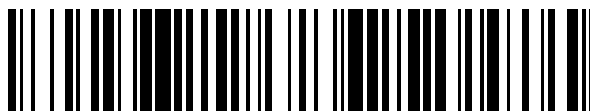


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 614**

51 Int. Cl.:

G01N 33/18 (2006.01)

C02F 1/00 (2006.01)

C02F 101/30 (2006.01)

G01N 1/40 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

C02F 1/78 (2006.01)

C02F 103/34 (2006.01)

G01N 1/20 (2006.01)

G01N 15/02 (2006.01)

G01N 15/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.02.2015 PCT/SE2015/050113**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2015 WO15115995**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.02.2015 E 15743984 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 3102936**

54 Título: **Método para el control en línea de la calidad del agua**

30 Prioridad:

03.02.2014 SE 1450114

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

02.07.2020

73 Titular/es:

**AQUA-Q AB (100.0%)
P.O. Box 115
123 22 Farsta, SE**

72 Inventor/es:

**CHOWDHURY, SUDHIR y
CHOWDHURY, ULLA**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 770 614 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

Método para el control en línea de la calidad del agua

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo del tratamiento del agua y el control de la calidad del agua en un sistema de distribución de agua.

10 Antecedentes de la invención

El acceso al agua de buena calidad es de vital importancia para la humanidad a nivel mundial. Especialmente en los mercados emergentes, el desafío es muy real en muchos países con escasez de agua. La disponibilidad de agua limpia y segura es un problema importante tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo. En la actualidad, el mundo se enfrenta a un desafío difícil para satisfacer la creciente demanda de sistemas de agua potable debido al crecimiento de la población, a la urbanización, al aumento de la contaminación de las masas de agua por diversas actividades industriales y agrícolas, a fuertes lluvias y sequías causadas por el cambio climático y a las demandas de varios usuarios (Vörösmarty et al, 2000; Lee et al. 2005; Moe et al, 2006; Coetser et al, 2007, Theron et al 2008). Según la OMS, más de 1000 millones de personas, principalmente en los países en vías de desarrollo, todavía no tienen acceso a un suministro adecuado de agua potable (Organización Mundial de la Salud, 2004) y, como resultado, la calidad de la salud y el bienestar de los grupos vulnerables (niños, ancianos y pobres) depende de la disponibilidad de un suministro de agua seguro y asequible (Theron et al, 2008; Theron et al, 2002).

Sin embargo, el hecho es que una creciente población humana demanda agua potable limpia y segura de la comunidad. Se estima que 2.200 millones de personas carecen de acceso a agua limpia y segura. Hay 900 millones de enfermedades relacionadas con el agua por año: la mitad de las camas de hospital del mundo están llenas de personas que padecen enfermedades relacionadas con el agua (Organización Mundial de la Salud), afectando principalmente a niños y mujeres. Cada año mueren dos millones de niños, o uno cada 15 segundos, como resultado de beber agua contaminada (Organización Mundial de la Salud). Estos son números increíbles.

Las plantas municipales de tratamiento de aguas residuales que se ocupan de las aguas residuales domésticas y de los efluentes industriales son la principal fuente de contaminación en ríos y lagos. El agua tratada y no tratada, así como los desbordamientos, van directamente a la naturaleza y pueden representar una amenaza para los ecosistemas acuáticos en lagos y ríos. El agua de lagos y ríos es, además, la fuente de agua potable.

A pesar de que el agua potable es nuestro producto más común y valioso, existe una falta de sistemas prácticos de control y detección en tiempo real, así como de sistemas de tratamiento adecuados que aborden la necesidad de detectar posibles microcontaminantes tales como bacterias y parásitos y residuos farmacéuticos en el agua de consumo. Se necesitan sistemas mejorados de vigilancia y muestreo junto con un tratamiento eficaz para detectar y evitar cualquier deterioro repentino en la calidad del agua y para tomar las medidas adecuadas, como desinfección o depuración eficaz.

Hay varios instrumentos en línea disponibles en el mercado hoy en día, por ejemplo, instrumentos para medir el COT (carbono orgánico total), la DBO (demanda biológica de oxígeno), los iones, el cloro, el DO (oxígeno disuelto), etcétera. Lo más común, no obstante, en todas las plantas de tratamiento de agua del mundo es medir el pH, la temperatura, la turbidez y el cloro. Estos parámetros no se procesan y no proporcionan información sobre el crecimiento microbiológico ni el peligro de parásitos como *Cryptosporidium* y *Giardia* ni sobre el aumento de materia orgánica, etc.

Dos ejemplos importantes de microorganismos patógenos que pueden transmitirse a los humanos por el agua contaminada son *Giardia* y *Cryptosporidium*. Los ooquistes de *Cryptosporidium* son comunes y generalizados en el agua ambiental y pueden persistir durante meses en este ambiente. La dosis necesaria para infectar a los humanos (es decir, la dosis infecciosa) es baja, y se han producido varios brotes de enfermedades transmitidas por el agua causadas por este protozoo en todo el mundo, y continúan haciéndolo. El problema se ve agravado por el hecho de que *Cryptosporidium* es resistente a las prácticas de desinfección del agua comúnmente utilizadas, tales como la cloración, y al hecho de que actualmente no existen medicamentos eficaces para prevenir o controlar la gastroenteritis causada por *Cryptosporidium*.

La giardiasis es la infección intestinal por protozoos más comúnmente documentada en todo el mundo. La Organización Mundial de la Salud estima que 200 millones de personas se infectan cada año. Se han documentado infecciones humanas por *Giardia* en todas las principales regiones climáticas, desde el trópico al ártico. Los quistes de *Giardia* son ubicuos en las aguas superficiales de todas las calidades. Dado que las infecciones por *Giardia* están muy extendidas en poblaciones humanas y animales, la contaminación del medio ambiente es inevitable y se han detectado quistes incluso en las aguas superficiales más impolutas.

La fuente de *Cryptosporidium* y *Giardia* relacionada con el ser humano es la de las aguas residuales. Hoy en día no existe un sistema de vigilancia que controle la descarga microbiológica a la naturaleza, es decir, a lagos y ríos. Las

aguas residuales tratadas o no tratadas con carga microbiológica de concentración variable se mezclan con el agua de los lagos y de los ríos, lo que se conoce como "dilución natural".

5 Otra contaminación emergente que, junto con los patógenos, provoca una carga ambiental en las fuentes de agua son los residuos de productos farmacéuticos, que se originan tanto de la industria farmacéutica como del consumo de antibióticos en humanos y animales. Además, los productos de cuidado personal también se han convertido en un problema ambiental de hoy en día.

10 Estos residuos se aferran a microcontaminantes, tales como bacterias y protozoos, en un flujo de agua y causan daños al medio ambiente; y finalmente afectan a los seres humanos. De hecho, las aguas residuales que contienen residuos de fármacos conducen a la contaminación del agua de origen, utilizada para la producción de agua potable. Parece que los residuos de productos farmacéuticos/de cuidado personal son un problema ambiental emergente a escala global.

15 Tal como se usa en el presente documento, el término aguas residuales es cualquier agua que ha sido afectada negativamente en calidad por la influencia antropogénica. Comprende desechos líquidos descargados por residencias domésticas, propiedades comerciales, industrias y/o por la agricultura. Un ejemplo de aguas residuales son las aguas residuales municipales.

20 Se necesitan sistemas de vigilancia sensibles mejorados con muestreo e inactivación de contaminantes para garantizar la aplicación adecuada de diferentes niveles de limpieza del agua para detectar estos contaminantes. El deterioro repentino en la limpieza del agua debido a la presencia de patógenos y de residuos farmacéuticos en las aguas residuales tratadas y en el agua de origen/lago es el desafío de hoy y del mañana.

25 El tratamiento de las aguas residuales es necesario para reducir las cargas orgánicas y los sólidos en suspensión, para limitar la contaminación ambiental y evitar riesgos para la salud. Los métodos de tratamiento existentes utilizados en las aguas residuales municipales son procesos físicos, químicos y biológicos. El proceso fisicoquímico implica una sedimentación primaria y una secundaria usando la precipitación química, la coagulación química y la eliminación de sólidos en suspensión y materia disuelta y la filtración. El tratamiento biológico implica principalmente la producción de lodos activados y de biomasa.

30 Este es un sistema muy complejo y el proceso completo dura alrededor de 24-40 horas e implica varias etapas en el tratamiento de aguas residuales (Tansel, 2008). El término "carbono orgánico total" generalmente se refiere al carbono unido en material orgánico derivado de la vegetación en descomposición, el crecimiento bacteriano y las actividades metabólicas de organismos vivos o productos químicos. El alto contenido de carbono orgánico en el agua es un indicador de que es posible el crecimiento microbiológico.

35 Los patógenos tales como *Cryptosporidium*, *Giardia*, anquilostoma, amebas y bacterias y los residuos farmacéuticos pueden estar presentes en aguas residuales no tratadas o tratadas de manera insuficiente y si este agua llega al río/lago, el agua se vuelve no apta como fuente de agua potable, ya que no hay un sistema de control que brinde información sobre la contaminación.

40 Se están desarrollando nuevas tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, como BRM (biorreactores de membrana), separaciones de orgánicos por nanotecnología, ultrafiltración y nanofiltración, etcétera.

45 El enfoque en el tratamiento de aguas residuales de hoy en día es eliminar el nitrógeno y el fósforo y convertir los desechos en energía. Se han identificado y desarrollado nanotecnología y biorreactores de membrana BRM de diferente tamaño y capacidad para proporcionar soluciones para muchas de las dificultades asociadas con el tratamiento y la calidad del agua (Theron et al, 2008)

50 Considerando la importancia del agua potable en todo el mundo y teniendo en cuenta las preocupaciones sobre la viabilidad de las prácticas recientes para satisfacer la creciente demanda de agua, existe una necesidad apremiante de desarrollar nuevas tecnologías y materiales que aborden los desafíos asociados con la limpieza del agua potable segura, del agua reciclada y del agua de origen y de los lagos que se utilizará para diferentes propósitos. Si bien hoy en día se están desarrollando nuevas tecnologías de tratamiento de agua, existe la necesidad de un nuevo sistema de depuración rentable, fácil de usar, consistente y más eficaz que en una etapa pueda eliminar/atenuar parásitos, tales como *Cryptosporidium* y *Giardia*, así como también residuos farmacéuticos en el flujo de agua tratado.

55 Actualmente, el método normal de detección de microorganismos en el agua es recolectar 500 ml de muestras de agua al azar en botellas estériles y luego tomar menos de una gota de cada muestra para su análisis. Para determinar la presencia de cualquier microorganismo, la muestra puede someterse a incubación en una placa de agar seguido del recuento de unidades formadoras de colonias en la placa. No hace falta decir que tales métodos tienen varios inconvenientes. Un inconveniente es el alto riesgo de contaminación no detectada debido al carácter aleatorio del muestreo. Otro inconveniente es la baja sensibilidad debido al pequeño volumen analizado: solo se usa una fracción de una gota para el análisis y la evaluación de una muestra de 500 ml.

Para los parásitos, no se realiza un análisis regular estándar debido al alto costo y a la complejidad del análisis. Algunas plantas de tratamiento de agua más grandes analizan muestras una vez al mes o una vez al año. El análisis lleva varias semanas con un alto coste. Además, se necesitan más de 100 litros de agua para realizar un análisis adecuado.

5 Sin embargo, la contaminación microbiológica es propensa a ocurrir de vez en cuando en un sistema de distribución de agua, por muchas razones, por ejemplo si, por alguna razón, el tratamiento del agua falla o la biopelícula se afloja en un sistema de distribución. Tal contaminación microbiológica puede existir por un tiempo muy corto, por ejemplo, de 5 a 60 segundos, o por más tiempo, antes de que la calidad del agua vuelva a la normalidad nuevamente. El
10 muestreo aleatorio de última generación no es adecuado para atrapar este tipo de contaminación microbiológica. Una contaminación de esta naturaleza puede ocurrir varias veces al día/semana/mes y pasar desapercibida pero causar problemas de salud más o menos graves al consumidor.

15 La patente de los Estados Unidos N.º 7.891.235 desvela un método para controlar la calidad del agua en un sistema de agua. En este sistema, se proporciona una tubería de agua para transportar agua en su interior. Un sensor de partículas está en funcionamiento operativo con la tubería de agua. El sensor de partículas cuenta continuamente partículas en el agua de la tubería de agua. El sensor de partículas activa la toma de una muestra de agua solo cuando el recuento de partículas alcanza un nivel predeterminado.

20 La solicitud internacional N.º WO/2002/017975 describe un método para evaluar la presencia de agentes consumidores de ozono en la superficie de un objeto o dentro de un volumen cerrado, proporcionando un fluido que contiene ozono, poniendo el fluido en contacto con el objeto o introduciendo el fluido en el volumen cerrado, midiendo la concentración de ozono en el fluido y evaluando la presencia de los agentes consumidores de ozono en función de la concentración de ozono medida. En particular, el método es aplicable como un método para evaluar la limpieza,
25 expresada en términos de la ausencia esencial de agentes consumidores de ozono, de una superficie o volumen.

La solicitud internacional número WO/2011/061310 describe un sistema de suministro y control de agua que comprende una primera tubería de agua, un sensor de partículas para detectar partículas en el agua en una primera
30 ubicación en dicha tubería; una segunda tubería, en comunicación fluida con la primera tubería por medio de una primera válvula dispuesta en una segunda ubicación en la primera tubería aguas abajo de la primera ubicación; una tercera tubería, en comunicación fluida con la primera tubería en una ubicación entre la primera y la segunda ubicaciones; una segunda válvula, que permite que el agua transportada por la primera tubería fluya hacia la tercera tubería. También se describe un método que usa dicha disposición, que comprende determinar un contenido de partículas en el agua dentro de un intervalo de tamaño de partícula dentro del intervalo de 0,1 a 100 micrómetros en
35 la primera tubería; desencadenar el cierre de la primera válvula y la apertura de la segunda válvula cuando el contenido determinado de partículas es superior a un nivel predeterminado, por lo que el agua que fluye en la primera tubería se desvía de la segunda tubería hacia la tercera tubería.

40 El documento US 2008/067133 A1 desvela un método para aislar los impactos de los eventos de alteración lenta en el transporte de corrosión de aquellos debidos a la corrosión en estado estable en los procesos del ciclo de caldera/vapor. El método incluye el control, en tiempo real, con un contador de partículas o un monitor de partículas de niveles de partículas suspendidas en una corriente de flujo de fluido y la recogida automática de partículas insolubles lo suficientemente grandes como para ser capturadas en un filtro de 0,45 mm cuando, y solo cuando, estos niveles exceden un "umbral de evento".
45

El documento US 2008/289402 A1 describe un método para controlar la calidad del agua en un sistema de agua que comprende una tubería de agua para transportar agua y un sensor de partículas en acoplamiento operativo con la tubería de agua. El sensor de partículas cuenta continuamente partículas en el agua de la tubería de agua y activa la
50 toma de una muestra de agua solo cuando el recuento de partículas alcanza un nivel predeterminado.

El documento WO 2013/091658 A2 describe un dispositivo y un método para detectar partículas, en particular parásitos, en agua potable adaptada a la aplicación en línea. El método comprende: Pasar al menos una parte del agua a través de un filtro; aplicar sonicación indirecta con ultrasonido a dicho filtro para liberar parásitos que se han
55 recogido en dicho filtro sin alterar dichos parásitos; recolectar los parásitos para la detección; y detectar los parásitos recolectados.

Sumario de la invención

60 Un objeto de la presente invención es proporcionar métodos para el tratamiento final del agua, así como el control, el muestreo y la clasificación de los contaminantes (residuos farmacéuticos y los parásitos *Cryptosporidium* y *Giardia*) en tiempo real, mientras que el uso de productos químicos se reduce sustancialmente y se puede obtener agua limpia clasificada para diferentes propósitos.

65 Otro objetivo de la invención es proporcionar una muestra de agua correcta de un volumen preciso de agua con la información de contaminación.

Mediante el método de la presente invención, el muestreo de agua se realiza ventajosamente en caso de contaminación, en lugar de al azar, y mientras persista la contaminación.

5 Otro objetivo de la presente invención es concentrar en tiempo real el volumen de agua muestreado sin destruir los contaminantes.

Otro objeto más de la presente invención es proporcionar métodos para el tratamiento de agua en los que los virus, las bacterias, las algas, los protozoos y los parásitos se eliminan eficazmente del agua.

10 Otro objeto de la invención es proporcionar métodos para que la administración de la planta tome una decisión rápida para evitar la contaminación en las masas de agua.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar métodos para reducir el contenido de contaminantes microbiológicos y de partículas pequeñas (por ejemplo, residuos de fármacos) en las masas de agua.

15 Otro objeto de la presente invención es proporcionar métodos para reducir el contenido de contaminantes químicos, tales como fármacos, productos de cuidado personal, pesticidas, insecticidas, etc., en agua tal como el agua municipal (de grifo), en aguas residuales tratadas o en agua de origen.

20 Otro objeto más de la presente invención es proporcionar métodos para mejorar el control de la calidad del agua.

Otro objeto más de la presente invención es proporcionar métodos para la detección mejorada incluso de cantidades muy bajas de contaminación microbiana en el agua.

25 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un proceso de tratamiento de agua con control de calidad en tiempo real manteniendo un alto nivel de eficacia, seguridad y seguridad en el agua.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método para controlar la calidad del agua que fluye en un sistema de distribución de agua en donde se capturan muestras de agua en relación con la aparición de la contaminación.

30 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método para controlar la calidad del agua en donde el muestreo del agua se desencadena por la detección de la presencia de contaminantes en el agua.

35 De acuerdo con la presente invención, por lo tanto, se proporciona un método para controlar la calidad del agua que fluye en una tubería, mediante

(i) el desvío de un flujo de agua desde la tubería hacia un contador de partículas láser que cuenta continuamente las partículas dentro de un intervalo de tamaño de partícula S_n en el flujo de agua desviado, para determinar para cada tiempo t_i^n un número c_i^n de partículas dentro de dicho intervalo de tamaño por volumen de agua,

- comparar c_i^n con un valor de referencia previamente determinado c_{ref}^n para el número de partículas por volumen de agua que fluye en la tubería; y
- tomar una muestra del agua de la tubería cuando c_i^n excede un valor umbral predeterminado TV_A^n por más de un período de tiempo predeterminado t_A^n ,

(ii) desviar un flujo de agua desde la tubería hacia una unidad de filtrado que filtra el agua para proporcionar un flujo de permeado y un flujo de concentrado, y

- tomar una muestra de al menos uno del flujo de permeado y el flujo de concentrado cuando c_i^n excede un valor umbral predeterminado TV_B^n por más de un período de tiempo predeterminado t_B^n ; y

(iii) enviar una señal de alarma cuando c_i^n excede un valor umbral predeterminado TV_C^n por más de un período de tiempo predeterminado TV_C^n .

55 La señal de alarma, por ejemplo, puede ser una señal electrónica a un ordenador o a un teléfono móvil.

Una realización preferida comprende agregar ozono al agua que fluye en la tubería cuando c_i^n excede un valor umbral predeterminado TV_B^n por más de un período de tiempo predeterminado t_B^n . La adición, por ejemplo, se puede hacer permitiendo que el agua que fluye en la tubería pase a través de un tanque o cámara, en cuyo tanque o cámara también se admite ozono, y permitiendo que el agua salga del tanque después de un período de tratamiento adecuado.

65 El tamaño de las partículas contadas por el contador generalmente varía de aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 100 mm. En una realización, el contador de partículas cuenta continuamente partículas dentro de un intervalo de tamaño de partícula S_1 de, por ejemplo, 0,5 a 3 mm para proporcionar un número c_i^1 de partículas

dentro de dicho intervalo de tamaño por volumen de agua. Esta realización comprende preferentemente tomar una muestra del flujo de permeado de la unidad de filtrado cuando c_i^1 excede un valor umbral predeterminado TV_B^1 por un período de tiempo más que predeterminado t_B^1 .

5 En una realización, el contador de partículas cuenta continuamente partículas dentro de un intervalo de tamaño de partícula S_2 de, por ejemplo, 3 a 25 mm para proporcionar un número c_i^2 de partículas dentro de dicho intervalo de tamaño por volumen de agua. Esta realización comprende preferentemente tomar una muestra del flujo de concentrado de la unidad de filtrado cuando c_i^2 excede un valor umbral predeterminado TV_B^2 por más de un período de tiempo predeterminado t_B^2 .

10 Las muestras tomadas preferentemente se someten a uno o más análisis físicos, químicos, bioquímicos o microbiológicos.

15 Una realización comprende además medir continuamente al menos un parámetro físico o químico adicional del flujo de agua, por ejemplo, un parámetro seleccionado de los sólidos disueltos en el agua, el oxígeno disuelto, el pH, la conductividad eléctrica, la temperatura y la turbidez.

Breve descripción de los dibujos

20 La Figura 1 es una representación esquemática de un sistema de control de agua adecuado para realizar el método de la presente invención.

La Figura 2 es una representación esquemática de un sistema de tratamiento de agua con ozono en línea que no está dentro del alcance de la presente invención.

25 La Figura 3 es un gráfico que muestra el recuento de partículas medido en agua durante un período de tiempo de 24 horas. "Grupo 1" corresponde a partículas medidas dentro de un intervalo de tamaño de partícula pequeño de 1 a 3 mm y "Grupo 2" corresponde a partículas medidas dentro de un intervalo de tamaño de partícula grande de 3 a 25 mm.

Descripción detallada de la invención

30 El método de la invención comprende desviar un flujo de agua desde la tubería hacia un contador de partículas que cuenta continuamente partículas dentro de un intervalo de tamaño de partícula S_n en el flujo de agua desviado, para proporcionar continuamente información sobre el número c_i^n de partículas dentro de dicho intervalo de tamaño, por volumen de agua.

35 El flujo de agua desviado del agua que fluye en la tubería, por ejemplo, es un flujo de 5 l/min a 10 l/min. El flujo de agua se desvía de la tubería en cualquier lugar adecuado. Por ejemplo, si el agua es agua residual que se descargará a través de una salida, en un recipiente, el flujo debe desviarse en cualquier lugar aguas arriba de la salida.

40 Al menos parte del flujo desviado pasa a través de un contador de partículas láser, en donde las partículas presentes en el flujo de agua se cuentan continuamente. El contador de partículas láser puede ser cualquier contador de partículas en fase líquida convencional, por ejemplo, un contador láser que funciona dentro de una longitud de onda de 330 a 870 nm, como por ejemplo WPC-21, disponible comercialmente de HACH LANGE, MetOne y otros.

45 Las partículas que se cuentan generalmente tienen un tamaño de partícula dentro de un intervalo de 0,1 mm a 100 mm, por ejemplo, de 0,2 mm a 50 mm, o de 0,5 mm a 25 mm, por ejemplo, un intervalo de tamaño que generalmente se corresponde con contaminantes microbiológicos tales como los virus, las bacterias y los parásitos protozoarios, y pequeñas partículas de materia orgánica e inorgánica, por ejemplo, residuos de drogas. Dentro de este grupo, las bacterias y los virus generalmente están en un extremo de tamaño pequeño, mientras que los parásitos generalmente están en el extremo de gran tamaño. Por consiguiente, los recuentos de partículas dentro de un intervalo de tamaño de 0,1 a 5 mm, por ejemplo, dentro de un intervalo de tamaño de 0,2 a 5 mm, o dentro de un intervalo de tamaño de 0,5 a 3 mm dará una indicación de la presencia de virus y bacterias en el agua, y también puede dar una indicación de la presencia de residuos de fármacos. Por otro lado, los recuentos de partículas dentro de un intervalo de tamaño de 3 a 100 mm, o de 3 a 50 mm, por ejemplo de 3 a 25 mm, por ejemplo, de 5 a 100 mm, o de 5 a 50 mm, por ejemplo, de 5 a 25 mm, o de 10 a 100 mm, por ejemplo, de 10 a 50 mm, o de 10 a 25 mm dará una indicación de la presencia de parásitos en el agua, y también puede dar una indicación de la presencia de residuos de fármacos. Los residuos de fármacos pueden ser tanto residuos de fármacos en partículas como sustancias de fármacos unidas a partículas de microbios.

60 Por consiguiente, en una realización, las partículas se cuentan continuamente dentro de un intervalo de tamaño de partícula S_1 correspondiente en general al tamaño de virus y bacterias, por ejemplo, un intervalo de tamaño de aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 5 mm, o de aproximadamente 0,2 mm a aproximadamente 5 mm, por ejemplo, de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 3 mm; por ejemplo, de aproximadamente 0,1 mm, o de aproximadamente 0,2 mm, o de aproximadamente 0,3 mm, o de aproximadamente 0,4 mm, o de aproximadamente 0,5 mm, hasta aproximadamente 5 mm, o hasta aproximadamente 4 mm, o hasta aproximadamente 3 mm o hasta

aproximadamente 2 mm, para proporcionar continuamente información sobre el número c_i^n de partículas dentro de dicho intervalo de tamaño por volumen de agua.

5 Además, en una realización, las partículas se cuentan continuamente dentro de un intervalo de tamaño de partícula S_2 correspondiente en general al tamaño de los parásitos microbiológicos, por ejemplo, un intervalo de tamaño de aproximadamente 3 mm a aproximadamente 100 mm, o de aproximadamente 3 mm a aproximadamente 50 mm, por ejemplo, de aproximadamente 3 mm a aproximadamente 25 mm, por ejemplo, de aproximadamente 3 mm, o de aproximadamente 4 mm, o de aproximadamente 5 mm, o de aproximadamente 6 mm, o de aproximadamente 8 mm, o de aproximadamente 10 mm, hasta aproximadamente 100 mm, o hasta aproximadamente 80 mm, o hasta
10 aproximadamente 50 mm o hasta aproximadamente 25 mm para proporcionar continuamente información sobre el número c_i^n de partículas dentro de dicho intervalo de tamaño por volumen de agua.

15 Preferentemente, las partículas se cuentan dentro o sobre ambos intervalos de tamaño de partícula S_1 y S_2 . En algunas realizaciones, las partículas pueden contarse dentro de varios intervalos de tamaño diferentes, por ejemplo, subintervalos de cualquiera de los intervalos mencionados anteriormente, o cualquier otro intervalo correspondiente a contaminación microbiana u otra contaminación por partículas.

20 En el método de la invención, la cantidad de partículas c_i^n dentro de un intervalo de tamaño dado S_n se compara continuamente con un valor de referencia predeterminado c_{ref}^n para el número de partículas dentro de este intervalo de tamaño por volumen de agua que fluye en la tubería.

25 El número c_{ref}^n preferentemente se determina para cada tipo de ajuste y agua, y puede ser, por ejemplo, un valor obtenido contando partículas dentro del intervalo de tamaño de partícula S_n en un flujo de agua desviado de la tubería durante un período preliminar, de por ejemplo 1 hora, 10 horas, 1 día o incluso 1 semana o más, mediante el cual se obtiene un valor medio o "de referencia" para el recuento de partículas, así como una indicación de la amplitud normal de las fluctuaciones alrededor de este valor medio, permitiendo calcular una distribución gaussiana alrededor de un valor medio.

30 La determinación de c_{ref}^n puede repetirse regularmente, por ejemplo, una vez al día, una vez a la semana, una vez al mes o una vez al año, o en cualquier otro intervalo de tiempo seleccionado, o cuando se considere necesario debido a un cambio en cualquier condición, por ejemplo, condiciones ambientales o método de tratamiento del agua, etc.

35 Otras formas de determinar c_{ref}^n son concebibles y se consideran dentro del alcance de la persona experta. Por ejemplo, en algunas realizaciones c_{ref}^n se determina continuamente como un valor medio de recuentos de partículas medidos dentro del intervalo de tamaño durante un período de tiempo anterior al tiempo t_i .

40 En el método de la invención, se toma una muestra del agua cuando c_i^n excede un valor umbral predeterminado (TV_A^n) por más de un período de tiempo predeterminado t_A^n (el "tiempo umbral"). Muy ventajosamente, el muestreo se activa automáticamente cuando se cumple la condición anterior TV_A^n preferentemente se selecciona utilizando la distribución gaussiana alrededor c_{ref}^n . Por ejemplo, para seleccionar un adecuado TV_A^n la desviación estándar σ_n asociada con c_{ref}^n se puede calcular, y TV_A^n puede seleccionarse en función de σ_n , es decir, $TV_A^n = c_{ref}^n + q \times \sigma_n$, donde q puede ser un número de, por ejemplo, 1 a 10, por ejemplo, de 1,5 a 5, o de 2 a 4. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que TV_A^n (así como cualquier otro de los valores umbral a los que se hace referencia en el presente documento) también puede
45 seleccionarse por cualquier otro método adecuado, por ejemplo, por experiencia previa, mediante el estudio de la amplitud de las variaciones durante un período de tiempo en el entorno particular, o como un factor predeterminado de c_{ref}^n por ejemplo, un factor de 2 a 1000, o un factor de 4 a 500, o un factor de 5 a 200, o un factor de 10 a 100, o un factor de 20 a 50.

50 Se dará cuenta de que el recuento de partículas estará sujeto a fluctuaciones normales y, a intervalos irregulares, pueden producirse picos de corta duración. Por lo tanto, para evitar "falsos positivos", una toma de una muestra de agua preferiblemente debe activarse solo donde c_i^n ha excedido un valor umbral predeterminado TV_A^n por más de un período de tiempo predeterminado t_A^n , de, por ejemplo, 5 segundos a 1 hora; por ejemplo, de 10 segundos a 0,5 horas; o de 0,5 minutos a 10 minutos; o de 1 minuto a 5 minutos.

55 En algunas realizaciones, varios valores umbral TV_A^n se seleccionan para cualquier intervalo de tamaño de partícula, con los umbrales correspondientes t_A^n , en donde un valor umbral más alto está asociado con un tiempo umbral más corto t_A^n . Por ejemplo, para un valor umbral $TV_A^n = c_{ref}^n + q \times \sigma_n$, el tiempo umbral correspondiente t_A^n (q) puede seleccionarse de modo que

60
$$t_A^n(q) = \frac{1}{q} \times t_A^n(1).$$

Preferentemente, el muestreo se repetirá mientras el recuento de partículas permanezca más alto que un valor umbral predeterminado, que puede ser el mismo que TV_A^n o diferente. Por ejemplo, el muestreo puede repetirse al menos

ES 2 770 614 T3

hasta que el recuento de partículas haya vuelto a un valor inferior a $c_{ref}^n + q \times \sigma_n$, en donde q ' por ejemplo, es 0,5, 1, 1,5 o 2.

La muestra de agua se toma en un lugar seleccionado para dar una muestra representativa del agua que fluye en la tubería. En algunas realizaciones de la invención, se extraen muestras de agua directamente de la tubería. Por ejemplo, las muestras de agua pueden extraerse utilizando un muestreador de base modular que incluye una pluralidad de botellas de muestreo estériles, por ejemplo, 4 botellas de muestreo estériles. El muestreo y la conservación de la muestra se realizan preferentemente siguiendo los estándares para el muestreo de agua, tales como los estándares relevantes de la ASTM.

Durante un tiempo de contaminación de, por ejemplo, 5 a 60 segundos o 120 segundos o por un tiempo más largo, se recogen muestras de agua hasta que el recuento de partículas alcanza un valor umbral predeterminado, y opcionalmente también hasta que cualquier otro parámetro medido alcanza un valor umbral predeterminado. Por ejemplo, se pueden recoger 6 muestras por hora, por el tiempo que se considere necesario o por el tiempo que se exceda cualquier valor umbral. Esto proporciona mejores estadísticas y confianza para analizar los resultados.

El método de la invención comprende además desviar un flujo de agua desde la tubería hacia una unidad de filtrado que filtra el agua para proporcionar un flujo de permeado y un flujo de concentrado, y tomar una muestra de al menos uno del flujo de permeado y el flujo de concentrado cuando c_i^n excede un valor umbral predeterminado TV_B^n por más de un período de tiempo predeterminado t_B^n . TV_B^n y t_B^n pueden seleccionarse de la misma manera que TV_A^n y t_A^n , utilizando el valor de referencia determinado previamente c_{ref}^n y la distribución gaussiana asociada de recuentos de partículas. En algunas realizaciones, TV_B^n y t_B^n son idénticos a TV_A^n y t_A^n .

En algunas realizaciones, se toma una muestra de la fracción de mayor concentración de partículas dentro del intervalo de tamaño de partícula S_n . En algunas realizaciones, se toma una muestra de la fracción de menor concentración de partículas dentro del intervalo de tamaño de partícula S_n .

Por consiguiente, el método comprende desviar un flujo de agua desde la tubería hacia una unidad de filtrado que filtra el agua para proporcionar un flujo de permeado y un flujo de concentrado, y tomar una muestra de al menos uno del flujo de permeado y el flujo de concentrado cuando c_i^n excede un valor umbral predeterminado TV_B^n por más de un período de tiempo predeterminado t_B^n .

En algunas realizaciones, se toma una muestra del flujo de concentrado. En algunas otras realizaciones, se toma una muestra del flujo de permeado.

Una unidad de filtrado, por ejemplo, puede ser un filtro de agua cerámico convencional, tal como los cartuchos de filtro vendidos, por ejemplo, por Doulton USA.

Al seleccionar una unidad de filtrado que tenga un tamaño de poro umbral adecuado, por ejemplo, un tamaño de poro umbral de aproximadamente 3 μ m, dos fracciones son recuperables, es decir, una primera fracción que contiene partículas más grandes que el tamaño umbral, como los parásitos protozoarios como *Cryptosporidium* o *Giardia* y una segunda fracción que contiene partículas más pequeñas que el tamaño umbral, por ejemplo bacterias, virus y residuos de fármacos particulados. Se pueden tomar muestras de una fracción cualquiera, pero preferentemente se toman de ambas fracciones.

Por ejemplo, un sistema adecuado para concentrar volúmenes pequeños a medianos (por ejemplo, 50 ml a 10 l) de muestra consiste en un capilar de membrana, un manómetro, un módulo de membrana de cerámica y un tanque. La muestra de agua recogida en el tanque es forzada a través de las membranas en el módulo de membrana por la bomba y recirculada de regreso al tanque. Mediante esta filtración de flujo cruzado en membrana cerámica se obtienen dos fracciones: una es permeada y otra es concentrada.

En algunas realizaciones, al menos una fracción, por ejemplo, la concentrada, está sujeta a control óptico, análisis por PCR o incubación tradicional. En algunas realizaciones, el flujo desviado hacia la unidad de filtrado de cerámica se recircula hacia allí, para obtener un efecto de concentración, y se toman muestras a intervalos regulares del fluido recirculante, por ejemplo, siempre que el recuento de partículas supere un valor umbral, como TV_B^n . Esto puede ser particularmente útil para detectar la presencia de parásitos que son patógenos incluso en concentraciones muy bajas, es decir, que tienen una baja dosis infecciosa, tal como *Cryptosporidium* o *Giardia*.

Las muestras tomadas en el método de la invención se pueden analizar directamente o se pueden almacenar para su posterior análisis. Las muestras almacenadas para su posterior análisis se mantienen preferentemente a baja temperatura, por ejemplo, a una temperatura inferior a 8 °C, tal como una temperatura de 4 a 6 °C, al menos hasta el momento del análisis.

El análisis de la muestra puede ser por cualquier método microbiológico, bioquímico, químico o físico para analizar el agua, como es bien sabido por el experto en el campo, por ejemplo, siguiendo los estándares de prueba de agua

apropiados de acuerdo con la ASTM.

El método de la invención también comprende el envío automático de una señal de alarma cuando c_i^n excede un valor umbral predeterminado TV_C^n por más de un período de tiempo predeterminado t_C^n . TV_C^n y t_C^n pueden seleccionarse de acuerdo con los mismos principios que TV_A^n y t_A^n y en algunas realizaciones son idénticas con TV_A^n y t_A^n o con TV_B^n y t_B^n .

La señal de alarma es preferentemente una señal electrónica, por ejemplo, enviada por Internet a un ordenador o a un teléfono móvil, tal como un smartphone.

En algunas realizaciones, también se envía una señal de alarma al final de un episodio de contaminación, es decir, cuando el recuento de partículas dentro de un intervalo de tamaño disminuye hasta y por debajo de un valor umbral.

Otros eventos pueden estar vinculados a la señal de alarma, tales como la interrupción del flujo de agua en la tubería o la desviación del flujo, por ejemplo, a un sistema de depuración o a un circuito de recirculación, o de regreso a la planta de tratamiento.

En algunas realizaciones, el método comprende agregar ozono al agua que fluye en la tubería donde c_i^n excede un valor umbral predeterminado TV_D^n por más de un período de tiempo predeterminado t_D^n . TV_D^n y t_D^n puede seleccionarse de la misma manera que TV_A^n y t_A^n y en algunas realizaciones son idénticas con TV_A^n y t_A^n , o con TV_B^n y t_B^n , o con TV_C^n y t_C^n .

La adición de ozono al agua que fluye en la tubería se activa automáticamente y preferiblemente continuará mientras que c_i^n exceda un valor umbral predeterminado, que puede ser idéntico o no con TV_D^n .

La adición de ozono se logra preferentemente permitiendo que el agua que fluye en la tubería pase a través de una cámara o tanque al que también se puede añadir ozono en una señal activada por el recuento de partículas.

En algunas realizaciones, al agua que fluye por la tubería aproximadamente 0,05 g, 0,1 g, 0,2 g, 0,5 g, 1 g, o 2 g o menos de 5 g de ozono por m³ de agua para causar la degradación de los residuos de fármacos y otras sustancias químicas, por ejemplo, residuos de productos de cuidado personal, así como microorganismos presentes en el agua. A una concentración tan baja de ozono, se ha descubierto que no quedan subproductos nocivos del tratamiento del ozono en el agua, mientras que el carbono orgánico total (COT) y la decoloración del agua pueden reducirse, por ejemplo, en un 20 % y en un 50 %, respectivamente. El recuento bacteriano en las aguas residuales puede reducirse a cero mediante dicho tratamiento con ozono.

En algunas realizaciones, la concentración de ozono en el agua tratada es de aproximadamente de 0,05 ppm a aproximadamente 5 ppm, por ejemplo, de aproximadamente 0,05 ppm a aproximadamente 2 ppm, o de aproximadamente 0,1 ppm a aproximadamente 2 ppm.

Un tiempo de tratamiento con ozono de 5 minutos a 2 horas, por ejemplo, de 10 minutos a 1 hora, es generalmente suficiente, pero se pueden aplicar tiempos de tratamiento más cortos o más largos si se considera adecuado, considerando, por ejemplo, el nivel de contaminación.

En algunas realizaciones, el agua se trata continuamente mediante la adición de ozono, y la cantidad de ozono añadida al agua se ajusta en función de la cantidad de partículas medidas (c_i^n). Por ejemplo, cuando c_i^n es mas bajo que TV_D^n , se añade una baja cantidad de, por ejemplo, 0,01, o 0,02, o 0,05 mg de ozono/m³ de agua, cuya cantidad se eleva automáticamente cuando c_i^n excede TV_D^n .

Generalmente, las concentraciones de ozono mucho más altas que las mencionadas anteriormente se consideran necesarias para lograr una destrucción satisfactoria de contaminantes, tales como residuos farmacéuticos, en agua. En cambio, en una realización muy ventajosa de la invención, se logra una destrucción asombrosamente eficaz de varios residuos químicos mediante la adición de solo una pequeña cantidad de ozono. Dichos residuos químicos pueden ser de cualquier origen, pesticidas farmacéuticos, insecticidas, productos de cuidado personal, etc. La destrucción eficaz se logra mediante la adición de ozono a las aguas residuales solo después de que las aguas residuales se hayan sometido a otras etapas de tratamiento de depuración para eliminar los contaminantes gruesos que, de otro modo, destruirían el ozono añadido.

En algunas realizaciones, el ozono se añade al agua utilizando la tecnología descrita en el documento WO/2002/017975 (véase más arriba). En particular, las cámaras de mezcla y los tanques descritos en ese documento permiten una mezcla muy eficaz de ozono y agua, lo que aumentará aún más la eficacia del ozono en la destrucción de sustancias residuales no deseadas en el agua en una cantidad muy baja de ozono añadido.

En algunas realizaciones, el método de la invención comprende además

- medir continuamente al menos un parámetro físico o químico adicional del agua,
- comparar el valor P del parámetro físico o químico medido con un valor de referencia P_{ref} para el parámetro previamente determinado para el agua,
- enviar una señal de alarma cuando P difiere de P_{ref} en más de un valor umbral predeterminado ΔP durante más de un período de tiempo predeterminado t_P .

Para cada parámetro, P_{ref} puede determinarse aplicando el mismo principio que al determinar S_n , y el valor umbral ΔP y el tiempo umbral se puede seleccionar tal como se describe anteriormente en el presente documento para TV_A^n y t_A^n .

Por ejemplo, los sólidos disueltos totales, el POR (potencial de oxidación-reducción), el oxígeno disuelto, el pH, la turbidez, la demanda de oxígeno, la conductividad eléctrica, la temperatura o cualquier otro parámetro del agua que fluye en la tubería se puede determinar, midiendo directamente en línea (en la tubería), o tomando una muestra de la tubería, o por ejemplo desviando uno o más flujos adicionales de la tubería, por ejemplo, mediante muestreo o análisis en línea del flujo dirigido al contador de partículas y/o del flujo dirigido a la unidad de fraccionamiento. El experto en la materia será capaz de seleccionar los medios y métodos adecuados para realizar el análisis elegido, por ejemplo, aplicando cualquiera de los métodos indicados como métodos estándar de la ASTM para el análisis de agua, consúltese, por ejemplo, <http://www.astm.Org/Standards/water-testing-standards.html#D19.24>.

Por consiguiente, el sistema de control de la invención preferentemente también comprende al menos uno de:

- un sensor de SDT (sólidos disueltos totales) capaz de medir los sólidos disueltos totales en un flujo de agua en un intervalo de 0-5000 ppm (mg/l);
- un sensor de conductividad eléctrica que realiza un seguimiento de la conductividad eléctrica en el agua dentro de un intervalo de 0-10 000 micro S; y
- un termómetro para medir la temperatura del agua.

En algunas realizaciones preferidas, el sistema comprende los tres sensores, conectados a la tubería de agua y toda la información de los valores medidos se calcula y se almacena en una base de datos en tiempo real.

A continuación, se describe un sistema para controlar un flujo de, por ejemplo, aguas residuales tratadas o agua de origen (por ejemplo, agua de un lago o río) adecuado para realizar el método de la presente invención como se ilustra en la Figura 1, y un método de acuerdo con la presente invención en el que se usa tal sistema. En este sistema, el agua se extrae de un flujo de aguas residuales tratadas o de una fuente de agua que fluye en una tubería 1 por medio de la válvula de encendido/apagado / un regulador de flujo 2 y se permite que fluya a través de una unidad de prefiltro 3, seguida de la válvula de encendido/apagado / regulador de flujo 4.

En la unidad distribuidora 5, por ejemplo, un colector, el flujo de agua se divide en tres flujos diferentes, que pasan a través de las válvulas de encendido/apagado / los reguladores de flujo 6, 7 y 8, respectivamente.

El agua que fluye a través de la válvula 6 entra al colector de muestreo 9. El colector 9, por ejemplo, del tipo Burkert, preferentemente tiene un diseño interno tal como para evitar esquinas y roscas y el material interno está hecho, por ejemplo, de acero inoxidable electropulido o de material plástico inerte. La principal ventaja de esta selección de diseño y material es que creará un crecimiento mínimo de bacterias y biopelículas dentro del colector que, de lo contrario, ocurre comúnmente. El colector 9 es fácil de extraer y limpiar incluso en condiciones de funcionamiento. Por ejemplo, el colector 9 puede limpiarse utilizando un flujo gaseoso que contiene ozono a una concentración de aproximadamente 30-50 ppm, o un flujo acuoso que contiene ozono disuelto a una concentración de 0,3-0,5 mg/l, o cualquier otro medio de desinfección utilizado en el campo de los alimentos y de la medicina, por ejemplo, la desinfección química.

El colector 9 comprende cuatro salidas, es decir, las salidas 10a, 10b, 10c y la salida/válvula 12. El agua que sale del colector de muestreo 9 a través de las salidas 10a, 10b, y 10c fluye hacia la unidad de filtro de cerámica 11 o hacia diferentes botellas de muestreo (no mostradas). En la unidad de filtro de cerámica 11, el agua se filtra a través de una membrana de cerámica (no se muestra), para proporcionar un permeado y un concentrado. La válvula de encendido/apagado / el regulador de flujo 13 permite extraer la muestra 15 del permeado de la membrana de cerámica y la válvula de encendido/apagado / el regulador de flujo 14 permite extraer muestras 16 del concentrado. El agua que sale del colector de muestreo 9 a través de la válvula 12 se descarga a un drenaje para el agua.

El agua que sale del distribuidor 5 a través de la válvula 7 se descarga directamente al drenaje, mientras que el agua que sale del distribuidor 5 a través de la válvula 8 entra en el control 16, que contiene sensores/detectores y un sistema de comunicación (no se muestra), que comunica, por ejemplo, a través de Internet, con el ordenador 18. Los sensores/detectores del control 16 permiten determinar diversos parámetros del agua, tales como el total de sólidos disueltos, el recuento de partículas en diversos intervalos de tamaño, la concentración total de partículas, la fuerza iónica, el pH, la temperatura, los SDT, el oxígeno disuelto, etc. El ordenador 18 también puede recopilar otra información, tal como información meteorológica de diferentes agencias. El agua que sale del control 16 a través de la válvula 17 se descarga a un drenaje.

El sistema ilustrado en la Figura 1 también se puede aplicar, por ejemplo, al agua potable en una línea de distribución

municipal, en cuyo caso se puede omitir el prefiltro 3.

El sistema ilustrado en la Figura 1 puede ser estacionario o portátil (a excepción de la tubería 1, que generalmente no forma parte del sistema).

5 En el método para controlar el agua de la presente invención, se extraen muestras de agua de la tubería de agua, por ejemplo, a una señal del contador de partículas, como se ha descrito anteriormente en el presente documento. En una realización, las muestras de agua se extraen utilizando un muestreador de base modular que incluye 4 botellas de muestreo y/o filtros estériles. Las botellas contienen preferentemente 10 mg de tiosulfato de sodio según el estándar.

10 El muestreador tiene un colector que está en la parte superior del muestreador y conectado a la tubería de distribución principal. A través del muestreador hay un flujo continuo de 5 l/min que proporciona siempre agua fresca que fluye.

15 En el colector, por ejemplo del tipo Bürkert, se montan 4 válvulas eléctricas, que teniendo la función de abrirse y cerrarse a una señal dada. La señal para abrir o cerrar proviene de un repetidor que se activará cuando se active, por ejemplo, mediante un mensaje de SMS y/o un comando remoto directo desde un cuerpo principal que puede estar cerca o a varios kilómetros de distancia.

20 El colector tiene un diseño interno para evitar esquinas y roscas y el material interno está hecho, por ejemplo, de acero inoxidable electropulido o material plástico inerte. La principal ventaja de este colector es que creará un crecimiento mínimo de bacterias y biopelículas dentro del colector que, de lo contrario, es normal. El colector es fácil de sacar y limpiar incluso en condiciones de funcionamiento. Por ejemplo, el colector puede limpiarse utilizando un flujo gaseoso que contiene ozono a una concentración de aproximadamente 30-100 ppm, o un flujo acuoso que contiene ozono disuelto a una concentración de 0,3-0,5 mg/l, o cualquier otro medio para la desinfección, por ejemplo, sustancias químicas, utilizado en el campo alimenticio y medicinal.

25 El muestreador se puede colocar en una mesa o en la pared. Varios de estos muestreadores se pueden conectar en diferentes ubicaciones en la red de distribución.

30 El muestreador preferentemente debe incluir una cámara de refrigeración que mantenga la temperatura a baja temperatura, de, por ejemplo, 4-6 °C.

35 El agua muestreada puede ser, por ejemplo, 100 ml, 250 ml, 500 ml, 1000 ml o incluso 10.000 ml, y aunque el muestreo preferentemente se realiza automáticamente, también es posible el muestreo manual. Las muestras, habiéndose sometido a filtración/concentración o no, se puede analizar mediante, por ejemplo, incubación, PCR o tecnología de fluorescencia óptica o por vía bioquímica.

40 Por ejemplo, una muestra tomada de cualquiera de los flujos desviados de la tubería, por ejemplo, una muestra de la unidad de filtrado, y/o una muestra tomada directamente de la tubería, se puede analizar para detectar la presencia de protozoos, por ejemplo *Cryptosporidium* y/o *Giardia*, así como la presencia de bacterias, tales como bacterias seleccionadas de cualquiera de los organismos indicadores de contaminación bacteriana comúnmente utilizados, tales como los organismos coliformes, por ejemplo, bacterias coliformes fecales.

45 Un sistema que no está dentro del alcance de la presente invención también comprende preferentemente medios para el tratamiento con ozono del agua. La Figura 2 representa una visión general esquemática de un sistema de tratamiento con ozono. En la Figura 2, el sistema de control 16 recibe agua desviada de una tubería (no mostrada), desde cuya tubería también se desvía un flujo hacia un sistema de tratamiento con ozono. El sistema comprende un generador de ozono 19, que recibe oxígeno de un cilindro de oxígeno 20 y regulado por un control de gas ozono 21. El agua, que en el caso ilustrado en la Figura 2 son aguas residuales tratadas, se transporta a un tanque de tratamiento con ozono 22, en cuyo tanque se introduce el ozono del generador de ozono 19. El tanque 22 está equipado con un control de nivel para detectar el nivel de agua en el tanque y un manómetro (M) para la presión del agua en el tanque.

50 Del tanque 22, el exceso de ozono se dirige al destructor de ozono 23. El agua tratada con ozono es transportada por la bomba 24 desde el tanque 22 al control 25 que mide el ozono restante. Por muestreo de agua tratada con ozono, el nivel de contaminación restante, por ejemplo, la cantidad restante de productos químicos o partículas microbiológicas, se puede determinar. Si la calidad es satisfactoria, se permite que el agua salga del sistema de limpieza con ozono en ("Salida de agua limpiada con ozono"). El agua también puede devolverse al tanque 22 para un tratamiento adicional con ozono, por ejemplo, si el muestreo muestra que el nivel restante de contaminación sigue siendo demasiado alto.

60 La presente divulgación se ilustra adicionalmente en los siguientes Ejemplos no limitantes. Los ejemplos del 1 al 4 y el 8 describen métodos que están dentro del alcance de la presente invención, los ejemplos 6 y 7 describen métodos que no están dentro del alcance de la presente invención.

EJEMPLO 1

65 De un flujo de aguas residuales tratadas que corre por una tubería, se desvía un flujo de 5 l/min al contador láser que

ES 2 770 614 T3

funciona a una longitud de onda de 330 a 870 nm, para contar continuamente partículas en un intervalo de tamaño de 0,5 a 25 mm. Un flujo adicional de agua de la tubería se desvía hacia una unidad de filtración de cerámica y se separa en un flujo de permeado que contiene partículas capaces de pasar a través de poros del filtro que tiene un diámetro de aproximadamente 5 mm, así como sustancias disueltas, y un flujo de concentrado que contiene partículas que no han pasado por los poros del filtro.

En el tiempo t, el recuento de partículas dentro del intervalo de tamaño de partícula pequeño de 0,5 a 3 mm aumenta repentinamente y permanece por encima de un valor umbral preseleccionado de 1000 partículas/l durante más de un tiempo umbral preseleccionado de 1 minuto. Esto desencadena la toma de una muestra de 200 ml del flujo de permeado.

El recuento de partículas permanece por encima de 1000 partículas/l en el flujo durante un período de 1 hora y luego vuelve a un valor por debajo de este valor umbral. Durante este período de tiempo, en total, se recogen 5 muestras adicionales del flujo de permeado y se almacenan a una temperatura de 5 °C o se someten a análisis microbiológicos para detectar la presencia de organismos coliformes, respectivamente.

EJEMPLO 2

De un flujo de aguas residuales tratadas que corre por una tubería, se desvía un flujo de 5 l/min al contador láser que funciona a una longitud de onda de 330 a 870 nm, para contar continuamente partículas en un intervalo de tamaño de 0,5 a 25 mm. Un flujo adicional de agua de la tubería se desvía hacia una unidad de filtración de cerámica y se separa en un flujo de permeado que contiene partículas capaces de pasar a través de poros del filtro que tiene un diámetro de aproximadamente 5 mm, así como sustancias disueltas, y un flujo de concentrado que contiene partículas que no han pasado por los poros del filtro.

En el tiempo t, el recuento de partículas dentro del intervalo de tamaño de partícula pequeño de 0,5 a 3 mm aumenta repentinamente y permanece por encima de un valor umbral preseleccionado de 10.000 partículas/l durante más de un tiempo umbral preseleccionado de 0,5 minutos. Esto desencadena la toma de una muestra de 200 ml del flujo de permeado, el envío de una señal de alarma a un ordenador y la adición de ozono a las aguas residuales de la tubería en un tanque de tratamiento con ozono aguas abajo del contador de partículas. En el tanque, las aguas residuales se tratan con 1 g de ozono/m³ de agua. Después de 3 horas, el recuento de partículas vuelve a un valor inferior a 10.000 partículas/l. Después de una hora más, el recuento de partículas dentro del intervalo de tamaño bajo ha vuelto a menos de 1000 partículas/l y se interrumpe la adición de ozono. Durante todo el período de 4 horas, en total, se recogen 20 muestras del flujo de permeado y se almacenan a una temperatura de 5 °C, o se someten a análisis microbiológicos para detectar la presencia de organismos coliformes, respectivamente.

EJEMPLO 3

De un flujo de aguas residuales tratadas que corre por una tubería, se desvía un flujo de 5 l/min al contador láser que funciona a una longitud de onda de 330 a 870 nm, para contar continuamente partículas en un intervalo de tamaño de 0,5 a 25 mm. Un flujo adicional de agua de la tubería se desvía hacia una unidad de filtración de cerámica en donde se separa en un flujo de permeado que contiene partículas capaces de pasar a través de poros del filtro que tiene un diámetro de aproximadamente 5 mm, así como sustancias disueltas, y un flujo de concentrado que contiene partículas que no han pasado por los poros del filtro.

En el tiempo t, el recuento de partículas dentro del intervalo de gran tamaño de 3 a 25 mm aumenta repentinamente y permanece por encima de un valor umbral preseleccionado de 1000 partículas/l durante más de un tiempo umbral preseleccionado de 0,5 minutos. Esto desencadena la toma de una muestra de 200 ml del flujo de concentrado, el envío de una señal de alarma a un ordenador y la adición de ozono a las aguas residuales de la tubería, en un tanque de tratamiento con ozono aguas abajo del contador de partículas. En el tanque, las aguas residuales se tratan con 0,5 g de ozono/m³ de agua. Después de 2 horas, el recuento de partículas vuelve a un valor inferior a 1000 partículas/l. Después de una hora más, el recuento de partículas dentro del intervalo de tamaño de partícula grande ha vuelto a un valor por debajo de 500 partículas/l y se interrumpe la adición de ozono.

Durante todo el período de 3 horas, en total se recogen 9 muestras del flujo de concentrado y se almacenan a una temperatura de 5 °C o se someten a análisis microbiológicos para la presencia de protozoos, por ejemplo *Giardia* y *Cryptosporidium*, respectivamente.

EJEMPLO 4

En los ejemplos anteriores 1 a 3, los sensores colocados en la tubería de aguas residuales, aguas arriba del tanque de tratamiento con ozono miden continuamente los sólidos disueltos, el oxígeno disuelto, el pH, la conductividad eléctrica, la temperatura y la turbidez del agua que fluye en la tubería.

EJEMPLO 5

En los ejemplos anteriores 1 a 4, los sensores colocados en la tubería de aguas residuales, aguas abajo del tanque de tratamiento con ozono miden continuamente los sólidos disueltos totales, el oxígeno disuelto, el pH, la conductividad eléctrica, la temperatura y la turbidez del agua que fluye en la tubería.

5 EJEMPLO 6

10 Las aguas residuales tratadas se transportaron a un tanque de tratamiento con ozono tal como se ilustra de manera general en la Figura 2, en donde se añadió ozono a un nivel de 1 g/m³ de agua usando una cámara de mezcla tal como se describe en el documento WO/2002/017975 (véase más arriba). El tiempo de tratamiento del agua en el tanque fue de 5 minutos.

15 La concentración de diversos residuos de fármacos (es decir, cantidades residuales de sustancias farmacéuticas) se determinó en muestras no tratadas (Control) y en muestras de agua después del tratamiento con ozono (Tratado). Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

Sustancia	Modo de acción	Conc. en ng/l	
		Control	Tratado
Diclofenaco	AINE*	134	<0,5
Enalapril	Diuréticos	<0,4	<0,4
Etinilestradiol	Hormona	<9,1	<9,1
Furosemida	Diuréticos	251	<0,2
Sulfametoxazol	Antibióticos	30,2	<0,3
Hidroclorotiazida	Antihipertensivo	375	<0,6
Ibuprofeno	AINE*	43,8	<0,4
Naproxeno	AINE*	10,2	<0,9
Estradiol	Hormona	5,4	<2,8
Estriol	Hormona	1,3	<1,0
Estrona	Hormona	<0,9	<0,9
Warfarina	Anticoagulante	<0,4	<0,4
Ramipril	Antihipertensivo	<0,1	<0,1
Norfloxazina	Antibióticos	12,1	<0,7
Cafeína	Estimulante	156	<0,2
Atenolol	Antihipertensivo	437	<0,1
Ciprofloxacina	Antibióticos	26,2	<1,3
Paracetamol	AINE*	21,6	<0,3
Terbutalina	Medicamento para el asma	4,0	<0,1
Trimetoprim	Antibióticos	50,8	<0,1
Ranitidina	Medicación para la úlcera	356	<0,4
Metoprolol	Antihipertensivo	2064	<0,1
Oxazepam	Medicación sedante	420	<0,1
Carbamazepina	Medicación sedante	409	<0,1
Ketoprofeno	AINE*	170	<0,1
Finasteride	Encoge la próstata	0,0	<0,1
Amlodipina	Antihipertensivo	37,7	<0,1
Propranolol	Antihipertensivo	99,6	<0,1
Citalopram	Medicación sedante	272	<0,1
Noretindrona	Hormona	<0,5	<0,5
Bisoprolol	Antihipertensivo	51,3	<0,2
Progesterona	Hormona	<0,4	<0,4
Simvastatina	Medicamento reductor de lípidos	6,5	<0,1
Sertralina	Medicación sedante	<0,1	<0,1

*AINE, Fármacos antiinflamatorios no esteroideos.

Como se muestra en el EJEMPLO 6, en una realización adicional, se proporciona un método muy eficaz para reducir la cantidad de residuos de fármacos en el agua, no solo en aguas residuales de la industria química y farmacéutica y de los hogares, sino también en el agua del grifo utilizada para beber, lo cual es un problema creciente a nivel mundial.

En esta realización se proporciona un método para el tratamiento del agua que fluye en una tubería, al poner el agua en contacto con una baja cantidad de ozono, por ejemplo, de 0,1 a 5 mg de ozono/m³ de agua, durante un período de tiempo de, por ejemplo, 1 minuto a 2 horas, por ejemplo, usando una cámara de mezcla como la descrita en el documento WO/2002/017975 (véase más arriba). En particular, dicho método puede usarse para reducir cantidades residuales de sustancias químicas, tales como compuestos farmacéuticos y sus residuos, así como otros compuestos orgánicos, en aguas residuales tratadas y aguas municipales.

EJEMPLO 7

Las aguas residuales se trataron tal como se describe en el EJEMPLO 6 y el número de microorganismos restantes, el carbono disuelto total y el color medido a 410 nm se determinaron en muestras no tratadas (Control) y en muestras de agua después del tratamiento con ozono (tratado con ozono). Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2

Muestras	Número de microorganismos en la muestra a temperatura			Carbono orgánico (mg/l)	Color a 410 nm
	TA	30 °C	37 °C		
Control	13* 10 ²	16* 10 ²	15* 10 ²	12,5	0,008
Tratado 1	0	0	0	10	0,005
Tratado 2	0	0	0	10,5	0,004
Tratado 3	0	0	0	10	0,005

EJEMPLO 8

De un flujo de aguas residuales tratadas que corre por una tubería, se desvió un flujo de 6 l/min al contador láser que funciona a una longitud de onda de 330 a 870 nm, para contar continuamente partículas en un intervalo de tamaño de 1 a 25 mm durante un período de varios días.

Basándose en los valores medidos, se determinaron los valores de referencia $c_{ref}^1 = 350$ partículas/ml para el recuento de partículas dentro de un intervalo de tamaño de partícula pequeño de 1 a 3 mm (Grupo 1) y $c_{ref}^2 = 100$ partículas/ml para el recuento de partículas dentro de un intervalo de tamaño de partícula grande de 3 a 25 (Grupo 2).

Además, se seleccionaron los valores umbral TV_A^1 y TV_A^2 para tomar una muestra de agua que corre por la tubería, el valor umbral TV_B^1 y TV_B^2 para tomar una muestra del flujo de permeado y del flujo de concentrado, respectivamente, los valores umbral TV_C^1 y TV_C^2 para enviar una señal de alarma y los valores umbral TV_D^1 y TV_D^2 para el tratamiento con ozono del agua que fluye en la tubería, junto con los correspondientes umbrales de tiempo $t_A^1, t_A^2, t_B^1, t_B^2, t_C^1, t_C^2, t_D^1$ y t_D^2 .

Los valores seleccionados se muestran en la siguiente Tabla 3.

Tabla 3

Valor umbral	Valor seleccionado (número de partículas/ml)	Tiempo umbral	min
$TVA1$	400	$tA1$	5
$TVA2$	125	$tA2$	5
$TVB1$	400	$tB1$	5
$TVB2$	125	$tB2$	5
$TVC1$	400	$tC1$	5
$TVC2$	125	$tC2$	5
$TVD1$	400	$tD1$	5
$TVD2$	125	$tD2$	5

El agua que fluye en la tubería se controló por un período de tiempo de 24 h. En la Figura 3, se muestra el número de partículas por ml c_i^1 y c_i^2 medido en cada momento t_i dentro del intervalo de tamaño pequeño y dentro del intervalo de tamaño grande respectivamente, para todo el período, durante el cual, los valores umbral se excedieron una vez, desencadenando el envío de una señal de alarma, la toma de muestras del flujo de permeado y concentrado, y la adición de ozono.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar la calidad del agua que fluye en una tubería, mediante el desvío de un flujo de agua desde la tubería hacia un contador de partículas láser que cuenta continuamente las partículas dentro de un intervalo de tamaño de partícula S_n en el flujo de agua desviado, para determinar para cada tiempo t_i un número c_i^n de partículas dentro de dicho intervalo de tamaño por volumen de agua,
- 5
- comparar c_i^n con un valor de referencia previamente determinado c_{ref}^n para el número de partículas por volumen de agua que fluye en la tubería; y
 - 10 - tomar una muestra del agua de la tubería cuando c_i^n excede un valor umbral predeterminado TV_A^n por más de un período de tiempo predeterminado t_A^n y
 - enviar una señal de alarma cuando c_i^n excede un valor umbral predeterminado TV_C^n por más de un período de tiempo predeterminado t_C^n ;
- 15 *caracterizado por*
- desviar un flujo de agua desde la tubería hacia una unidad de filtrado que filtra el agua para proporcionar un flujo de permeado y un flujo de concentrado, y
 - 20 - tomar una muestra de al menos uno de dicho flujo de permeado y el flujo de concentrado cuando c_i^n excede un valor umbral predeterminado TV_B^n por más de un período de tiempo predeterminado t_B^n .
2. El método de la reivindicación 1, que comprende añadir ozono al agua que fluye en la tubería cuando c_i^n excede un valor umbral predeterminado TV_D^n por más de un período de tiempo predeterminado t_D^n .
- 25 3. El método de la reivindicación 2, en donde el agua que fluye en la tubería se pone en contacto con el ozono a una concentración de 0,05 a 5 mg de ozono/m³ de agua por un período de tiempo de 5 minutos a 2 horas.
4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la unidad de filtrado es una unidad de filtrado de membrana de cerámica.
- 30 5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el contador de partículas cuenta continuamente partículas dentro de un intervalo de tamaño de partícula S_1 de 0,1 a 3 mm para proporcionar un número c_i^1 de partículas dentro de dicho intervalo de tamaño por volumen de agua.
- 35 6. El método de la reivindicación 5, que comprende tomar una muestra del flujo de permeado de la unidad de filtrado cuando c_i^1 excede un valor umbral predeterminado TV_B^1 por más de un período de tiempo predeterminado t_B^1 .
7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el contador de partículas cuenta continuamente partículas dentro de un intervalo de tamaño de partícula S_2 de 3 a 25 mm para proporcionar un número c_i^2 de partículas dentro de dicho intervalo de tamaño por volumen de agua.
- 40 8. El método de la reivindicación 7, que comprende tomar una muestra del flujo de concentrado de la unidad de filtrado cuando c_i^2 excede un valor umbral predeterminado TV_B^2 por más de un período de tiempo predeterminado t_B^2 .
- 45 9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende realizar al menos un análisis físico, químico, bioquímico o microbiológico de una muestra de agua tomada.
10. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende
- 50
- medir continuamente al menos un parámetro físico o químico adicional del flujo de agua,
 - comparar el valor P del parámetro físico o químico medido con un valor de referencia P_{ref} del parámetro previamente determinado para el agua, y
 - enviar una señal de alarma cuando P difiere de P_{ref} en más de un valor umbral predeterminado durante más de un período de tiempo predeterminado t_P .
- 55 11. El método de la reivindicación 10, en donde el parámetro se selecciona de los sólidos disueltos totales, el POR (potencial de oxidación-reducción), el oxígeno disuelto, el pH, la conductividad eléctrica, la temperatura y la turbidez.

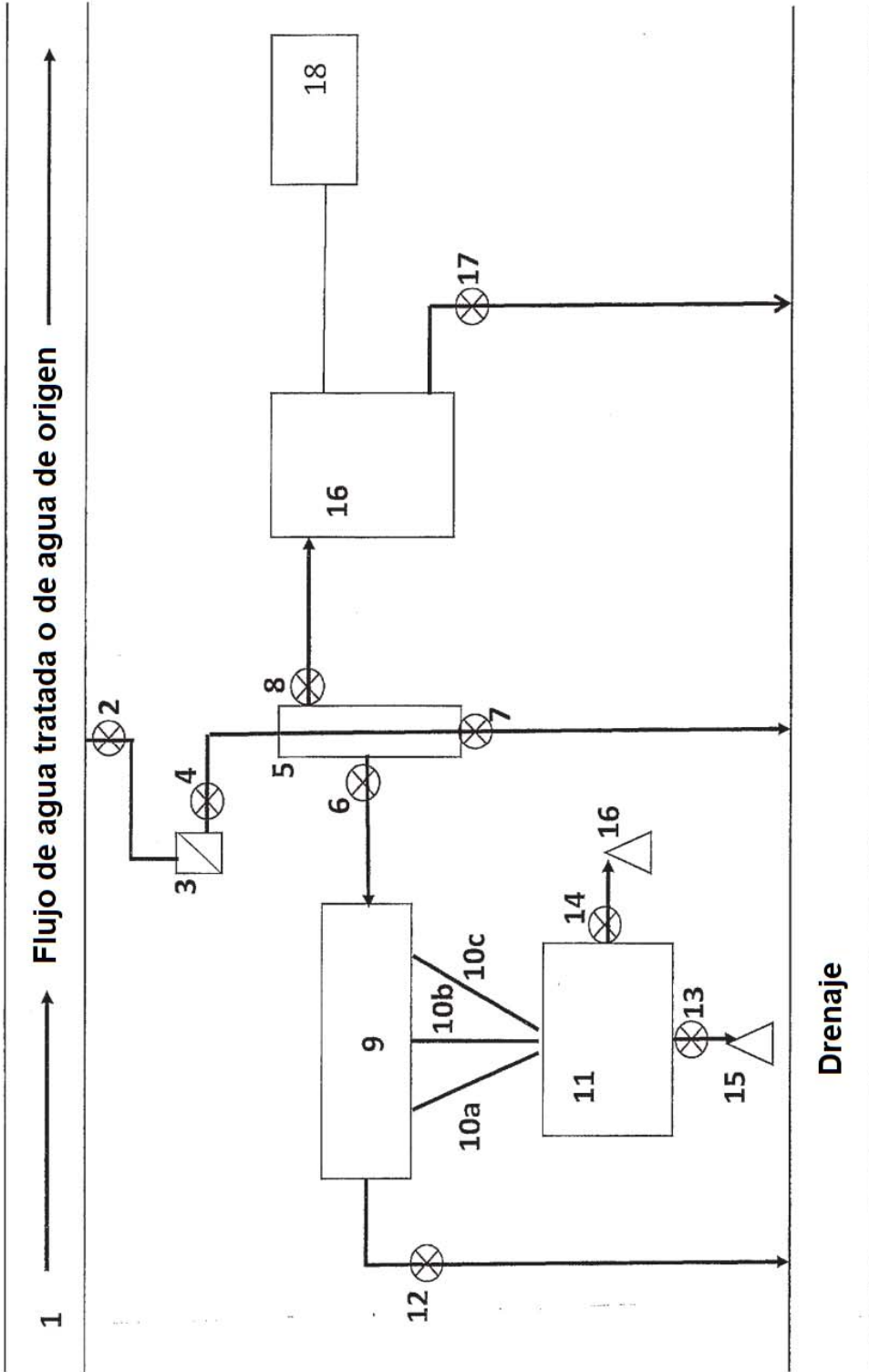


Fig. 1

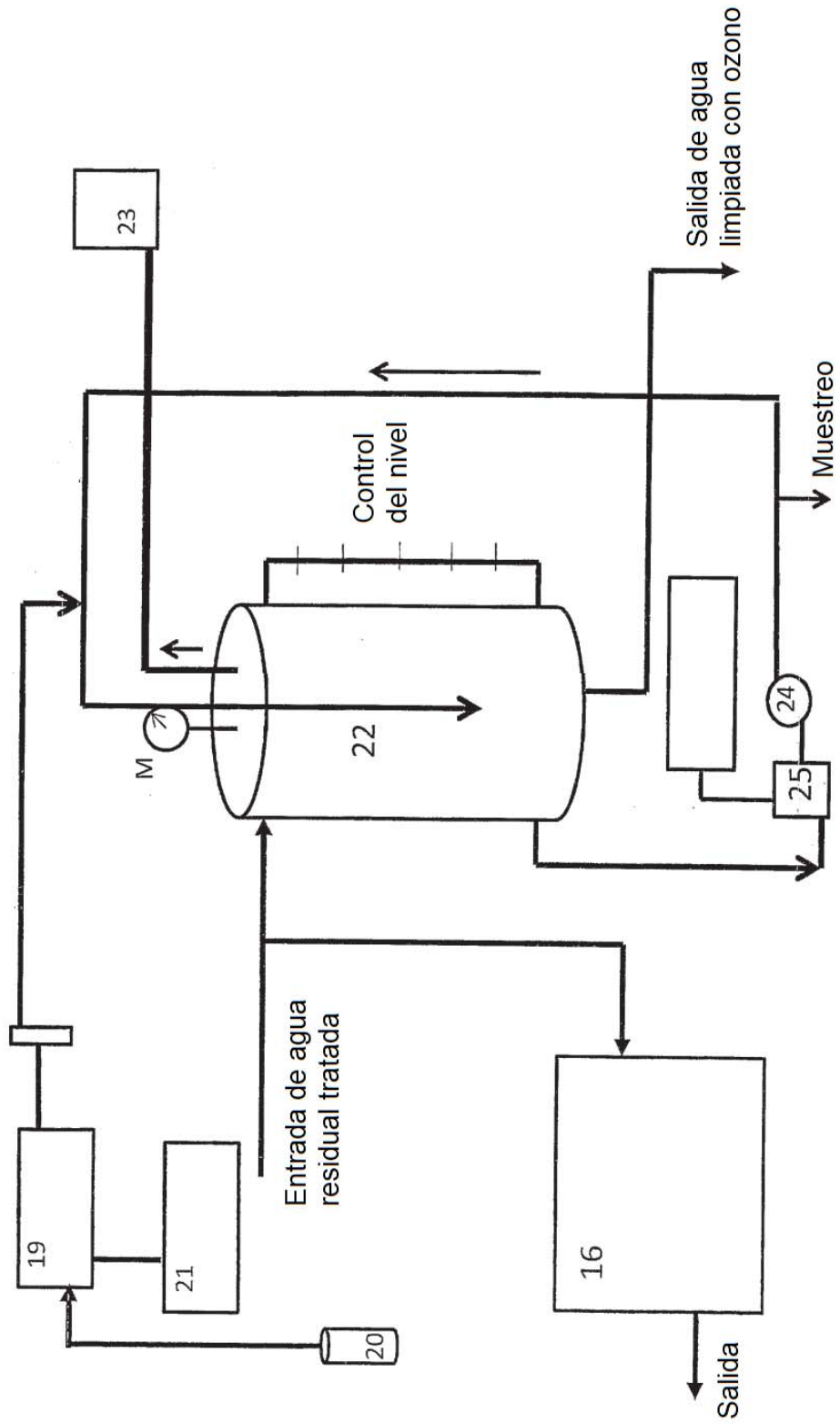


Fig. 2

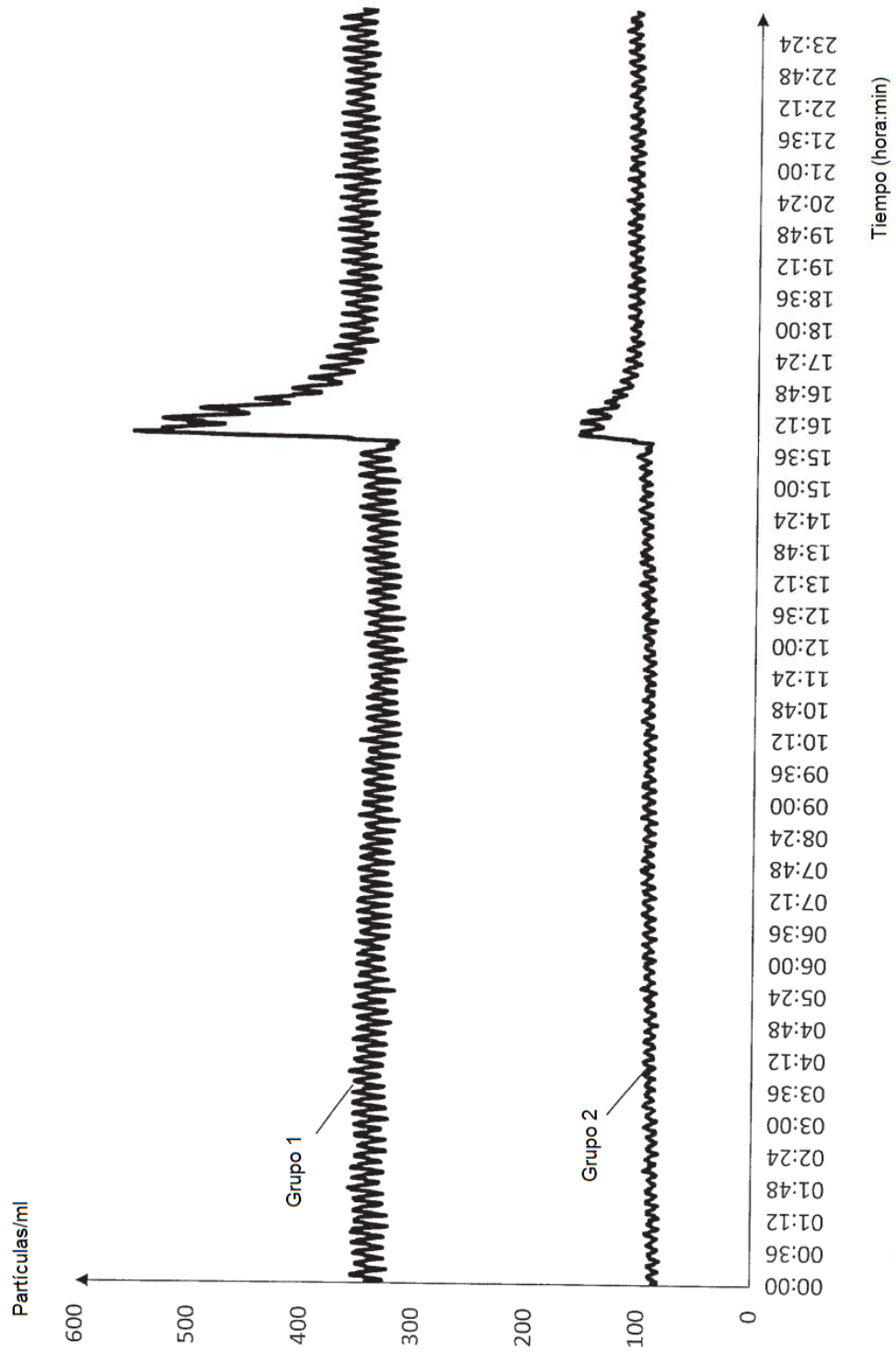


Fig. 3