

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 639**

51 Int. Cl.:

**C02F 1/32** (2006.01)

**C02F 1/78** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2009 E 09802500 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2012 EP 2307319**

54 Título: **Procedimiento de tratamiento de agua por ósmosis inversa que incluye una descarbonatación de un concentrado y una remineralización de un filtrado**

30 Prioridad:

**29.07.2008 FR 0855225**

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

**20.03.2013**

73 Titular/es:

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

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

72 Inventor/es:

**CASTILLO RIVERA, LUIS;  
FELIERS, CÉDRIC y  
MARTIN, FLORENCIO**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 398 639 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento de tratamiento de agua por ósmosis inversa que incluye una descarbonatación de un concentrado y una remineralización de un filtrado

**Ámbito de la invención**

5 El ámbito de la invención es el del tratamiento de las aguas residuales cualquiera que sea el origen urbano o industrial.

Más concretamente, la invención se refiere a un procedimiento y a una instalación para el tratamiento de tales aguas con el fin de debilitar e idealmente, de eliminar, el efecto alterador endocrino y/o el efecto tóxico y/o el efecto genotóxico y garantizar la desinfección por la eliminación de los microorganismos patógenos.

10 **Estado de la técnica anterior**

Los procedimientos de tratamiento de las aguas residuales urbanas y/o industriales del estado de la técnica permiten degradar la parte esencial de la contaminación orgánica contenida en éstas. No obstante, la mayoría de los procedimientos actuales tienen por objetivo disminuir la concentración de los distintos compuestos orgánicos contenidos en estas aguas, sin tener en cuenta la eventual producción de subproductos de degradación. Los compuestos orgánicos residuales y tales subproductos de degradación pueden tener efectos biológicos aditivos, sinérgicos o antagonísticos que no se reflejan por un simple valor de su concentración en el agua.

15 Algunos de estos compuestos orgánicos denominados “alteradores endocrinos” o “sustancias con efecto alterador endocrino”, se revelaron tóxicos para las especies vivas expuestas, en particular, sobre los organismos acuáticos de los medios receptores de los vertidos de estación de depuración. Están constituidos por moléculas naturales o fabricadas por el hombre que poseen propiedades hormono-miméticas: se vinculan con receptores de hormonas naturales e interfieren así con uno o varios procesos hormonales que controlan por ejemplo el comportamiento, la síntesis de proteínas, la secreción, el transporte de moléculas, la reproducción y otros procesos vitales. Sus efectos tóxicos, o incluso genotóxicos, pueden impactar sobre el organismo de un individuo expuesto pero también sobre la descendencia de un individuo expuesto.

20 Con el deseo de conservación del medio ambiente, y corolariamente de conservación de la salud humana, la disminución de este efecto alterador endocrino y/o de los efectos tóxicos y genotóxicos en las aguas urbanas y/o industriales se convirtió en un objetivo importante de los procedimientos de tratamiento de éstas.

Uno de los objetivos de estos tratamientos es, por lo tanto, la eliminación de la materia orgánica. En el marco de procesos de desinfección generalmente empleados al final de sectores, además de la eliminación de microorganismos patógenos, la eliminación de estas sustancias orgánicas es forzada lo más lejos posible.

30 El estado de la técnica anterior propone distintos procedimientos de desinfección de las aguas que emplean compuestos clorados, ozono, radiaciones ultravioletas...

En particular, el estado de la técnica propone técnicas de oxidación química, empleando en particular el ozono, permitiendo debilitar a la vez el contenido en microcontaminantes y en microorganismos.

35 Lo más corriente de estas técnicas es emplear reactores que se presentan en forma de columnas de contacto (“contactores”) en las cuales transita el agua que se debe tratar y que están provistos en su base de elementos porosos que permiten la difusión en ésta de burbujas de aire u de oxígeno ozonado.

40 Con el fin de permitir la oxidación eficaz de la materia orgánica, es necesario prever en estas columnas un tiempo de contacto suficientemente largo del agua que se debe tratar con el ozono. La eficacia de la transferencia de masa que aumenta con la altura de la columna, la altura útil económicamente óptima de tales columnas es a menudo en la práctica de aproximadamente de 4 a 5 m.

45 Para alcanzar las normas sanitarias prescritas para la potabilización del agua o el derrame en zona sensible como las zonas de baños o de pesca, es necesario emplear dosis de ozono importantes. En la práctica, el ozono se difunde en el agua tratada a razón de una tasa de tratamiento comprendida entre 5 y 30 mg de ozono por litro dependiendo de la calidad del efluente.

50 Igualmente, se conoce en el estado de la técnica desinfectar el agua empleando lámparas que emiten una radiación ultravioleta (UV) de longitud de onda comprendida entre 185 y 350 nm y más generalmente a 254 nm. Dicha utilización de las radiaciones UV (emitida por todos los tipos de fuentes de irradiación, en particular, las lámparas, diodos electroluminiscentes, tecnología de microondas o excímero) permite debilitar mucho el contenido de las aguas en microorganismos, y, en particular, en microorganismos patógenos (bacterias, virus, organismos unicelulares) pero no permite eliminar un eventual efecto alterador endocrino presente en el agua sucia. No obstante, la eficacia de las radiaciones UV se limita mucho en el caso de aguas que se deben tratar que presenten una elevada turbiedad, unida a la absorción de las radiaciones UV por el medio y/o una reflexión unida a la

presencia de partículas.

5 Con el fin de mejorar el efecto desinfectante de las radiaciones UV, se conoce efectuar en una primer instancia una oxidación forzada por el ozono para mejorar la calidad de las aguas y aumentar así la transmisión de la luz UV, (más específicamente a 254 nm) del agua, luego efectuar una irradiación UV para eliminar los microorganismos que hayan resistido a la acción del ozono.

10 En particular, la solicitud de patente europea nº 1.320.513 describe un procedimiento de tratamiento de aguas que acoplan una etapa de irradiación UV seguida de una etapa de oxidación con ozono que emplea contenidos bajos en ozono (entre 0,1 y 15 g/m<sup>3</sup>, y preferentemente entre 5 y 10 g/m<sup>3</sup>), el procedimiento en cuestión destinado a debilitar el contenido de estas aguas en microorganismos y en microcontaminantes considerados como alteradores endocrinos.

15 Esta técnica presenta no obstante el inconveniente de necesitar el empleo bien sea de un filtro de arena entre los medios de inyección de ozono en agua y el dispositivo de irradiación UV, o bien de columnas de ozonización que imponen la utilización de medios de desgasificación entre dichas columnas y el dispositivo de irradiación UV para evacuar las burbujas de gas que podrían perjudicar, según los autores, a la eficacia del dispositivo de desinfección UV.

Tales columnas de ozono presentan los inconvenientes de ser costosas para emplear y de ocupar un lugar importante.

Los filtros de arena presentan por su parte los inconvenientes de ser también voluminosos y tener que desatascar regularmente.

20 Dicho procedimiento necesita, por lo tanto, obras de grandes dimensiones, costosas, consumidoras de energía y de espacio.

25 La solicitud de patente japonesa nº JP2001-129572 describe un procedimiento de tratamiento de un agua usada industrial con el fin de debilitar el efecto alterador endocrino, comprendiendo el procedimiento una etapa de oxidación por el ozono efectuada en un reactor de ozonización inmediatamente seguida de una etapa de desinfección por radiación UV de longitud de onda comprendida entre 185 y 350 nm efectuada en una unidad de desinfección UV.

### Objetivos de la invención

30 El principal objetivo de la invención consiste en proponer un procedimiento que permite la eliminación parcial de los microcontaminantes, y más concretamente la disminución del efecto alterador endocrino, y/o del efecto tóxico y/o del efecto genotóxico aportado por algunos compuestos orgánicos o por sus subproductos de degradación o de transformación, liberándose de los inconvenientes vinculados a elevadas tasas de tratamiento de ozono, y a la utilización de columnas de ozonización y de una etapa de filtración de tipo granular (arena, carbón, zeolita, turba...).

35 En otras palabras, uno de los objetivos de la presente invención es proporcionar un procedimiento de tratamiento de las aguas residuales compacto en el cual la operación de puesta en contacto del ozono con las aguas que se deben tratar no genera concentración residual de ozono detectable por los medios de medida existentes. La tasa de tratamiento empleado sigue siendo inferior a la demanda inmediata en ozono.

Un objetivo de la presente invención consiste en describir dicho procedimiento que permite concomitantemente con un procedimiento UV desinfectar las aguas tratadas, es decir, debilitar su contenido en microorganismos patógenos.

40 La invención tiene también por objetivo proporcionar una instalación para el empleo de dicho procedimiento, que permite a elevado rendimiento reducir considerablemente el dimensionamiento de las instalaciones de ingeniería civil clásicamente utilizadas para la transferencia del ozono en el agua, para la desgasificación y para la filtración de las aguas ozonadas, o incluso suprimir completamente estas instalaciones.

45 Otro objetivo de la invención consiste en proporcionar una instalación de tratamiento a tiempo minimizado de contacto del agua con el ozono, permitiendo al mismo tiempo una buena eliminación de los microcontaminantes o transformación de éstos para suprimir su efecto alterador endocrino, tóxico o genotóxico.

### Resumen de la invención

50 Estos objetivos se logran gracias a un procedimiento de tratamiento de un agua residual urbana y/o industrial con el fin de debilitar el efecto alterador endocrino y/o tóxico y/o el efecto genotóxico y en eliminar los microorganismos patógenos, que comprende una etapa de oxidación por el ozono y una etapa de desinfección por radiación UV de longitud de onda comprendida entre 185 y 350 nm, con preferentemente una gran parte de la radiación a 254 nm, caracterizado porque dicha etapa de oxidación por el ozono se efectúa en un mezclador estático a una dosis de ozono baja inferior a la demanda de ozono de dicho agua, porque dicha etapa de oxidación por el ozono es inmediatamente seguida de dicha etapa de desinfección por radiación UV, y porque comprende una etapa de control

- de dicha dosis de ozono empleada en dicho agua durante dicha etapa de oxidación que incluye la medida de al menos un parámetro representativo de la calidad del agua, siendo dicha medida efectuada sobre el agua que se debe tratar y/o sobre el agua que se haya sometido a dicha etapa de oxidación por el ozono y antes de su desinfección por radiación UV, destinando dicha etapa de control de dicha dosis de ozono a mantener ésta entre 0,05 y 0,5 miligramo de ozono por miligramo de la demanda química en oxígeno (DQO).
- Se tendrá en cuenta que se entiende, en el marco de la presente descripción, por “demanda de ozono”, la dosis de ozono que es necesaria para cubrir las necesidades químicas de oxidación inmediata del agua y que permite obtener un residual de ozono.
- La utilización, según dicho procedimiento, de una dosis de ozono baja inferior a la demanda de ozono del agua que se debe tratar durante la etapa de oxidación por el ozono, y la utilización concomitante de una etapa de control permite evitar la presencia de residual de ozono.
- En ausencia de dicho residual de ozono autorizado por tales dosis bajas, el procedimiento según la invención propone emplear la etapa de oxidación por el ozono por medio de un mezclador estático. Dicho equipo presenta la ventaja de ser menos costoso y de ocupar un pequeño espacio en comparación con el espacio ocupado por las columnas de ozonización permitiendo al mismo tiempo una disminución importante del tiempo de contacto necesario con respecto al resultado de la transferencia rápida del ozono de la fase gas a la fase líquida.
- La utilización de dosis de ozono inferiores a la demanda de ozono del agua permite la oxidación parcial de la materia orgánica contenida en estas aguas y, en particular, la oxidación de los compuestos susceptibles de presentar un efecto alterador endocrino y/o tóxico y/o un efecto genotóxico y permite también la obtención de un agua que presenta una mejora de la transmisión UV a 254 nm de dicho agua que favorece la acción de la radiación ultravioleta empleada en la etapa de desinfección UV.
- Tal como se indica más arriba, la utilización de un mezclador estático como reactor de oxidación permite acelerar la transferencia entre el ozono y el agua lo que permite un tiempo de contacto bajo con respecto a los procedimientos que emplean columnas de burbujas.
- Un aspecto importante del procedimiento según la invención consiste en el hecho de que comprende una etapa de control de la dosis de ozono empleada en el agua durante la etapa de oxidación.
- Esta etapa de control consiste preferentemente en la medida de al menos un parámetro físico-químico (DQO, pH, conductividad, potencial de oxirreducción, transmisión UV a 254 nm...) representativo de la calidad del agua y/o de al menos un parámetro biológico que forma parte del efecto alterador endocrino, tóxico o genotóxico con la ayuda de un material biológico (renacuajos, peces, microorganismos procariotas o eucariotas, líneas celulares humanas o animales...).
- Además, una etapa de control de la dosis de radiación UV durante la etapa de desinfección puede también estar prevista. En el caso de la etapa de desinfección el parámetro de control es del tipo físico-químico (transmisión UV a 254 nm, turbidez, color...) u óptico (radiómetro para evaluar la dosis UV).
- Estas etapas de control permiten:
- Mantener de modo permanente la dosis de ozono en una dosis baja, inferior a la demanda de ozono de esta agua y como mínimo justo lo necesario para la eliminación del efecto alterador endocrino y/o tóxico y/o genotóxico; y
  - Mantener la dosis UV requerida para garantizar la eficacia de desinfección específica.
- El procedimiento según la invención es más compacto que los procedimientos propuestos por el estado de la técnica anterior (no tiene necesidad de columnas de transferencia gas-líquido, de etapas de desgasificación y de filtración), y menos costoso de emplear (dosis de ozono utilizadas bajas y dosis de irradiación UV optimizadas, por lo tanto, reducción de la energía necesaria para la producción de ozono y de la radiación UV y no hay gastos vinculados a los dispositivos descritos anteriormente).
- Según una variante preferente, dicha etapa de control de la dosis de ozono empleada en dicha agua durante dicha etapa de oxidación incluye la medida de dicho parámetro sobre el agua que se debe tratar y sobre el agua que haya sido sometida a dicha etapa de oxidación.
- Según dicho caso de la figura, la etapa de control consiste, por lo tanto, en medir dicho parámetro sobre el agua que se debe tratar, antes de su entrada en el mezclador estático, en medir este mismo parámetro en el agua que sale de dicho mezclador estático y en modificar en consecuencia la dosis de ozono distribuida.
- Según una variante preferente, dicha etapa de control de la dosis UV empleada en dicho agua durante dicha etapa de desinfección incluye la medida de dicho parámetro sobre el agua que se debe tratar y sobre el agua que haya sido sometida a dicha etapa de desinfección.

Según dicho caso de la figura, la etapa de control consiste, por lo tanto, en medir dicho parámetro sobre el agua que se debe tratar, antes de su entrada en el reactor UV, en medir este mismo parámetro en el agua que sale de dicho reactor y en modificar en consecuencia la dosis UV empleada.

5 Según una variante preferente, los parámetros medidos son el DQO, el efecto biológico específico y la transmisión UV del agua a 254 nm. No obstante, estos parámetros se podrán elegir entre otros parámetros (carbono orgánico total o disuelto, pH, conductividad, potencial de oxirreducción, turbidez, color, medida óptica de la dosis UV (por radiometría), absorción UV...).

Igualmente, según una variante preferente, la etapa de control de la dosis de ozono y de la irradiación UV empleada en dicha agua durante las etapas de oxidación y de desinfección se efectúa automáticamente.

10 Según un aspecto interesante de la invención, el procedimiento comprende también una etapa de control del efecto alterador endocrino y/o tóxico y/o del efecto genotóxico, empleando dicha etapa de control un captador biológico que mide al menos un parámetro representativo de dichos efectos del agua a tratar por una parte y del agua tratada y/o el agua en curso de tratamiento que procede de dicha etapa de ozonización por otra parte.

15 También según una variante preferente, dicha etapa de control de la dosis de ozono tiene por objeto mantener dicha dosis de ozono comprendida entre 0,05 y 0,5 mg de ozono por mg de DQO y más específicamente a 0,1 miligramos de ozono por miligramo de DQO.

Ventajosamente, la etapa de desinfección por radiación UV se emplea en una dosis inferior a 1.000 J/m<sup>2</sup>.

20 La invención se refiere también a una instalación para el empleo de este procedimiento, incluyendo dicha instalación medios de suministro de un agua que se debe tratar, medios de suministro de ozono, al menos un reactor de ozonización, al menos una unidad de desinfección por radiación UV y medios de evacuación del agua tratada, caracterizada porque dicho reactor de ozonización es un mezclador estático, porque comprende:

medios que permiten transportar directamente el agua procedente del mezclador estático a dicha unidad de desinfección UV o bien integrar dicho mezclador estático al reactor UV; y,

25 al menos un captador físico-químico que permite medir al menos un parámetro físico representativo del contenido en materias oxidables (demanda química en oxígeno por ejemplo) del agua que se debe tratar o del agua que sale de dicho mezclador estático.

Dicha instalación presenta la ventaja de ser mucho más compacta que una instalación según el estado de la técnica anterior que emplea las columnas de ozonización.

30 La utilización de un mezclador estático permite un tiempo de contacto entre el agua y el ozono en este reactor de oxidación corto y permite así disminuir el tiempo de contacto global del agua con el ozono con la instalación. Según una variante interesante de la invención, la instalación comprende medios de dosificación automática del ozono proporcionado por dichos medios de suministro de ozono, estando dichos medios de dosificación unidos a dicho captador físico-químico.

35 Estos medios de dosificación automáticos permiten modificar la dosis de ozono distribuida en el mezclador estático en función de los resultados obtenidos durante la medida del parámetro representativo de la calidad del agua que se debe tratar y/o de la calidad del agua que sale del mezclador estático.

Según una variante preferente, el captador físico-químico es un captador que indica el contenido en materias oxidables u orgánicas (DQO, COT) y/o la transmisión de los rayos UVA a 254 nm.

40 También según otra variante interesante de la invención, dichos medios que permiten transportar directamente el agua procedente del reactor de ozonización a dicha unidad de desinfección UV y los medios de evacuación del agua tratada están previstos en línea compacta según una concepción denominada "de fábrica de tubo".

Dicha característica permite prever una integración fácil de ésta en las obras existentes.

45 También según otra variante interesante de la invención, la instalación comprende al menos un captador biológico de al menos un parámetro representativo del efecto alterador endocrino y/o tóxico y/o del efecto genotóxico del agua tratada y/o del agua en curso de tratamiento que sale de dicho mezclador estático.

Preferentemente, dicho captador biológico se elige del grupo constituido por los captadores biológicos que emplean renacuajos, peces, microorganismos procariontes o eucariotes y/o captadores biológicos que emplean líneas celulares humanas o animales.

50 La invención, así como las distintas ventajas que presenta, se comprenderán mejor en referencia a descripción que va a seguir de un modo no limitativo de realización de ésta dado en referencia a los dibujos en los cuales:

- la figura 1 representa de manera esquemática, una instalación según la invención para el empleo del

procedimiento;

- la figura 2 representa un gráfico relativo a los ensayos de desinfección UV (dosis 400 J/m<sup>2</sup>) realizados gracias al procedimiento según la invención;
- la figura 3 representa un gráfico de la transmitancia UV a 254 nm de la salida de un agua procedente de estación de depuración antes y después de tratamiento por ozonización o irradiación UV (con un trayecto óptico de 10 mm).

La instalación representada en la figura 1 comprende medios de suministro 1 de un agua que se debe tratar. Este agua que se debe tratar puede ser un agua que ya haya sido sometida a un procedimiento de purificación por vía biológica y/o por vía física o química en una estación de depuración (STEP).

La instalación comprende por otra parte medios de suministro 2 de ozono, un reactor de oxidación constituido por un mezclador estático 3, una unidad de desinfección por radiación UV 4, medios de evacuación del agua tratada 5 y medios 6 que permiten transportar directamente el agua procedente del mezclador estático a la unidad de desinfección por radiación UV 4. Los medios 5 y 6 comprenden canalizaciones.

La invención comprende también un captador físico-químico 7 que indica el DQO, el COT y/o la transmisión UV a 254 nm del agua que permite medir la turbidez del agua que se debe tratar que llega por los medios de suministro de agua 1 y del agua que sale del mezclador estático que transita por los medios 6 de transporte directo del agua procedente del mezclador estático a la unidad de desinfección UV 4.

Se establece así un bucle de control de la dosis de ozono empleado para la etapa de oxidación del procedimiento que permite mantener la dosis en ozono distribuida en el agua comprendida entre 0,05 y 0,5 miligramo de ozono por miligramo de DQO.

La instalación según la invención comprende también un captador 8 del efecto alterador endocrino y/o tóxico y/o genotóxico del agua procedente del mezclador estático. Este captador está constituido por un captador biológico que emplea, en particular, renacuajos, peces, microorganismos o líneas celulares humanas o animales. Este captador biológico permite regular manual o automáticamente la dosis de ozono en los medios de suministro 2 de ozono si se observa un efecto alterador endocrino y/o un efecto tóxico y/o un efecto genotóxico muy elevado gracias a este captador biológico.

Se trataron tres muestras de un mismo agua que contiene concentraciones de moléculas (17 β-Estradiol, 17 α-Estradiol, 17 α-Etinilestradiol, Estrona) que presenta un efecto alterador endocrino probado según distintos tratamientos, a saber:

- un tratamiento de oxidación por el ozono, efectuado, con la ayuda de un mezclador estático, empleando una dosis de ozono de 0,1 mg de ozono por mg de DQO;
- un tratamiento por radiación UV solo que emplea una dosis de 400 J/m<sup>2</sup>;
- un tratamiento según la invención que emplea una dosis de 0,1 mg de ozono por mg de DQO y una radiación UV según una dosis de 400 J/m<sup>2</sup>.

Ensayos biológicas "in vitro" que emplean los modelos celulares HELN ERα (que presentan un receptor de estrógeno en configuración α) y HELN ERβ (que presenta un receptor de estrógeno en configuración β); así como se efectuaron algunas ensayos biológicos in vivo que emplean modelos anfibios. Los resultados de estos ensayos se sintetizan en el tabla 1 siguiente.

Tabla 1. Evaluación biológica "in vitro" e "in vivo" del efecto alterador endocrino antes y después de distintos tratamientos

Tratamiento	Efecto alterador endocrino				
	Eje tiroideo		Eje estrogénico		
	in vitro <sup>(a)</sup>	in vivo <sup>(b)</sup>	in vivo <sup>(b)</sup>	in vitro ERα <sup>(c)</sup>	in vitro ERβ <sup>(c)</sup>
Salida STEP	+	+	+	+	+
Salida STEP + O <sub>3</sub>	+/-	-	-	-	-
Salida STEP + UV	+/-	-	-	+	+
Salida STEP + O <sub>3</sub> + UV	+/-	-	ND	-	-

(a) ensayos realizados sobre astrocitos de rata (cultura primaria) siguiendo la actividad desyodasa de tipo 2 (D2) en

condiciones basales o activadas por el foskolina o el TPA.

(b) ensayos realizados con la ayuda de larvas de *Xenopus laevis*.

(c) ensayos realizados con la ayuda de las líneas celulares humanas HELN, transfectadas de manera estable por elementos de respuesta a las hormonas ER $\alpha$  y ER $\beta$ .

5 +: Efecto alterador endocrino presente

+/-: Efecto menos importante (pero no ausente) solo en el agua no tratada.

-: Efecto alterador endocrino ausente

ND: no disponible

10 Estos resultados muestran que las muestras de agua no tratada y las tratadas por UV (dosis de 400 J/m<sup>2</sup>) solo son positivas en actividad estrogénica, es decir, ponen de manifiesto que hay también un efecto alterador endocrino, y que las moléculas responsables del efecto alterador endocrino son más activas sobre ER $\alpha$  que sobre ER $\beta$ .

Por el contrario durante un tratamiento con ozono, o de un tratamiento al ozono y a los UV según la invención, no hay más efecto alterador endocrino. Análisis químicos muestran resultados que confirman que las moléculas susceptibles de inducir dicho efecto se neutralizan bien mejor gracias a la invención.

15 Estos resultados se indican en la tabla 2 siguiente.

Tabla 2. Análisis químico (GC/MS-MS) de algunas moléculas de efecto alterador endocrino probado contenidas en las aguas antes y después de distintos tratamientos.

Muestras	Concentración (ng/L)			
	17 $\beta$ Estradiol	17 $\alpha$ Estradiol	Etinilestradiol	Estrona
Agua antes del tratamiento	3,4	< 0,2	2,2	5,8
Agua tratada por UV	2,8	< 0,2	1,6	5,1
Agua tratada por O <sub>3</sub>	0,2	< 0,2	< 0,4	0,3
Agua tratada por O <sub>3</sub> + UV según la invención	< 0,2	< 0,2	< 0,4	0,3

Las concentraciones en microorganismos (coliformes totales, coliformes termotolerantes, enterococos) de los cuales al menos algunos son patógenos,

20 del agua antes del tratamiento (agua a la salida de la estación de depuración "salida STEP" y agua constituida por una muestra recogida en salida de STEP en un período de 24 horas "salida Media STEP"),

del agua después de tratamiento UV ("Salida STEP + UV");

del agua después del tratamiento al ozono en una dosis baja inferior a la demanda de ozono de dicho agua ("Salida STEP + O<sub>3</sub>"); y

25 del agua después del tratamiento en una dosis baja inferior a la demanda de ozono de dichos agua y tratamiento UV según la invención ("Salida STEP O<sub>3</sub>/UV") según la invención;

se han medido.

Los resultados de estas mediciones se recogen en el gráfico según la figura 2. Estos resultados ponen de manifiesto que la invención permite mejorar la eliminación de los microorganismos, en particular, patógenos.

30 Las transmitancias

del agua a la salida de la estación de depuración ("salida STEP");

del agua después del tratamiento UV ("salida STEP después de UV"); y,

del agua después del tratamiento a una dosis baja inferior a la demanda de ozono de dicho agua ("salida STEP después de la ozonización")

35 por otra parte se han medido. Los resultados de estas mediciones se recogen en el gráfico según la figura 3. Estos

resultados muestran una mejora de la transmitancia UV después del tratamiento de la muestra de agua por el ozono a una dosis baja inferior a la demanda de ozono. Esta mejora de la transmitancia UV gracias al tratamiento al ozono permite explicar la mejora de la debilitación de los microorganismos, en particular, patógenos según la invención.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Procedimiento de tratamiento de un agua residual urbana y/o industrial con el fin de debilitar el efecto alterador endocrino y/o el efecto tóxico y/o el efecto genotóxico y eliminar los microorganismos patógenos que comprenden una etapa de oxidación por el ozono y una etapa de desinfección por radiación UV de longitud de onda comprendida entre 185 y 350 nm, caracterizado por que dicha etapa de oxidación por el ozono se efectúa en un mezclador estático en una dosis de ozono baja inferior a la demanda de ozono de dicho agua, porque dicha etapa de oxidación por el ozono va inmediatamente seguida de dicha etapa de desinfección por radiación UV y porque comprende una etapa de control de dicha dosis de ozono empleada en dicho agua durante dicha etapa de oxidación que incluye la medida de al menos un parámetro representativo de la calidad del agua, estando dicha medida efectuada sobre el agua que se debe tratar y/o sobre el agua que haya sido sometida a dicha etapa de oxidación por el ozono y antes de su desinfección por radiación UV, destinando dicha etapa de control de dicha dosis de ozono a mantener ésta entre 0,05 y 0,5 miligramo de ozono por miligramo de la demanda química de oxígeno (DQO).
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho parámetro es un parámetro físico-químico representativo de la calidad del agua y/o un parámetro biológico que forma parte del efecto alterador endocrino, tóxico o genotóxico con la ayuda de un material biológico.
- 3.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que dicha etapa de control de la dosis de ozono empleada en dicho agua durante dicha etapa de oxidación incluye la medida de dicho parámetro sobre el agua que se debe tratar y sobre el agua que haya sido sometida a dicha etapa de oxidación.
- 4.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que dicha etapa de control de la dosis de ozono empleada en dicho agua durante dicha etapa de oxidación se efectúa automáticamente.
- 5.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que comprende una etapa complementaria de control de la dosis de radiación UV dispensada en dicha etapa de desinfección, que incluye la medida de al menos un parámetro físico-químico u óptico representativo de la calidad del agua.
- 6.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que dicho parámetro es un parámetro físico-químico representativo de la calidad del agua y/o un parámetro biológico que forma parte del efecto alterador endocrino, tóxico o genotóxico con la ayuda de un material biológico.
- 7.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que comprende una etapa de control del efecto alterador endocrino y/o del efecto tóxico y/o del efecto genotóxico, empleando dicha etapa de control un captador biológico que mide al menos un parámetro representativo de dichos efectos del agua a tratar por una parte y del agua que procede de dicha etapa de ozonización por otra parte.
- 8.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que dicha etapa de control de la dosis de ozono tiene por objeto mantener dicha dosis de ozono en aproximadamente 0,1 miligramo de ozono por miligramo de DQO.
- 9.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que se emplea dicha etapa de desinfección por radiación UV en una dosis inferior a 1000 J/m<sup>2</sup>.
- 10.- Instalación de tratamiento de un agua residual urbana y/o industrial para el empleo del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 que comprende medios de suministro de un agua que se debe tratar (1), medios de suministro (2) de ozono, al menos un reactor de ozonización, al menos una unidad de desinfección por radiación UV (4) y medios de evacuación del agua tratada (5), caracterizada porque dicho reactor de ozonización es un mezclador estático (3), porque comprende:  
medios (6) que permiten transportar directamente el agua procedente del mezclador estático (3) a dicha unidad de desinfección UV (4) y  
al menos un captador físico-químico (7) que permite medir al menos un parámetro físico o químico representativo del contenido en DQO del agua que se debe tratar y/o del agua que sale de dicho mezclador estático.
- 11.- Instalación según la reivindicación 10, caracterizada por que dicho captador físico-químico es un captador que indica la DQO y/o la transmisión UV a 254 nm.
- 12.- Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 10 ó 11, caracterizada por que dichos medios de suministro del agua que se debe tratar, dicho mezclador estático, dicha unidad de desinfección UV, dichos medios que permiten transportar directamente el agua procedente del reactor de ozonización a dicha unidad de desinfección UV y medios de evacuación del agua tratada están previstos en línea compacta según una concepción denominada "de fábrica de tubo".
- 13.- Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizada por que comprende al menos un captador biológico de al menos un parámetro representativo del efecto alterador endocrino y/o del efecto tóxico y/o

del efecto genotóxico del agua en curso de tratamiento que sale de dicho mezclador estático.

14.- Instalación según la reivindicación 13, caracterizada por que dicho captador biológico se elige del grupo constituido por los captadores biológicos que emplean renacuajos, peces, microorganismos y captadores biológicos que emplean líneas celulares humanas o animales.

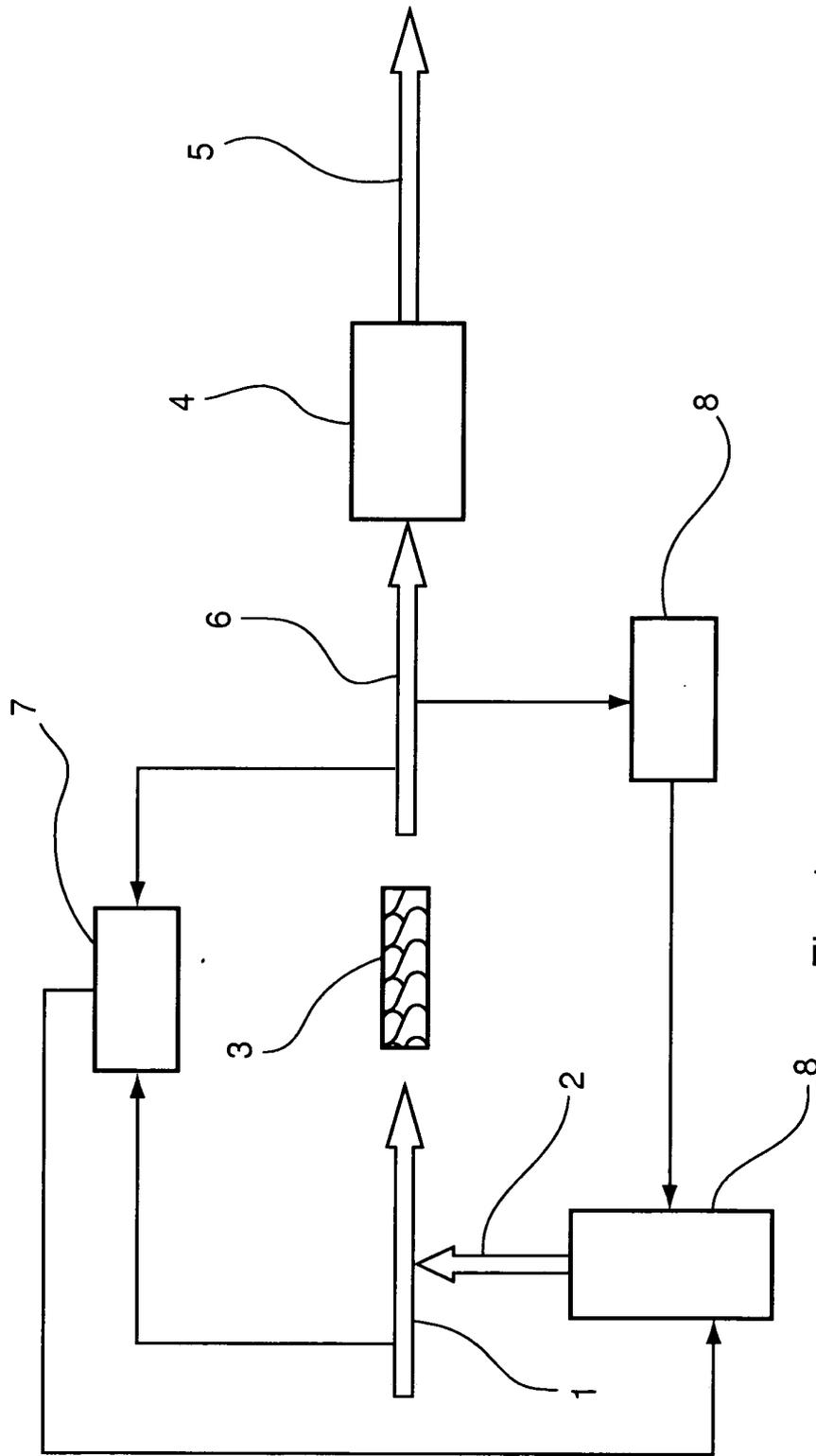
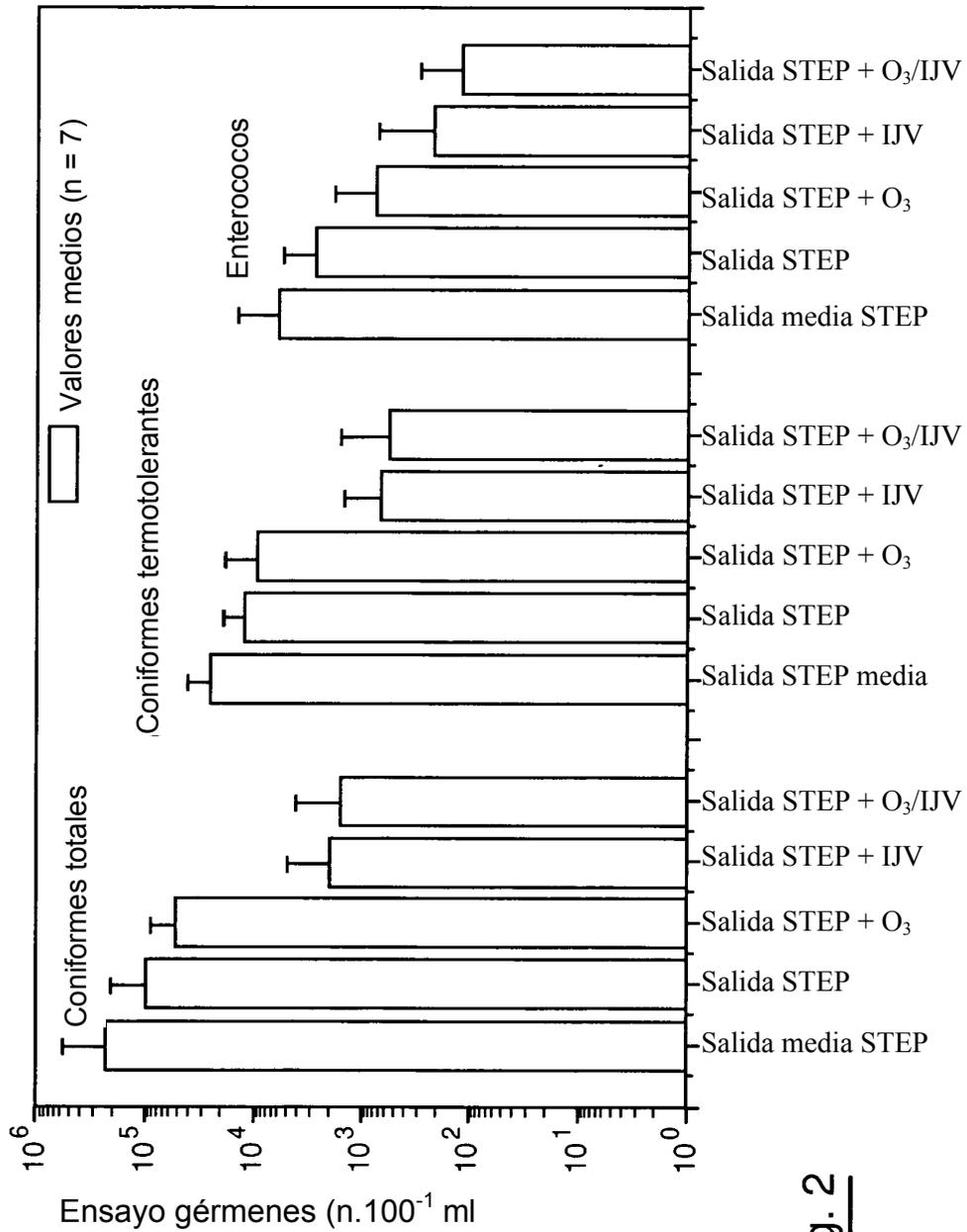
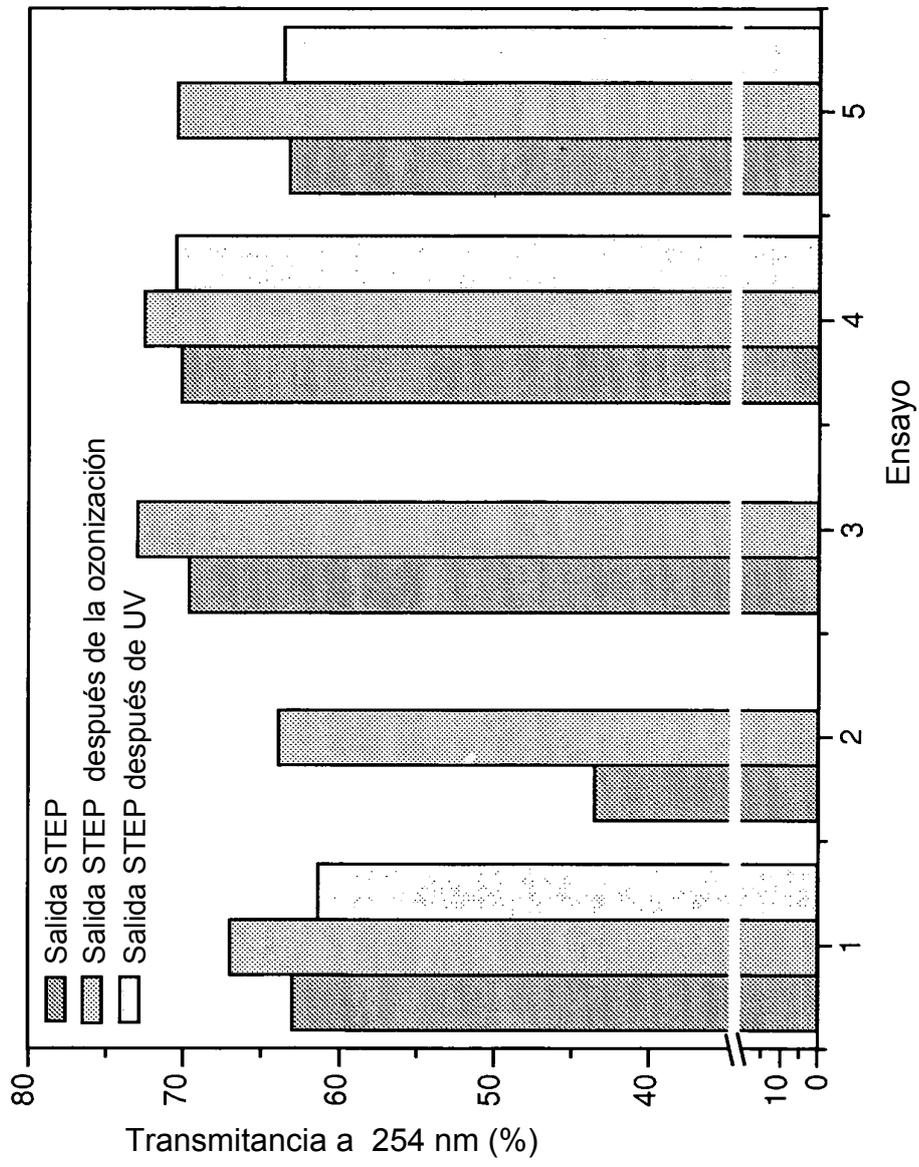


Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**