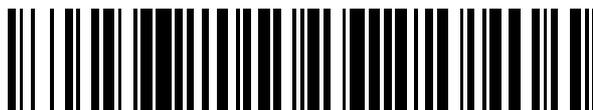


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 455**

51 Int. Cl.:

**C02F 9/14** (2006.01)  
**C02F 3/12** (2006.01)  
**C02F 3/26** (2006.01)  
**C02F 1/44** (2006.01)  
**C02F 1/52** (2006.01)  
**C02F 1/72** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2011 E 11710260 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2015 EP 2526067**

54 Título: **Un procedimiento para el tratamiento aeróbico termófilo de aguas residuales orgánicas concentradas y la planta relacionada**

30 Prioridad:

**22.01.2010 IT CR20100001**

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

**04.02.2016**

73 Titular/es:

**IDROCLEAN S.R.L. (100.0%)  
Via Dell'Industria 13-14-15  
24040 Casirate D'Adda (BG) , IT**

72 Inventor/es:

**BERTANZA, GIORGIO;  
COLLIVIGNARELLI, MARIA, CRISTINA;  
RAVASIO, PIER, FRANCESCO y  
SANCANDI, ALBERTO**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 558 455 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

Un procedimiento para el tratamiento aeróbico termófilo de aguas residuales orgánicas concentradas y la planta relacionada

Esta invención se refiere al campo de sistemas y plantas para el tratamiento de aguas residuales.

- 5 Más en detalle, la invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento aeróbico termófilo de aguas residuales orgánicas concentradas y una planta en la que se implementa dicho procedimiento.

Las mejores técnicas disponibles (BAT, por sus siglas en inglés) en uso hoy en día, identificadas por estándares aplicables actualmente para plantas para el tratamiento químico-físico y biológico de residuos fluidos, indican una amplia variedad de procedimientos y plantas adecuados.

- 10 Donde es posible, se prefieren generalmente procedimientos biológicos en el caso de tratar aguas residuales orgánicas biodegradables. Se usa habitualmente un sistema con un procedimiento aeróbico que implica fangos activos, porque es el mejor conocido y se considera fiable. Las alternativas al procedimiento de fangos activos, tales como sistemas que usan biomasa adherente, no pueden contar con estas características.

Los procedimientos adecuados incluyen las siguientes técnicas en particular, que se clasifican como BAT:

- 15
- sedimentación/floculación;
  - microfiltración y ultrafiltración;
  - ósmosis inversa y nanofiltración;
  - precipitación;
  - oxidación química;
- 20
- tratamientos aeróbicos.

Más en particular, se usan habitualmente plantas biológicas aeróbicas termófilas para tratar aguas residuales con un alto contenido de materia orgánica.

- 25 Los sistemas biológicos aeróbicos termófilos (para tratar aguas residuales con un alto contenido de materia orgánica) se basan en procedimientos a temperaturas más altas que 45°C. Para alcanzar esta temperatura de manera económicamente rentable, es posible generalmente recurrir a una de dos alternativas:

- 30
1. el uso de agua ya calentada que proviene de procedimientos de producción particulares, tales como industrias de fabricación de papel;
  2. el uso de aguas residuales con un alto contenido de materia orgánica; las reacciones de degradación de la materia orgánica son exotérmicas, con lo que los valores de temperatura pueden ser mantenidos sin necesidad de proporcionar una fuente de calor, simplemente asegurando ciertas condiciones, es decir:
- una concentración suficiente de materia orgánica biodegradable;
  - un aislamiento térmico adecuado del reactor.

- 35 Finalmente, es bien sabido que se pueden usar reactores de lecho fluidizado con una sustancia inerte adecuada para servir como medio de soporte difuso para la flora bacteriana adherente que se desarrolla durante el proceso biológico.

- 40 Un problema particular cuando se usan procedimientos termófilos se refiere a las pobres características de sedimentabilidad del fango: esto hace difícil clarificar el efluente y limita la eficacia del tratamiento. La causa del problema estriba en la limitada capacidad de la biomasa para formar grumos, lo que a su vez es debido a una escasez de bacterias formadoras de grumos, que encuentran difícil desarrollarse en un entorno que no es apropiado idealmente para ellas, como en el caso de reactores biológicos que funcionan a altas temperaturas.

Una solución conocida para vencer este problema es adoptar un sistema de filtración (p.ej., ultrafiltración) corriente abajo del reactor de lecho fluidizado a fin de separar la biomasa de las aguas residuales tratadas. El sistema biológico resultante, equipado con tal unidad de filtración, se llama reactor biológico de membrana (MBR, por sus siglas en inglés).

- 45 Por otro lado, los problemas que se derivan del uso de lechos fluidizados se refieren sustancialmente a la necesidad de suministrar artificialmente el sustrato inerte al comienzo del procedimiento y también más tarde debido al arrastre del material en el flujo sobrante de fango que pasa a través de la salida del reactor.

Las técnicas y plantas usadas actualmente tienen generalmente también numerosos otros inconvenientes, que incluyen:

- la necesidad de volúmenes grandes y la ocupación de espacios grandes;
- el potencial para producir emisiones gaseosas con mal olor;
- 5 - una alta salida de fango;
- dificultades con el tratamiento de materia orgánica sintética escasamente biodegradable.

El documento US 2004/159607 A1 describe un procedimiento de tratamiento aeróbico de aguas residuales en condiciones mesófilas donde se usan gránulos de calcita como soporte para los microorganismos aeróbicos.

10 El documento JPA08232595 describe el uso de compuestos de Ca añadidos en un método de procesamiento de aguas residuales de naturaleza orgánica mediante un método anaeróbico de suelos de fangos de tipo flujo ascendente, que reaccionan con el dióxido de carbono generado por fermentación de metano dentro de un reactor, produciendo  $\text{CaCO}_3$ .

15 El objetivo de la presente invención es un procedimiento para el tratamiento aeróbico termófilo de aguas residuales orgánicas concentradas y una planta en la que se implementa dicho procedimiento, que cuenta con técnicas clasificables como BAT, y que vence los problemas que caracterizan aún dichas técnicas convencionales.

En particular, el objetivo de la invención es ofrecer un procedimiento basado en un reactor de lecho fluidizado que usa un dispositivo del tipo MBR que vence los problemas de la sedimentabilidad del fango, en donde ya no hay necesidad de suministrar artificialmente la sustancia inerte usada como medio de soporte difuso para la flora bacteriana adherente que se desarrolla durante el proceso biológico.

20 Objetivos adicionales incluyen: reducir los volúmenes y los espacios necesarios para implementar el procedimiento de tratamiento; evitar la emisión de gases con mal olor desde la planta; reducir la salida de fango de la planta; y permitir el tratamiento económicamente rentable de materia orgánica sintética escasamente biodegradable.

25 Estos objetivos son conseguidos por la presente invención por medio de un procedimiento para el tratamiento aeróbico termófilo de aguas residuales orgánicas concentradas según la reivindicación independiente 1. Están contenidos rasgos adicionales del procedimiento en las reivindicaciones dependientes 2-5. La invención también se refiere a una planta para el tratamiento aeróbico termófilo de aguas residuales orgánicas concentradas de acuerdo con la reivindicación independiente 6. Están contenidos rasgos adicionales de la planta en las reivindicaciones dependientes 7-10. Además de las ventajas conocidas de usar un procedimiento aeróbico termófilo con una biomasa adherente, es decir, altas velocidades de reacción, volúmenes de reactor reducidos, flexibilidad, resistencia a la sobrecarga, estabilidad de proceso, salidas reducidas de fango ya bien estabilizado, equipo más directo en la planta que en las líneas de tratamiento de fango convencionales, las ventajas del procedimiento y de la planta según la invención también incluyen las siguientes:

- 35 - la disminución de parte del dióxido de carbono desarrollado por el proceso de degradación de la materia orgánica y su conversión en carbonato de calcio debido a su reacción con la cal añadida durante el procedimiento; el grado al que el  $\text{CO}_2$  desarrollado por el procedimiento de tratamiento es disminuido puede ser controlado ajustando la cantidad de cal suministrada al reactor termófilo y la retirada equivalente del carbonato de calcio, para estabilizar el valor de operación preajustado para los sólidos totales en suspensión en el lecho fluidizado;
- 40 - la formación de carbonato de calcio que permite obtener de manera económicamente rentable un medio de soporte inerte natural para la biomasa adherente, que no necesita rellenado;
- la contención de emisiones gaseosas con mal olor y su más fácil extracción gracias a las dimensiones más limitadas del reactor;
- 45 - la reducción de los caudales de gases implicados y por consiguiente de los fenómenos de desorción ("stripping") gracias al uso de oxígeno puro en lugar de aire, lo que permite también que el sistema funcione con concentraciones de oxígeno disuelto muy altas (4-8 mg/l); valores que también podrían ser obtenidos usando sistemas de insuflación de aire, pero los costes de operación serían prohibitivos. Esto equivale a la creación de altos gradientes de concentración, que actúan como "fuerza impulsora" para la transferencia de oxígeno entre el entorno líquido y las partes más internas de los grumos de fango, que son generalmente pobres en oxígeno. El oxígeno puede penetrar dentro de la masa de los grumos de fango de manera mucho más eficaz que en sistemas de aire insuflado. Los microorganismos son por tanto provistos idealmente con oxígeno, con lo que pueden conseguir la degradación de la materia orgánica contenida en las aguas residuales hasta un máximo efecto;
- 50 - el problema de la sedimentabilidad limitada del fango termófilo es vencido gracias al sistema de filtración de membrana (ultrafiltración) ubicado corriente abajo del sistema biológico termófilo de lecho fluidizado "natural",

que también puede estar seguido por otros tratamientos de tipo conocido;

- inhibición de los patógenos, un aspecto que puede ser fundamental en el tratamiento de ciertos tipos de aguas residuales, tales como las que proceden de actividades de cría de animales;
- la oportunidad de recuperar calor;
- 5 - el desarrollo de bacterias adecuadas para el procedimiento de tratamiento independientemente de la morfología y capacidad de formación de grumos del fango, lo que conduce a niveles de biodegradación más eficaces;
- una alta capacidad para la degradación incluso de moléculas sintéticas, que no son fácilmente biodegradables en plantas biológicas convencionales;
- el efluente del reactor termófilo es adecuado para un tratamiento biológico mesófilo posterior;
- 10 - el fango que proviene del reactor termófilo puede ser reutilizado en aplicaciones de labranza porque consiste principalmente en carbonato de calcio (que tiene una acción correctora y estabilizante natural sobre el pH del suelo, incluso en áreas con lluvias ácidas) y en materia orgánica estabilizada que no contiene patógenos, materia orgánica biorresistente acumulable, ni metales pesados.

15 Las ventajas de la invención se harán más evidentes a partir de la descripción que sigue, en la que se describen realizaciones preferidas como ejemplos no limitantes con la ayuda de las figuras, en donde:

La Fig. 1 muestra esquemáticamente el concepto básico que está detrás del procedimiento y la planta según la invención;

Las Figs. 2, 3, 4, 5 muestran ejemplos de variantes más complejas del procedimiento ilustrado en la Fig. 1;

La Fig. 6 muestra un detalle de la planta para implementar el procedimiento básico según la invención;

20 La Fig. 7 proporciona datos experimentales sobre la eficacia mensual en la retirada de la COD (demanda química de oxígeno), obtenidos usando las opciones de procesamiento mostradas en las Figs. 1-2 y 3.

La Fig. 8 compara los datos experimentales para las cargas de COD en el agua en la entrada del reactor termófilo y después de su disminución en un reactor preparado según la invención, reunidos para dos periodos de monitorización.

25 Con referencia a la Fig. 1, el procedimiento básico de tratamiento de aguas residuales orgánicas concentradas comprende las siguientes etapas:

- dichas aguas residuales  $Q_{IN}$  son alimentadas para un tratamiento biológico aeróbico termófilo en lecho fluidizado dentro de un reactor 1 cerrado con un sistema 2 para el control termostático de la temperatura basado en un intercambiador de calor interno o externo (que usa agua caliente, por ejemplo), y un sistema 3 de recirculación hidráulica;
- 30 - dichas aguas sufren posteriormente un tratamiento 4 de ultrafiltración;
- se insufla oxígeno  $O_2$  puro dentro de dicho reactor 1;
- se proporciona cal  $Ca(OH)_2$  para el tratamiento biológico aeróbico termófilo en lecho fluidizado;
- dichas aguas residuales tratadas  $Q_{OUT}$  son descargadas posteriormente.

35 La cal  $Ca(OH)_2$  disponible en el reactor 1 es adecuada para formar un medio de soporte inerte natural que consiste en micropartículas de carbonato de calcio  $CaCO_3$  por medio de un proceso de carbonatación con dióxido de carbono  $CO_2$  generado por la degradación del sustrato orgánico en el proceso biológico. Dichas micropartículas son adecuadas para proporcionar un área superficial considerable dispuesta para permitir el desarrollo de una flora bacteriana aeróbica adherente.

40 El tratamiento 4 de ultrafiltración, que se consigue con el equipo de membrana de tipo conocido, permite mantener la biomasa dentro del reactor 1 mientras es descargado el flujo  $Q_{OUT}$  de agua tratada.

La cal  $Ca(OH)_2$  es dosificada bien directamente en la etapa de tratamiento biológico termófilo, como se muestra en la Figura 1, o bien en una etapa previa de retratamiento químico-físico dentro de un reactor 5 de contacto por mezcla, como se muestra en la Figura 2.

45 En una variante adicional del procedimiento mostrada en la Figura 3, hay un tratamiento 6 de nanofiltración realizado según una técnica conocida corriente abajo del tratamiento 4 de ultrafiltración.

La Figura 4 muestra otra variante del procedimiento, en donde un tratamiento de fangos activos mesófilo que

comprende una etapa de tratamiento en un reactor 7 mesófilo y una etapa de sedimentación en un tanque 8 de sedimentación es adoptado como alternativa al sistema 6 de nanofiltración de tipo membrana en serie con el tratamiento 4 de ultrafiltración.

5 El tratamiento biológico termófilo/mesófilo combinado permite una reducción adicional en COD y BOD<sub>5</sub> de aproximadamente 40% y 80%, respectivamente.

10 La Figura 5 muestra una variante, como ejemplo adicional, en donde un tratamiento 9 de oxidación química OX es insertado en la línea de recirculación que lleva el concentrado que proviene de la nanofiltración 6, el objeto de lo cual es aumentar la biodegradabilidad de las aguas residuales y por consiguiente permitir su recirculación en el reactor 1 biológico en lugar de en el compartimiento 5 de tratamiento físico-químico. El tratamiento 9 puede ser de tipo conocido, p.ej, con la adición de nitrógeno o con un procedimiento basado en peróxido de hidrógeno y radiación UV.

El tratamiento de oxidación química también podría ser incluido en otros puntos de la planta (en la configuración básica de la Fig. 1, o en una de las variantes de las Figs. 2-4), también con el fin de proteger el segundo tratamiento biológico (mesófilo) contra cualquier materia tóxica/inhibidora entrante y/o mejorar la eficacia de la retirada de materia orgánica, y/o aumentar la biodegradabilidad de las aguas residuales.

15 Con referencia a las figuras, se da a continuación una descripción de una planta que implementa el procedimiento básico para el tratamiento aeróbico termófilo de aguas residuales orgánicas concentradas, junto con las soluciones alternativas correspondientes y algunos datos sobre la eficacia conseguida.

20 Se obtuvieron resultados notables usando un tanque 1 biológico que funcionaba en condiciones termófilas (T > 45°C) mantenidas por medio de un intercambiador 2 de calor y hecho de cemento reforzado con paredes de 30 cm de espesor cubiertas con paneles prefabricados a fin de contener los olores y mantener la temperatura.

El reactor 1 biológico termófilo tiene un área superficial de 267 m<sup>2</sup> (21 m x 12,8 m) y es de 5,3 m de alto, 1,5 m de los cuales están bajo tierra, proporcionando un volumen útil total de aproximadamente 1.000 m<sup>3</sup>.

25 El reactor 1 biológico es alimentado con un flujo Q<sub>IN</sub> entrante a una velocidad de 8,3 m<sup>3</sup>/h y tiene un flujo Q<sub>MBR</sub> de recirculación (a una velocidad) de 120 m<sup>3</sup>/h que proviene del tratamiento 4 de ultrafiltración, constituyendo así un sistema de tratamiento de tipo MBR.

El sistema de oxidación biológica usa oxígeno puro (añadido en la forma de microburbujas usando el sistema OXY-DEP conocido); esto asegura una oxidación eficaz, reduciendo la acción de desorción o "stripping" de los gases con mal olor, y permitiendo que se cumplan las demandas de oxígeno pico debidas a sobrecarga.

30 Con referencia en particular a la Figura 6, el oxígeno puro es inyectado directamente en mezcladores 10 estáticos (Q<sub>O2</sub>, 75 m<sup>3</sup>/h) para sobresaturar las aguas residuales recirculantes dentro de ellos a un caudal Q<sub>OX</sub> de 300 m<sup>3</sup>/h, tanto para garantizar el suministro al lecho fluidizado como para permitir la entrega de oxígeno al reactor 1. El fluido contiene por tanto microburbujas de oxígeno finamente dispersas dentro de su masa en cantidades más grandes que en sistemas convencionales.

35 Las aguas residuales así enriquecidas son devueltas después al tanque mediante los eyectores 11 líquido-líquido, en cantidad suficiente para llevar todo el flujo de fluido que sale del eyector hasta los valores de saturación correspondientes a la presión de la cabeza hidrostática en el tanque.

Esto hace posible explotar dicha cabeza hidrostática para mantener el oxígeno en contacto con el fluido durante tanto tiempo como sea posible, y también para asegurar la adecuada agitación de las aguas residuales y del lecho fluidizado con una distribución uniforme del gas disuelto.

40 El tratamiento termófilo es alimentado con un suministro de aguas residuales Q<sub>IN</sub> de procesos industriales o el percolato de vertederos a un pH neutro con un alto contenido de materia orgánica, nitrógeno y otros residuos líquidos.

La siguiente tabla muestra los niveles mínimos, máximos y medios de los principales parámetros contaminantes característicos de las aguas residuales suministradas al compartimiento biológico termófilo.

Parámetro	Unidad de medida	Valor		
		media	min	max
Caudal	[m <sup>3</sup> /d]	249	150	516
COD	[mg/l]	24.000	15.723	39.300
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	[mg/l]	250	126	450

## ES 2 558 455 T3

N-NO <sub>x</sub> <sup>-</sup>	[mg/l]	1.190	620	1.560
Cu	[mg/l]	0,03	no registrable	0,18
Cr	[mg/l]	0,007	no registrable	0,07
Ni	[mg/l]	3,8	2	6,7
Zn	[mg/l]	0,73	0,3	1,4

La Figura 7 muestra la eficacia mensual en la retirada de la COD y los valores medios que se refieren a dos periodos de monitorización. Estas eficacias fueron conseguidas usando una planta del tipo MBR, como se muestra en la Figura 2, y una planta del tipo mostrado en la Figura 3. Las eficacias obtenidas fueron como sigue:

5        en el primer caso (Ox + UF), la eficacia en la retirada de la COD fue 81% en el primer periodo y 72% en el segundo;

          en el último caso (Ox + UF + NF), la eficacia en la retirada de la COD fue 89% en el segundo periodo de ensayo solamente.

10        La Figura 8 muestra una comparación entre las cargas de COD en la entrada y después de la disminución en el reactor termófilo durante los dos periodos de monitorización mencionados anteriormente. Claramente, a pesar del aumento en la carga orgánica en la entrada, la carga orgánica disminuida sigue siendo casi la misma.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para el tratamiento aeróbico termófilo de aguas residuales, que comprende las siguientes etapas:
- 5           – dichas aguas residuales son alimentadas para un tratamiento biológico aeróbico termófilo en lecho fluidizado, dentro de un reactor (1) cerrado, provisto con un sistema (2) de control termostático y con un sistema (3) de recirculación hidráulica;
- dichas aguas son remitidas después a un tratamiento (4) de ultrafiltración;
- dichas aguas residuales tratadas son descargadas posteriormente;
- se insufla oxígeno O<sub>2</sub> puro dentro de dicho reactor (1);
- 10           en donde dichas aguas residuales son de tipo orgánico concentrado y dicho procedimiento comprende también la siguiente etapa:
- se proporciona cal Ca(OH)<sub>2</sub> para el tratamiento biológico aeróbico termófilo en lecho fluidizado,
- en donde dicha cal Ca(OH)<sub>2</sub> está dispuesta para formar, por medio de un proceso de carbonatación con dióxido de carbono CO<sub>2</sub> generado por la degradación del sustrato orgánico en el procedimiento aeróbico biológico, un medio de
- 15           soporte inerte natural que consiste en micropartículas de carbonato de calcio CaCO<sub>3</sub>, en donde dichas micropartículas están dispuestas para permitir el desarrollo sobre las mismas de una flora bacteriana aeróbica adherente, y dichas micropartículas cubiertas por dicha flora bacteriana aeróbica adherente, separadas por medio de dicho tratamiento (4) de ultrafiltración, son, al menos parcialmente, reintroducidas en dicho reactor (1) por medio de dicho sistema (3) de recirculación hidráulico.
- 20           2. Un procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la cal Ca(OH)<sub>2</sub> es dosificada directamente en la etapa de tratamiento biológico termófilo o en una etapa de pretratamiento químico y físico previa.
3. Un procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que hay un tratamiento (6) de nanofiltración corriente abajo del tratamiento (4) de ultrafiltración.
4. Un procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que, después de la etapa (4) de ultrafiltración, comprende un tratamiento aeróbico en condiciones (7) mesófilas y un tratamiento (8) de sedimentación por gravedad.
- 25           5. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones previas, caracterizado por que comprende un procedimiento (9) de oxidación química que tiene efecto sobre al menos un flujo hidráulico.
6. Una planta para el tratamiento aeróbico termófilo de aguas residuales, que comprende:
- 30           – un reactor (1) cerrado provisto con una entrada y una salida para dichas aguas residuales, y con medios (2) de control termostáticos, y medios (3) para inducir un flujo de recirculación dispuesto para fluidizar un material granular contenido dentro de dicho reactor, en donde dicho material granular está dispuesto para servir como medio de soporte inerte para una flora bacteriana adherente que implementa el procedimiento de tratamiento biológico aeróbico termófilo en lecho fluidizado;
- 35           – un dispositivo (4) de ultrafiltración conectado a la salida de dicho reactor;
- medios (10, 11) para insuflar oxígeno O<sub>2</sub> puro dentro de dicho reactor,
- en donde dichas aguas residuales son de tipo orgánico concentrado y dicho sistema comprende:
- medios para suministrar cal Ca(OH)<sub>2</sub> a dicho reactor,
- 40           en donde dicho material granular comprende micropartículas de carbonato de calcio CaCO<sub>3</sub>, producido naturalmente por la carbonatación de la cal Ca(OH)<sub>2</sub> con el dióxido de carbono CO<sub>2</sub> generado por la degradación del sustrato orgánico en el procedimiento aeróbico biológico, y dichos medios (3) están dispuestos para reintroducir, al menos parcialmente, dicho material granular, cubierto por dicha flora bacteriana adherente, separado por medio de dicho dispositivo (4) de ultrafiltración, en dicho reactor (1).
- 45           7. Una planta según la reivindicación 6, caracterizada por que comprende un reactor (5) de contacto por mezcla completa en el que se dosifica cal Ca(OH)<sub>2</sub>.
8. Una planta según la reivindicación 6, caracterizada por que está conectado un dispositivo (6) de nanofiltración corriente abajo del dispositivo (4) de ultrafiltración.
9. Una planta según la reivindicación 6, caracterizada por que un dispositivo (7) para tratamiento aeróbico en

condiciones mesófilas y un dispositivo (8) de sedimentación por gravedad están conectados corriente abajo del dispositivo (4) de ultrafiltración.

10. Una planta según cualquiera de las reivindicaciones previas de 6 a 9, caracterizado por que comprende un dispositivo (9) de oxidación química que tiene efecto sobre al menos un flujo hidráulico.

Fig. 1

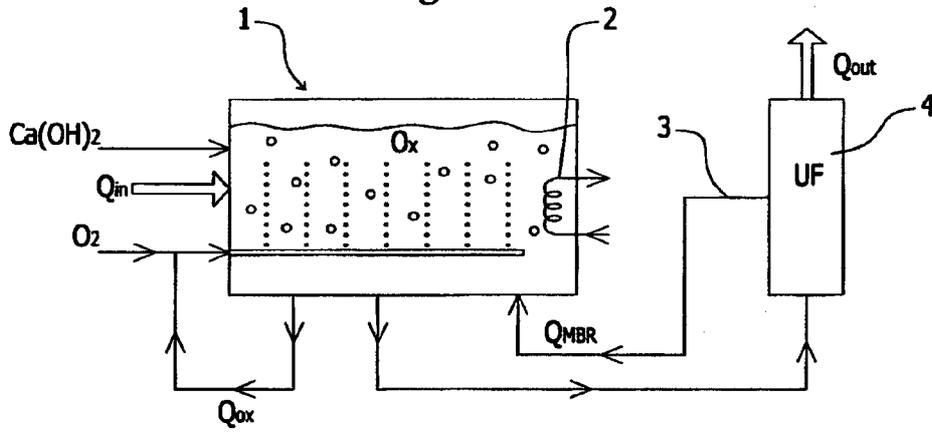


Fig. 2

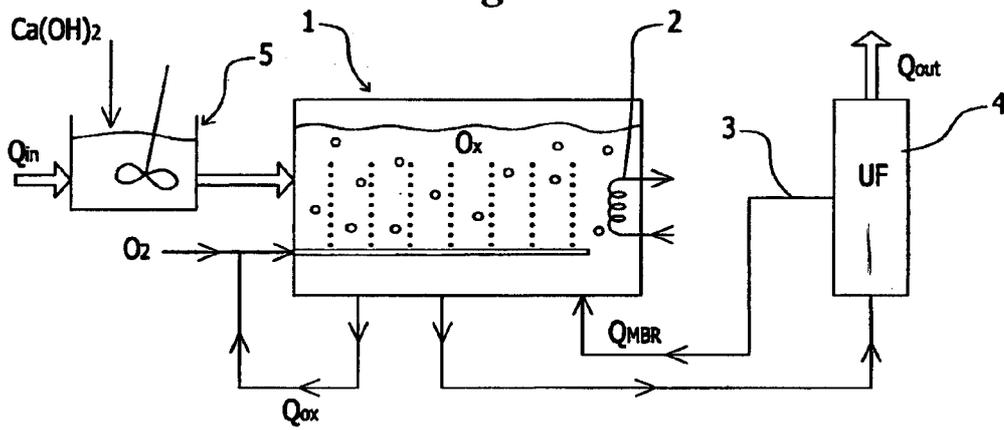


Fig. 3

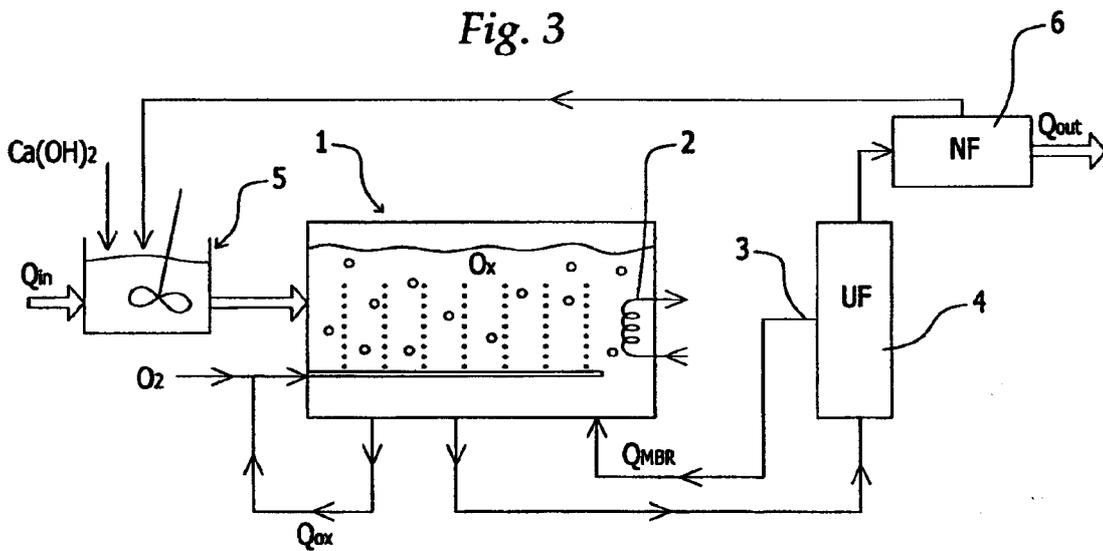


Fig. 4

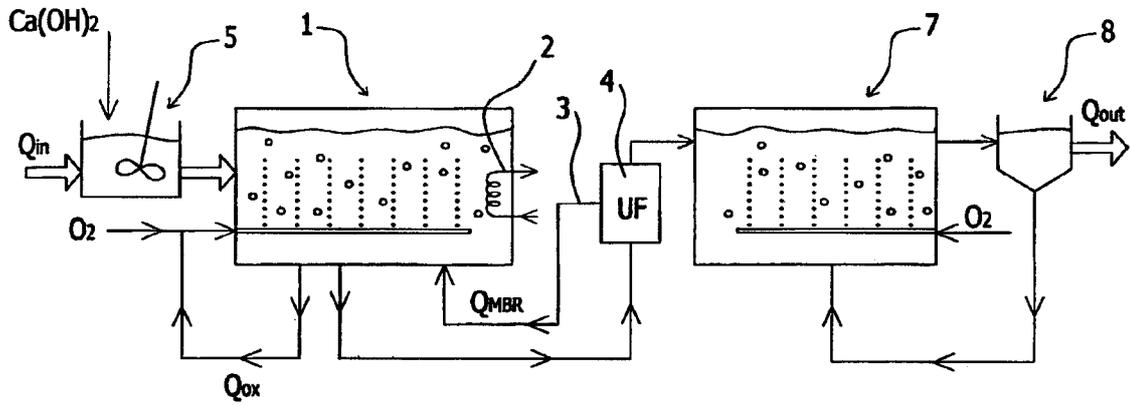


Fig. 5

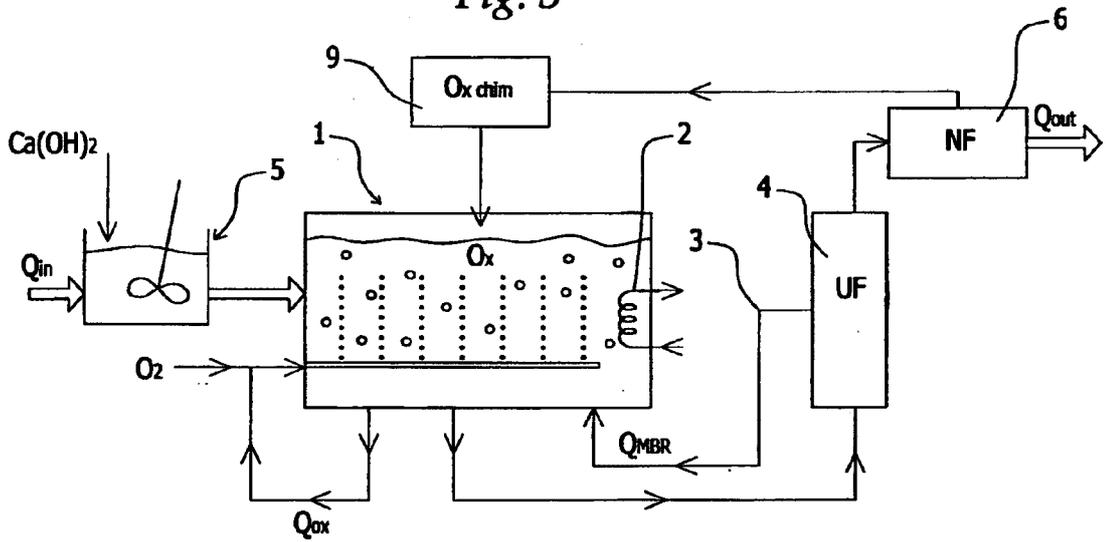


Fig. 6

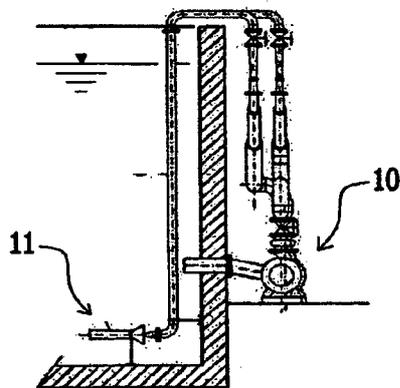


Fig. 7

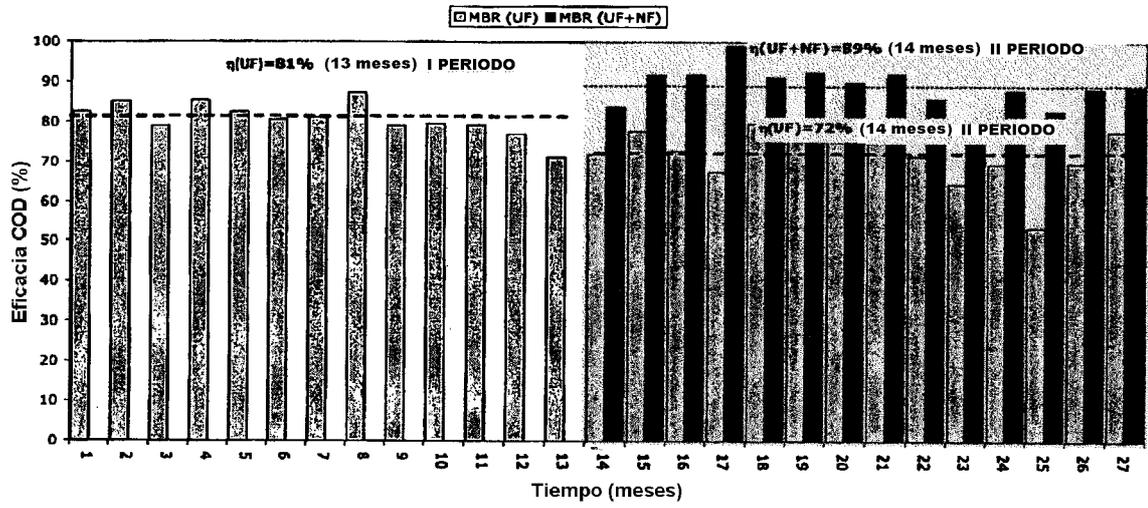


Fig. 8

