representativas de sus capacidades de adsorción, en el mismo orden que las del CAP. Presentan también la ventaja de ser auto-drenantes, lo que permite su recuperación después del drenado en una forma prácticamente seca, y la ventaja de poder regenerarse fácilmente por vía térmica. Permiten una excelente adsorción de la materia orgánica y de los microcontaminantes y presentan también un poder de filtración.

50 Ventajosamente, el procedimiento según la invención comprende una etapa adicional de escurrido de dicho material granular, constituido de los aglomerados de partículas de carbón activado, sucio, evacuado. Tal etapa de escurrido es una etapa simple que permite poner tal material en condición de sufrir después directamente un procedimiento de regeneración térmica. Según tal variante, no es necesario someter al material granular sucio a una etapa de tratamiento que tiene como objetivo separar las materias orgánicas retenidas, etapa que llevaría a la producción de lodos. El procedimiento según la invención, como ya se ha indicado anteriormente, permite en efecto librarse de tal producción que genera unos costes de tratamiento elevados y unas instalaciones específicas. Por el contrario, después de un simple escurrido, el material granular puede almacenarse simplemente en barriles, para su transporte hacia una unidad de regeneración térmica, que puede encargarse por el proveedor de este material, en ausencia de otro tratamiento. Las instalaciones de tratamiento de agua que aplican el procedimiento de la invención no necesitan, por lo tanto, ninguna cadena específica de tratamiento del material granular sucio ni para su limpieza ni para su regeneración, lo que permite, con respecto a las técnicas de la técnica anterior, al mismo tiempo disminuir los costes de explotación y los costes de mantenimiento.

- 5 Según una variante interesante, el gas insuflado en la canalización utilizada para extraer el material granular sucio de la base del reactor comprende ozono o está constituido de ozono, comprendiendo entonces el procedimiento una etapa suplementaria de oxidación de los contaminantes adsorbidos sobre el material granular extraído gracias a este gas, como por ejemplo el manganeso soluble o el hierro soluble. Tal gas constituido de ozono o que incluye ozono responde por lo tanto a la función física requerida para realizar un "air-lift" pero responde además a una función química de oxidación de la materia orgánica que permite su degradación. Los rendimientos del procedimiento de filtración y adsorción según la invención se ven así todavía mejorados.
- 10 Preferiblemente, dicha etapa que consiste en hacer transitar el agua a tratar en dicho reactor se efectúa de tal manera que el tiempo de contacto de dicha agua con dicho material granular está comprendido entre 5 minutos y 20 minutos, preferiblemente entre 8 minutos y 12 minutos. Tales tiempos son compatibles con la obtención de un nivel de tratamiento de calidad, limitando al mismo tiempo el volumen del reactor.
- 15 Ventajosamente, dicha etapa que consiste en hacer transitar el agua a tratar en dicho reactor se efectúa a una velocidad comprendida entre 5 m/h y la velocidad de fluidización, típicamente 50 m/h, y preferiblemente entre 10 y 20 m/h. Tales velocidades se seleccionan para permitir un tiempo de contacto entre el material granular y el efluente dentro del lecho suficiente para permitir la adsorción de la materia orgánica y de los microcontaminantes y una filtración que conduce a una reducción de la contaminación y de la turbidez.
- 20 El aporte de material nuevo podrá efectuarse manualmente. Sin embargo, según una variante, el procedimiento comprende una etapa de medición de la calidad del agua tratada, y una etapa de distribución automática en el reactor de material granular nuevo en función de los resultados de dichas mediciones.
- 25 Ventajosamente, dicha etapa, continua o intermitente, que consiste en evacuar, durante la filtración, una parte de dicho material granular sucio extraído de la base del reactor y dicha etapa, continua o intermitente, que consiste en introducir, durante la filtración, en dicho reactor, un material granular nuevo, se efectúan a fin de observar una tasa de renovación de dicho material granular comprendido entre 2 g/m³ y 50 g/m³ de agua a tratar, preferiblemente entre 10 g/m³ y 20 g/m³ de agua a tratar.
- 30 Tal tasa de renovación permitirá mantener, en la mayoría de los casos, los rendimientos del procedimiento.
- 35 El procedimiento según la invención se podrá realizar en una instalación que incluye un reactor cuyo cuerpo presenta una parte cilíndrica y una base esencialmente cónica, recibiendo dicho cuerpo en su interior un lecho de material granular adsorbente, estando el reactor provisto de medios de introducción de agua bruta, de medios de extracción, preferiblemente por desagüe, de agua filtrada previstos en su parte superior, y de medios de extracción de material granular sucio previstos en su parte inferior que incluyen una canalización en la que se insufla un gas, diseñada para volver a llevar el material granular sucio a la parte superior del reactor; medios de limpieza de este material granular sucio así extraído para obtener de una parte un material granular limpio y unas aguas sucias; medios de reinyección del material granular así limpio en dicho lecho y medios de evacuación de las aguas sucias, comprendiendo la instalación unos medios de evacuación, continua o intermitente, de una parte del material granular sucio extraído de la base del reactor.
- 40 El aporte de material granular nuevo podrá, por su parte, efectuarse manualmente o bien automáticamente, en función de las mediciones efectuadas sobre el agua tratada que sale del reactor. En este último caso, la instalación para la realización del procedimiento según la invención comprende preferiblemente unos medios de medición de la calidad del agua tratada y unos medios de distribución automática en el reactor de material granular nuevo en función de los resultados de dichas mediciones.
- 45 Preferiblemente, la canalización en la que se insufla un gas es externa al cuerpo del reactor, es decir que no está dispuesta en el interior de este cuerpo y no atraviesa por lo tanto el lecho de material granular. Una preferiblemente la base del reactor a su parte superior. Está provista de medios de entrada de un gas que permiten el transporte del material granular sucio a la cabeza del reactor. Así, la evacuación de una parte del material granular sucio puede realizarse desde esta canalización, lo que facilita la realización del procedimiento y el mantenimiento de la instalación.
- 50 También preferiblemente, el material granular que constituye el lecho está constituido de aglomerados de partículas de carbón activado, presentando dichos aglomerados un tamaño medio comprendido entre 200 µm y 1000 µm, preferiblemente entre 400 µm y 600 µm, y un índice de yodo superior a 1000 mg/g.
- 55 Los medios de limpieza del cuerpo del reactor incluyen una rampa helicoidal prevista en la parte superior del cuerpo del reactor, estando la parte superior de esta rampa unida a un extremo de la canalización en la que se insufla un gas y que lo alimenta con material granular sucio a limpiar, y la parte inferior de esta rampa que comunica con el contenido del reactor que recibe el agua filtrada que conoce un movimiento ascendente en este. Gracias a tales medios, el material granular sucio desciende por gravedad a lo largo de la rampa encontrándose con el agua filtrada que sigue un camino inverso. Este cruce provoca la limpieza progresiva del material granular que, a su salida de la rampa, se redistribuye limpio en el lecho.
- 60
- 65

Ventajosamente, el dispositivo para la realización del procedimiento según la invención comprende un deflector previsto dentro del cuerpo del reactor para favorecer la migración del material granular hacia la base del reactor.

- 5 También ventajosamente, el procedimiento se realiza en una instalación provista de medios de distribución uniforme que permiten uniformizar la distribución de agua bruta en el reactor. Estos medios incluyen preferiblemente una pluralidad de rampas dispuestas radialmente. Los extremos distales de estas rampas pueden estar unidas ventajosamente entre sí por un elemento de refuerzo de su estructura, tal como un fleje.
- 10 Finalmente, según una variante interesante, los medios de entrada de un gas en la canalización son unos medios de entrada de ozono o de una mezcla de aire y de ozono.

5. Lista de las figuras

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

- 20 - la figura 1 representa, de manera esquemática, una instalación para la realización del procedimiento según la invención;
- la figura 2 representa, también de manera esquemática, los medios de distribución del agua bruta en el cuerpo del reactor representado en la figura 1;
- 25 - la figura 3 representa, también de manera esquemática, una vista en corte del reactor de la instalación representada en la figura 1, que detalla especialmente los medios de limpieza del material granular sucio extraído de la base del reactor;
- la figura 4 representa un gráfico que compara la reducción de la materia orgánica ("Chemical organic demand" COD) en el tiempo, gracias a la invención.

30 6. Descripción detallada de un modo de realización de la invención

En referencia a las figuras 1 y 3, el procedimiento según la invención se realiza en una instalación que incluye un reactor 1 que comprende un cuerpo de reactor 2 en el interior del cual se deposita un lecho filtrante de material granular adsorbente 3.

Este cuerpo de reactor 2 presenta una parte superior cilíndrica 2a y una parte inferior cónica 2b que forma la base del reactor.

40 Este reactor 1 está provisto en su parte superior de medios de introducción del agua a tratar 4 y de medios de extracción del agua tratada 5.

Este reactor comprende también una canalización 6, montada externa con respecto al cuerpo 2 del reactor 1. Uno de los extremos de esta canalización 6 está unida a una abertura prevista en la parte inferior cónica 2b del cuerpo de reactor 2. El otro extremo de esta canalización 6 se empalma con la parte superior cilíndrica 2a del cuerpo del reactor 2. Esta canalización 6 coopera con unos medios de entrada 7 de gas, en este caso aire, proporcionado por un compresor (no representado).

50 Por lo tanto, están previstos unos medios de drenaje 9 del contenido del reactor en la parte inferior del reactor.

Los medios de introducción de agua bruta 4 en el reactor se prolongan por una canalización 14 que conduce el agua bruta a un dispositivo 11 de distribución uniforme del agua a tratar dentro del lecho filtrante 3.

55 En el interior del reactor, está también previsto un deflector 10 que se presenta en forma de un cono acoplado en el centro del reactor.

Finalmente, el reactor comprende también unos medios de limpieza 20 del material granular previsto en la parte superior del reactor 1 y a nivel de los cuales llega el extremo de la canalización 6. Estos medios de limpieza incluyen una rampa helicoidal 21 cuyo extremo inferior desemboca en el interior del reactor, mientras que el extremo superior coopera con una caja 22 unida a una canalización de evacuación de agua sucia 23.

60 En referencia a la figura 2, el dispositivo 11 de distribución uniforme del agua bruta a tratar dentro del lecho filtrante se presenta en forma de una pluralidad de rampas radiales 12 perforadas con orificios y unidas entre sí por una canalización circular 13 también perforada orificios.

65 La pendiente de la rampa helicoidal está diseñada para permitir el descenso por gravedad de este material granular a

- lo largo de la rampa, a contracorriente de un agua filtrada que remonta ésta. El agua filtrada constituye entonces un agua de lavado que se carga progresivamente de materias orgánicas y que limpia así el material granular. Las aguas sucias se recuperan en la caja 22 prevista en la parte superior de los medios de limpieza 20 y se evacúan por una canalización 23.
- 5 Un deflector 10, constituido por un cono metálico, está previsto en la parte inferior del reactor. Este deflector 10 permite evitar que el agua tratada siga caminos preferidos de tránsito dentro del lecho filtrante 3.
- 10 Conforme a la realización del procedimiento según la invención, el lecho filtrante está constituido de aglomerados de partículas de carbón activado.
- Los aglomerados en cuestión presentan un diámetro medio de 396 μm . El coeficiente de uniformidad de este material es de 1,4. Su densidad aparente es de 510 g/l.
- 15 En referencia a la figura 1, el funcionamiento de la instalación representado para la realización del procedimiento fue el siguiente.
- Durante unos ensayos efectuados, la velocidad de filtración fue de 3,7 m/h, para un tiempo de estancia del agua en el material granular de 9 minutos, que corresponde a un tiempo de estancia global del agua en el reactor de 15 minutos.
- 20 El caudal del air-lift, por su parte, se ha fijado a 0,1 m^3/h .
- El agua a tratar llega por la canalización 4 y se dirige por la canalización 14 hasta unos medios 11 de distribución uniforme. Para unas necesidades experimentales, esta alimentación se efectúa a un caudal de alimentación de 1 m^3/h . Sin embargo, en fase industrial, se podrán utilizar unos caudales de alimentación mucho más elevados, del orden de 10 m^3/h a 15 m^3/h , incluso más.
- 25 El agua transita en el lecho filtrante 3 de material granular adsorbente. Este tránsito permite al mismo tiempo su filtración y la adsorción sobre el material granular en cuestión de la materia orgánica y de los microcontaminantes que contiene. Este tránsito se realiza según un flujo ascendente tal como se representa mediante las flechas no llenas 15. El agua así filtrada se evacúa por los medios de extracción de agua tratada 5 que incluyen un desagüe 17 y una canalización de evacuación 18.
- 30 Dentro del reactor, a medida que se carga de materia orgánica, el material granular adsorbente migra hacia la parte inferior del reactor delimitada por la parte cónica 2b del cuerpo 2 de este. Esta migración se simboliza por las flechas llenas 16. Este material granular sucio se capta finalmente por el air-lift, provocado por el aporte de aire gracias a los medios 7 en la canalización 6, y se reenvía a la parte superior del cuerpo 2 del reactor en los medios de limpieza 20.
- 35 En referencia a la figura 1, sobre la canalización 6 están previstos medios de evacuación 25 que incluyen una canalización 24. Estos medios de evacuación 25 permiten evacuar, durante la filtración, es decir durante el funcionamiento del reactor, una parte del material granular sucio extraído de la base del reactor y durante el transporte hacia los medios de limpieza 20. En la práctica, durante los ensayos efectuados, el caudal de materias evacuadas se ha fijado a 0,08 m/h, es decir un 8% del caudal de tratamiento.
- 40 Para compensar la evacuación de este material granular sucio, que puede efectuarse de manera continua o intermitente, un material nuevo se introduce en el dispositivo como se simboliza mediante la flecha 26.
- El material granular sucio llega, gracias al air-lift, a los medios de limpieza 20 por la canalización 6. Durante su trayecto en la rampa helicoidal 21 encuentra agua filtrada que remonta por esta misma rampa, lo que permite limpiarla. La ventaja de la utilización de tal rampa helicoidal es incrementar el contacto entre el material sucio y el agua de lavado constituida por el agua filtrada. En efecto, existían en la técnica anterior unos dispositivos de limpieza para este tipo de reactor según los cuales sólo una parte del material granular sucio encontraba agua de lavado, lo que conducía a una limpieza imperfecta de esta.
- 50 El agua, constituida por agua a potabilizar que proviene de una presa y que ha sufrido una etapa de clarificación, se ha tratado gracias al procedimiento según la invención del 15 de enero al 17 de febrero de 2014. Antes de la clarificación, el agua presentaba según los periodos una temperatura relativamente estable que varía de 11°C a 13°C y un contenido en materia orgánica (COD) comprendido entre 4 mg/l y 5,5 mg/l.
- 55 A la salida de la clarificación, las aguas brutas presentaban un contenido de COD comprendido entre 3 mg/l y 4 mg/l según el periodo.
- Esta agua ya clarificada se dirigió hacia el dispositivo representado y descrito en referencia a las figuras 1 a 3.
- 60 En referencia a la figura 4, el procedimiento según la invención permite hacer pasar esta COD de 3 mg/l – 4 mg/l a 1,7 – 2,5 mg/l aproximadamente.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de tratamiento de agua por filtración sobre un lecho de material granular para reducir el contenido de contaminantes, comprendiendo dicho procedimiento las etapas que consisten:
- 5 en hacer transitar un agua a tratar en un reactor que contiene dicho lecho según un flujo ascendente a una velocidad que no permite la fluidización de dicho lecho pero que permite que dicho material granular migre a medida que avanza de la filtración hacia la parte inferior de dicho reactor, estando dicho reactor provisto en su parte superior de medios de introducción de dicha agua a tratar;
- 10 en extraer de forma continua de la base del reactor, mediante una canalización en la que se insufla un gas, un material granular sucio constituido de material granular, de contaminantes adsorbidos sobre este y de partículas filtradas por este;
- 15 en limpiar físicamente, de manera continua o intermitente, con la ayuda de medios de limpieza previstos en el reactor y que incluyen una rampa helicoidal prevista en la parte superior del cuerpo del reactor, dicho material granular sucio así extraído a fin de obtener un material granular limpio esencialmente liberado de dichos contaminantes;
- 20 en reinyectar el material granular así limpio en dicho lecho;
- caracterizado por que dicho material granular es un material granular adsorbente, y por que comprende:
- 25 una etapa, continua o intermitente, que consiste en evacuar, durante la filtración, una parte de dicho material granular sucio extraído de la base del reactor, efectuada sacando dicha parte desde dicha canalización, siendo esta externa al cuerpo de dicho reactor; y
- una etapa, continua o intermitente, que consiste en introducir, durante la filtración, en dicho reactor, un material granular nuevo en cantidad suficiente para compensar dicha parte de material granular evacuado.
- 30 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho material granular está constituido de aglomerados de partículas de carbón activado, presentando dichos aglomerados un tamaño medio comprendido entre 200 μm y 1000 μm , y un índice de yodo superior a 1000 mg/g.
- 35 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que comprende una etapa adicional de escurrido de dicho material granular sucio evacuado.
- 40 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que comprende una etapa de almacenamiento en barriles de material granular sucio escurrido, para su transporte hacia una unidad de regeneración, en ausencia de otro tratamiento.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que dicho gas comprende ozono o está constituido de ozono y por que comprende una etapa de oxidación de los contaminantes adsorbidos sobre dicho material granular extraído de la base del reactor gracias a dicho gas.
- 45 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que dicha etapa, que consiste en hacer transitar el agua a tratar en dicho reactor, se efectúa de tal manera que el tiempo de contacto de dicha agua con dicho material granular está comprendido entre 5 y 20 minutos, preferiblemente entre 8 y 12 minutos.
- 50 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que dicha etapa que consiste en hacer transitar el agua a tratar en dicho reactor se efectúa a una velocidad comprendida entre 5 m/h y 50 m/h.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que comprende una etapa de medición de la calidad del agua tratada y una etapa de distribución automática en el reactor de material granular nuevo en función de los resultados de dichas mediciones.
- 55 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que dicha etapa, continua o intermitente, que consiste en evacuar, durante la filtración, una parte de dicho material granular sucio extraído de la base del reactor, y dicha etapa, continua o intermitente, que consiste en introducir, durante la filtración, en dicho reactor, un material granular nuevo, se efectúan a fin de observar una tasa de renovación de dicho material granular comprendido entre 2 g/m³ y 50 g/m³ de agua a tratar.
- 60

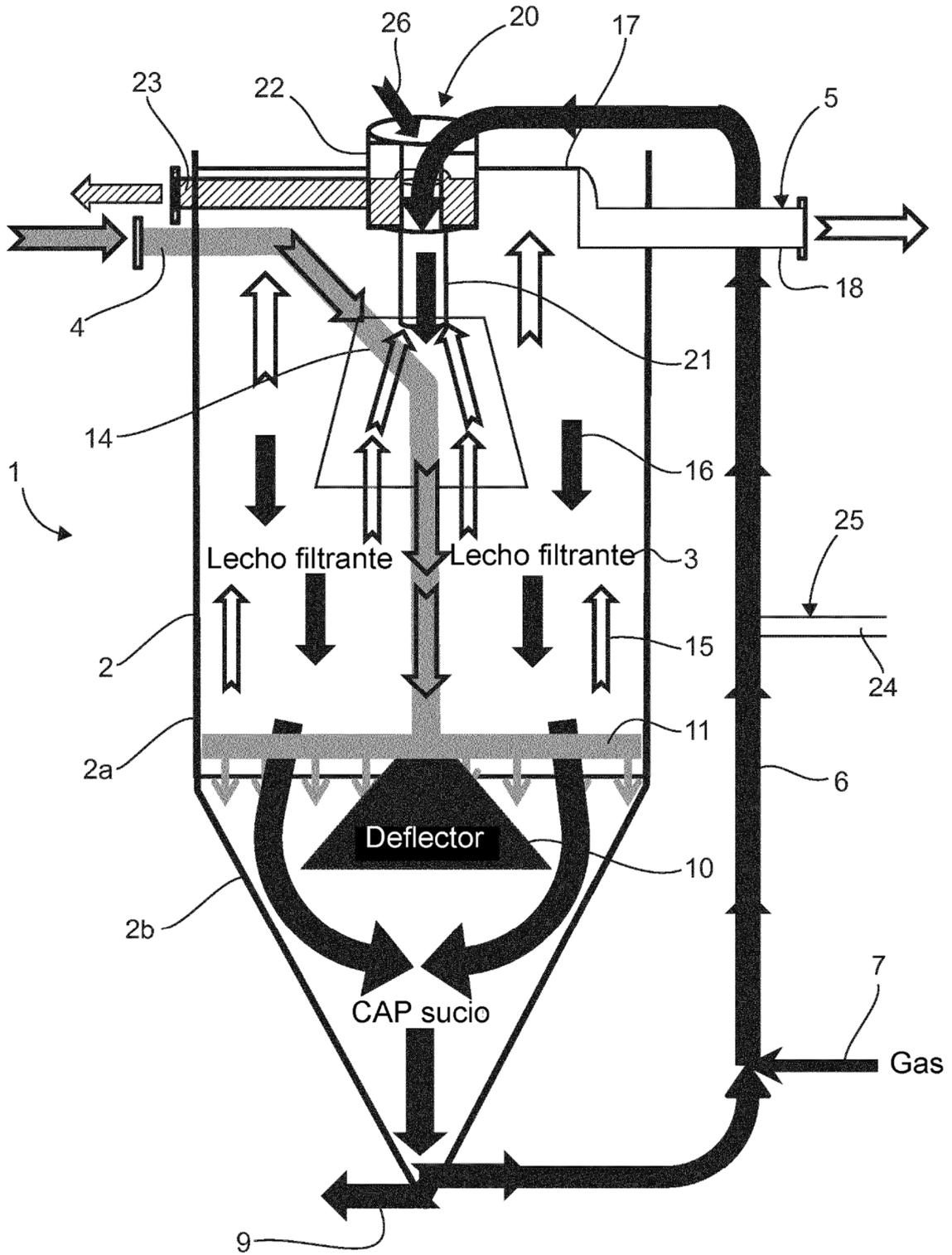


Fig. 1

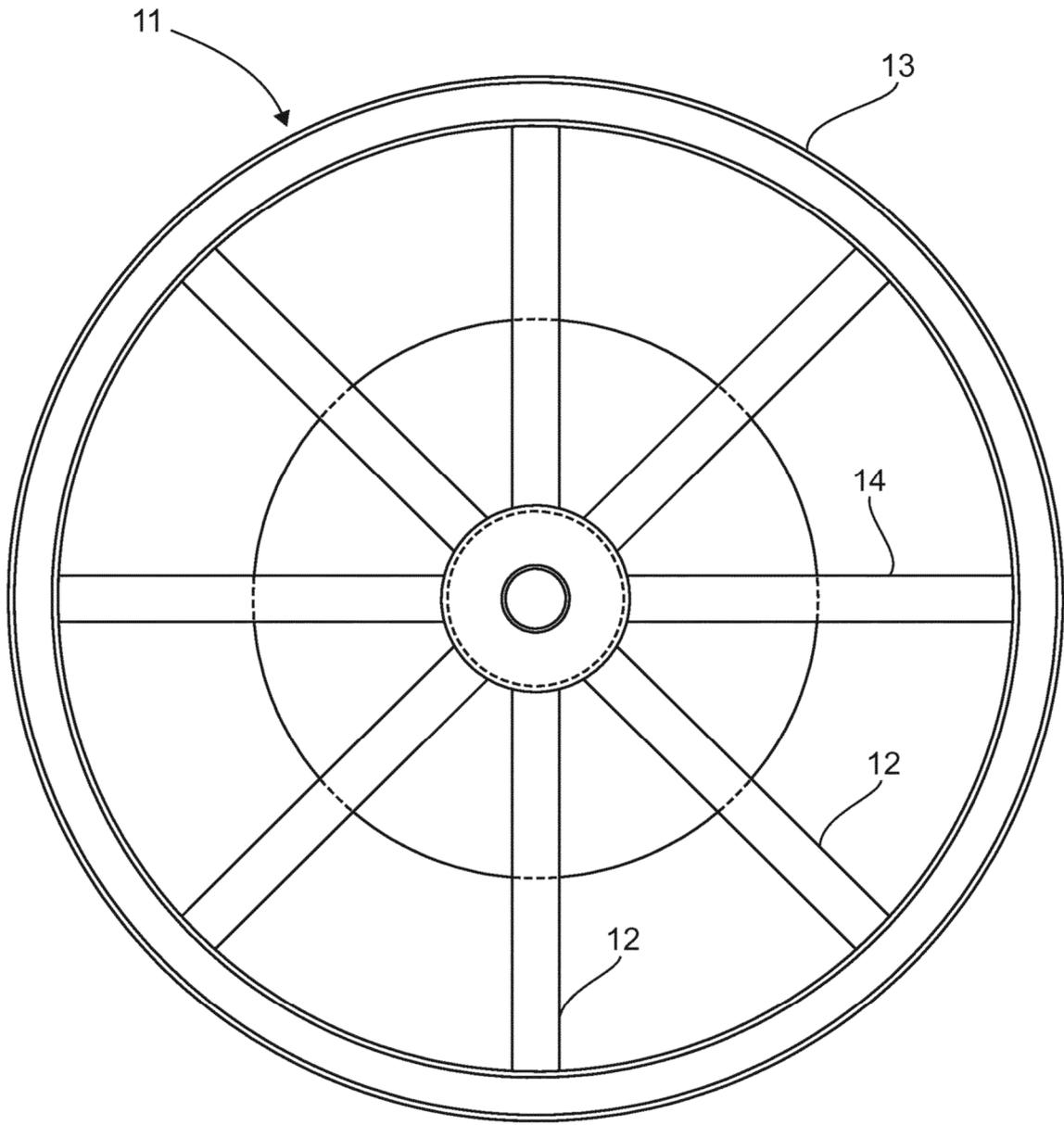


Fig. 2

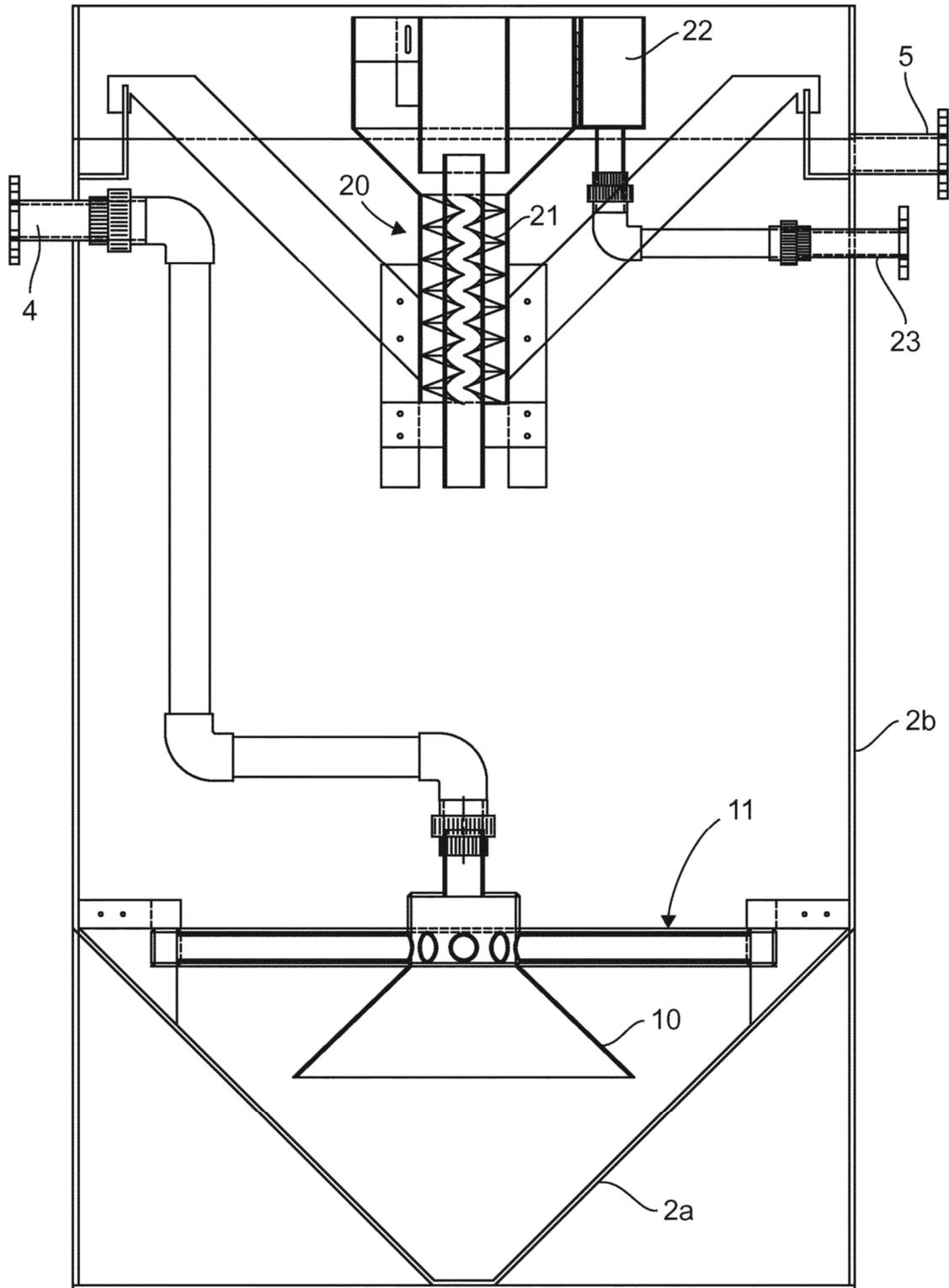


Fig. 3

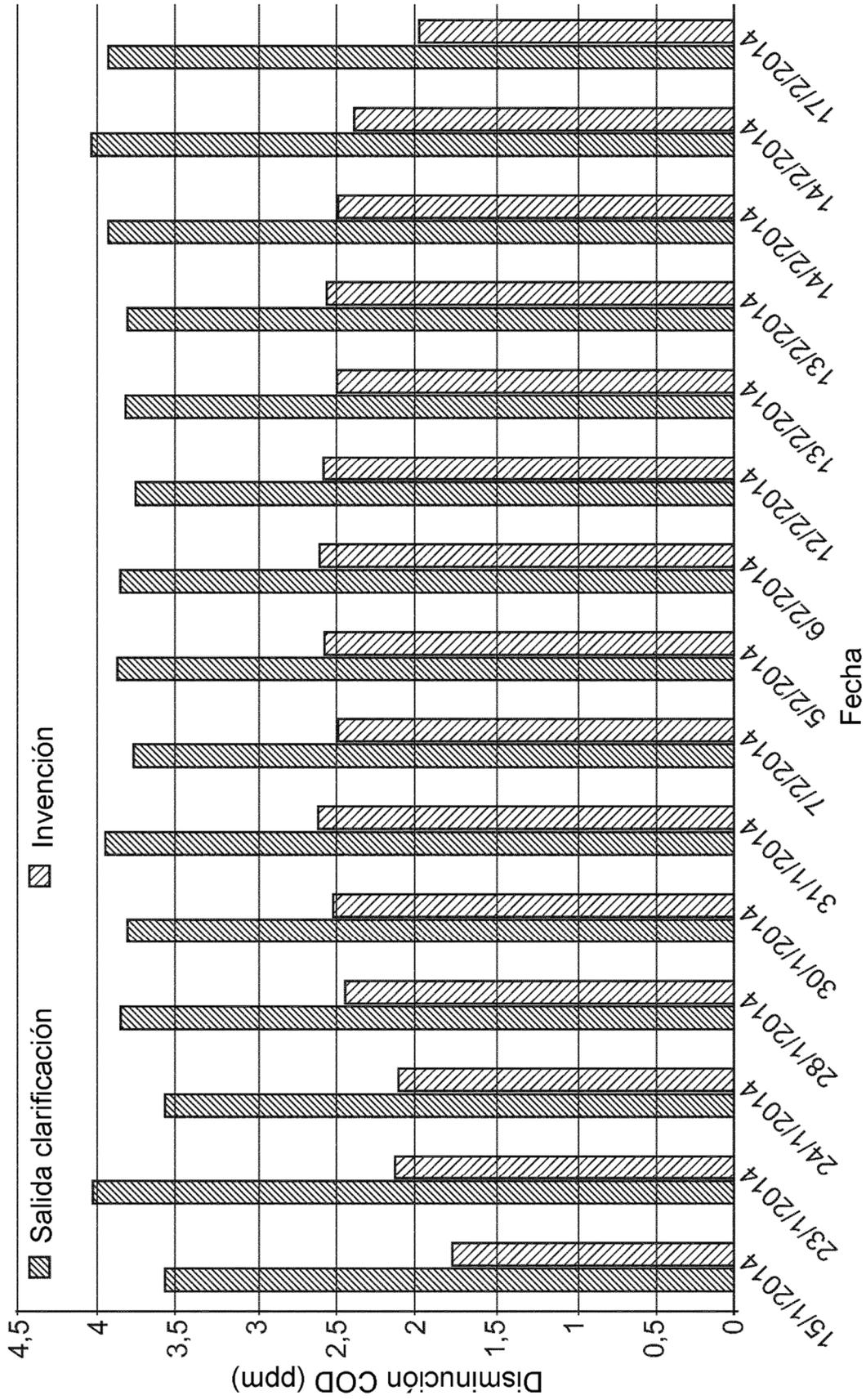


Fig. 4