

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 823**

51 Int. Cl.:

<b>C02F 1/00</b>	(2006.01)
<b>C02F 1/76</b>	(2006.01)
<b>C02F 1/44</b>	(2006.01)
<b>C02F 1/50</b>	(2006.01)
<b>C02F 1/66</b>	(2006.01)
<b>C02F 1/78</b>	(2006.01)
<b>C02F 5/14</b>	(2006.01)
<b>C02F 103/42</b>	(2006.01)
<b>E04H 4/12</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2011 E 16198841 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 3153474**

54 Título: **Método y sistema sostenible para tratar cuerpos de agua afectados por bacterias y microalgas a bajo coste**

30 Prioridad:

**30.03.2011 US 201161469548 P**  
**01.08.2011 US 201113136458**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.06.2019**

73 Titular/es:

**CRYSTAL LAGOONS (CURAÇAO) B.V. (100.0%)**  
**Kaya W.F.G. (Jombi)**  
**Mensing 14, CW**

72 Inventor/es:

**FISCHMANN, T. FERNANDO**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 717 823 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 y sistema sostenible para tratar cuerpos de agua afectados por bacterias y microalgas a bajo coste

## 5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un cuerpo de agua artificial grande y a un sistema para tratar y mantenerlo a bajo coste para uso recreativo de baja densidad. Normalmente, la densidad de uso es de hasta 0,05 bañistas por metro cúbico de volumen de agua. A diferencia de los sistemas convencionales de filtración de piscinas en donde todo el volumen de agua se filtra hasta 6 veces al día, los métodos y el sistema divulgados en el presente documento solo filtran una pequeña fracción del volumen de agua total, hasta 200 veces menor diariamente que el caudal filtrado por los sistemas convencionales de filtración de piscinas. Asimismo, el sistema divulgado en el presente documento utiliza menos productos químicos, hasta 100 veces menos que los sistemas convencionales de tratamiento de agua de piscinas. El sistema se puede utilizar para tratar cuerpos de agua recreativos afectados por bacterias y microalgas y para lograr métodos sostenibles para producir agua que cumpla con las exigencias bacteriológicas y fisicoquímicas para aguas recreativas, estipuladas por los organismos fiscalizadores gubernamentales, tales como la Agencia de Protección Ambiental (EPA), para bañarse con contacto de cuerpo entero.

## 20 Antecedentes

Diversos cuerpos de agua recreativos son propensos a verse afectados por la proliferación de bacterias y microalgas. En los casos en que la calidad de agua es de gran importancia, como las piscinas, se obtiene agua de alta calidad adecuada para nadar agregando grandes cantidades de agentes químicos. A modo de ejemplo, en las piscinas, se añaden agentes químicos al agua de la piscina con el fin de mantener por lo menos una concentración permanente de 1,5 ppm de agentes de cloro en el agua. Esta es la concentración que exigen los estrictos reglamentos para piscinas con respecto a las propiedades bacteriológicas y fisicoquímicas del agua, y se obtiene manteniendo un Potencial de Reducción de Oxidación (ORP) permanente en el agua de por lo menos 650 mV en forma continua.

30 Muchos países de todas partes del mundo cuentan con reglamentos relativos a las aguas recreativas y, en general, existen dos tipos de reglamentos relativos al uso recreativo de dichos cuerpos de agua. El primer tipo de reglamento se refiere a las piscinas, que exige fundamentalmente que se mantenga una elevada disolución amortiguadora de cloro permanente con el fin de evitar la contaminación del agua cuando entran nuevos bañistas en la piscina. La disolución amortiguadora de cloro neutraliza los contaminantes y mata a los microorganismos que los bañistas introducen al agua de la piscina, con lo que se mantiene un agua de alta calidad adecuada para fines recreativos.

El segundo tipo de reglamento se aplica a los lagos y el mar, y se le mencionada como los criterios para bañarse con contacto de cuerpo entero en aguas recreativas. Este reglamento se basa en el poder de dilución del agua. Cuando entran nuevos bañistas en un cuerpo de agua, los contaminantes se diluyen de manera tal que los contaminantes no alcanzan una concentración en el cuerpo de agua que provoque efectos considerables. Por lo tanto, en un cuerpo de agua grande, tal como un lago o el mar, no se necesita una disolución amortiguadora desinfectante debido al alto poder de disolución del gran volumen de agua.

45 Existe una tendencia a nivel mundial hacia aplicar sistemas más sostenibles y amigables con el medio ambiente en todos los aspectos de la vida que puedan coexistir con el medio ambiente, con el fin de dejar la menor huella posible. No obstante, cuando se trata del tratamiento de cuerpos de agua recreativos, no se han hecho grandes progresos en cuanto a métodos y sistemas responsables con el medio ambiente. Los tratamientos comunes relativos a la proliferación de bacterias y microalgas en piscinas requieren grandes cantidades de productos químicos y energía, lo que no satisface las necesidades sostenibles actuales.

50 Con el fin de cumplir con el primer reglamento, es preciso mantener una disolución amortiguadora de cloro en las piscinas en forma continua para neutralizar los contaminantes que los nuevos bañistas introducen en la piscina. Mantener una disolución amortiguadora de cloro permanente en el tratamiento tradicional de piscinas se refiere a mantener un nivel de ORP de por lo menos 650 mV de manera continua. Una vez que se ha satisfecho la demanda de desinfección con cloro, la concentración de cloro libre que queda en el agua, es decir, el cloro residual, actúa como disolución amortiguadora con el fin de brindar desinfección cuando entra nueva materia orgánica o microorganismos en el cuerpo de agua, por ejemplo, cuando entran nuevos bañistas al agua. La cantidad de productos químicos utilizada para mantener permanentemente un nivel de ORP de por lo menos 650 mV es muy elevada, lo que aumenta en forma considerable los costes operacionales de la piscina, implica el uso de productos químicos en cantidades que dañan al medio ambiente y puede generar subproductos de desinfección indeseables (DBP's), tales como las cloraminas.

Adicionalmente, una piscina de configuración típica requiere el filtrado de su volumen completo de agua, en general, de 1 a 6 veces al día. Esto se logra utilizando una unidad de filtración centralizada configurada en forma tradicional. Así, el sistema de filtración de las piscinas tradicionales consume grandes cantidades de energía e impone además altas demandas en términos de costes de instalación, operación y mantenimiento.

En resumen, las piscinas tradicionales dependen de grandes cantidades de productos químicos para mantener una disolución amortiguadora de cloro con el fin de neutralizar la contaminación que entra en el cuerpo de agua y un sistema de filtración centralizado que filtra el volumen completo de agua, en general, de 1 a 6 veces al día. De esta forma, la tecnología de las piscinas tradicionales tiene altos costes operacionales y de mantenimiento debido a las elevadas concentraciones de desinfectante que tienen que mantenerse de manera continua y el sistema de filtración centralizada necesario. Existe la gran necesidad de contar con un método y sistema sostenible, de baja energía, para tratar y mantener grandes volúmenes de aguas para fines recreativos utilizando una pequeña cantidad de productos químicos.

#### Piscinas

El consumo de nutrientes en el agua por parte de los microorganismos aeróbicos se traduce en una alta demanda de oxígeno. Esto, a su vez, reduce los niveles de oxígeno disuelto en el agua y, de esta manera, permite el desarrollo de microorganismos anaeróbicos. El mayor desarrollo de microorganismos anaeróbicos produce acumulación de compuestos orgánicos. Esta cadena de acontecimientos produce una acumulación de nutrientes en el agua, que pueden servir como caldo de cultivo para microorganismos particulares. Entre los microorganismos desarrollados en estas condiciones, las bacterias y las microalgas son las más relevantes en los cuerpos de agua recreativos.

La turbidez en cuerpos de agua recreativos se produce principalmente debido a las microalgas presentes en el agua. Estos microorganismos crecen en el agua con una determinada concentración de nutrientes. Según la disponibilidad de una fuente de luz y la concentración de nutrientes, se pueden producir proliferaciones de algas en un proceso denominado eutrofización, en donde las algas pueblan todo el volumen de agua transformando el cuerpo de agua completo en una enorme fuente de biomasa y aumentan la turbidez del agua. Los distintos reglamentos indican que valores de hasta 50 unidades nefelométricas de turbidez (NTU) serían seguros para la salud humana. A modo de ejemplo, en Columbia Británica, la turbidez del agua determinada por la División de Protección Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente para Cuerpos de Agua Recreativos establece un límite superior de 50 NTU (Sección 2(e) del Acta de Gestión Ambiental de 1981 de Columbia Británica, Canadá), mientras que el gobierno de Australia Meridional considera un valor superior de 25 NTU. Cuando se consumen los nutrientes disueltos necesarios para la mantenimiento de las microalgas, las microalgas se mueren y decantan hacia el fondo del cuerpo de agua. La materia orgánica disponible en esta capa decantada al fondo del cuerpo de agua puede servir, una vez más, como base para el desarrollo de microorganismos anaeróbicos en el agua, que en general plantean amenazas para la salud humana. En los cuerpos de agua artificiales, la calidad del agua se deteriora progresivamente como consecuencia del crecimiento de microalgas y bacterias. En los métodos o procesos típicos de tratamiento de agua de piscinas con alta densidad de bañistas, se utilizan grandes cantidades de agentes desinfectantes, tales como cloro, junto con la filtración de todo el volumen de agua con el fin de controlar la proliferación de bacterias y microalgas. Por ejemplo, si se usa cloro, éste va a reaccionar con la materia orgánica, al igual que con los agentes reductores, tales como el sulfuro de hidrógeno, iones ferrosos, iones de manganeso e iones de nitrito. El cloro consumido en estas reacciones se define como la demanda de cloro. Para satisfacer la demanda de cloro, es preciso mantener niveles de ORP permanentes de por lo menos 650 mV en el agua.

La reacción del cloro con los compuestos orgánicos presentes en el agua puede formar varios subproductos tóxicos o subproductos de desinfección (DBP). Por ejemplo, la reacción del cloro con el amoníaco puede producir cloraminas como subproductos indeseados. Una reacción adicional del cloro o las cloraminas con materia orgánica puede producir trihalometanos, que han sido determinados como potenciales carcinógenos. Asimismo, según el método de desinfección, se han identificado nuevos DBPs, tales como trihalometanos yodados, haloacetónitrilos, halonitrometanos, haloacetaldehídos y nitrosaminas. Asimismo, se ha sugerido que la exposición de los bañistas al cloro y la materia orgánica contribuye a provocar problemas respiratorios, tales como el asma y varios otros problemas de salud.

El uso de agentes químicos también plantea un problema ambiental relacionado con la acumulación y la eliminación de estos productos químicos y DBPs en el medio ambiente. Por lo tanto, sería beneficioso reducir el uso de dichos productos químicos y los DBPs resultantes.

Además del elevado coste y los problemas para la salud y el medio ambiente asociados con el tratamiento químico, los sistemas convencionales de filtración tienen altos costes de capital y consumo de energía. Los tratamientos tradicionales para piscinas de tamaños tradicionales requieren que se filtre todo el volumen de agua, en general, de 1 a 6 veces al día utilizando una unidad de filtración centralizada de configuración tradicional. Este tipo de sistema impone una elevada demanda de suministro de energía, al igual que altos costes de capital asociados con el sistema de filtración, tales como tuberías, bombas, filtros e instalaciones, entre otros.

#### Estado de la técnica

La patente de los EE. UU. N° 5.143.623 describe un método de eliminación de nutrientes, en donde las partículas que van descendiendo son recolectadas mientras bajan en el cuerpo de agua por una estructura que tiene

5 colectores en forma de embudo y la estructura puede tener el tamaño de 1 acre (4.046 metros cuadrados). Dicha estructura debe mantenerse en su lugar durante un período de tiempo prolongado de por lo menos "algunas horas" con el fin de recibir a las partículas que van bajando y, además, comprende una superficie igual a la superficie de la estructura que contiene el cuerpo de agua. La estructura divulgada en la patente de los EE. UU. N° 5.143.623 es invasiva porque no permite desarrollar en forma normal las actividades acuáticas y no permite limpiar el fondo de la estructura, debido a lo cual no puede proporcionar las propiedades de color deseadas. Más aún, el método no incluye el uso de agentes desinfectantes ni de un sistema de filtración.

10 Otro documento, WO2009114206, describe un método para la eliminación de algas desde agua eutrófica utilizando un estanque de decantación y dosificando diferentes coagulantes. Este método requiere la construcción de por lo menos un estanque de decantación y, de preferencia, por lo menos 2 estanques de decantación y la cantidad de coagulantes catiónicos utilizados es de hasta 150 ppm. WO2009114206 requiere la construcción de más de un estanque para que su método funcione adecuadamente, lo que se traduce en la necesidad de más terreno y presenta mayores costes. El método divulgado por WO2009114206 no divulga la operación coordinada del sistema y aplica grandes cantidades de coagulantes de un modo que no es favorable para el medio ambiente.

15 FR2785898 describe un sistema de purificación para agua de piscina, que comprende la filtración, la esterilización y el control del pH. La cantidad de agentes químicos y la energía suministrada al sistema de filtración centralizada de configuración tradicional y el proceso de ionización son similares a las cantidades y a la filtración utilizadas para tecnología estándar de piscinas. FR2785898 utiliza una gran cantidad de productos químicos para mantener una concentración continua de los productos químicos en el agua. El método en FR2785898 comprende también la filtración en el volumen completo de agua, por lo tanto, demanda grandes cantidades de energía y requiere equipos de filtración de alto coste.

25 La patente de los EE. UU. N° 7.820.055 apunta a obtener grandes cuerpos de agua para uso recreativo y describe un proceso para instalar y mantener grandes volúmenes o cuerpos de agua para fines recreativos, tales como lagos o lagunas artificiales con una excelente coloración, alta transparencia y claridad similar a aquella de las piscinas o mares tropicales a bajo coste, en especial, para cuerpos de agua superiores a 15.000 m<sup>3</sup>. La patente de los EE.UU. N° 7.820.055 define características estructurales, tales como colectores de flotación para la eliminación de grasa, sistemas recolectores de agua, detalles de construcción, tipos y colores de revestimientos, sistemas de circulación e inyección de aditivos, exigencias para el suministro de agua, medición de pH, adición de sales, uso de agentes floculantes, cambio de las velocidades de los procesos de agua dulce, aditivos y oxidación, además de un vehículo succionador impulsado por un bote. La patente de los EE. UU. N° 7.820.055 describe un sistema abierto para la circulación de agua, pero no emplea filtración ni un método coordinado que aplique un algoritmo según la temperatura del agua para mantener la calidad del agua de acuerdo con sus necesidades reales.

35 WO2010/074770A1 describe un proceso de filtración eficiente para mantener cuerpos de agua recreativos y ornamentales. WO2010/074770A1 requiere la aplicación de ondas de ultrasonido al agua, junto con la aplicación de agentes floculantes. WO2010/074770A1 no presenta un medio de coordinación que coordine la operación del método y, por lo tanto, impone altas demandas de energía.

40 US6228272 divulga un método y un dispositivo en donde la adición de un desinfectante se controla teniendo en cuenta la temperatura del agua de piscina.

45 Sumario

La presente invención se refiere a un cuerpo de agua artificial grande y a un sistema para tratar y mantenerlo para una baja densidad de bañistas para uso recreativo, tal como se define en la reivindicación 1.

50 La densidad de bañistas en el cuerpo de agua es de hasta 0,05 bañistas o menos por metro cúbico, es decir, unas 10 veces menor a la densidad considerada en el diseño de las piscinas tradicionales. Al disminuir la densidad de bañistas, es posible utilizar el poder de disolución del agua para mantener agua de alta calidad adecuada para bañarse con contacto de cuerpo entero sin necesidad de mantener una disolución amortiguadora de cloro permanente como en una piscina convencional. De esta manera, la presente invención rompe la barrera del tamaño de las piscinas convencionales y proporciona piscinas ecológicas de muy grandes dimensiones, similares a lagos muy transparentes que tienen agua de alta calidad asociada a las piscinas convencionales. Estas piscinas ecológicas no son factibles desde el punto de vista económico si se utilizan tecnologías convencionales de filtración de piscinas.

60 El sistema descrito en el presente documento elimina la disolución amortiguadora de cloro utilizada en los sistemas convencionales de filtración de piscinas. Por lo tanto, la cantidad de productos químicos es muy baja comparada con los sistemas convencionales de tratamiento de agua de piscinas. A diferencia de los tratamientos de aguas de piscinas actuales, el sistema de la invención no requiere mantener los niveles de ORP en forma permanente. Más bien, según la invención, se mantienen niveles de ORP de por lo menos 500 mV solo durante un cierto período de tiempo determinado por un algoritmo que depende de la temperatura del cuerpo de agua. Así, la presente invención se refiere a un sistema capaz de ajustar la cantidad y dosificación de productos químicos en respuesta a la

temperatura del agua, además de reducir la cantidad de productos químicos en hasta 100 veces en comparación con los tratamientos de piscinas tradicionales.

5 Asimismo, el sistema divulgado en el presente documento comprende un medio de filtración de bajo coste, que permite filtrar solo una pequeña fracción del volumen total de agua, hasta 200 veces más pequeño que en las piscinas convencionales. Dado que no se utiliza una unidad de filtración centralizada tradicional, el consumo de energía y los costes de equipamiento pueden ser hasta 50 veces menores en la presente invención que en los sistemas de filtración de piscinas de configuración tradicional.

10 De esta forma, la presente invención puede ofrecer varias ventajas sobre la tecnología tradicional filtración de piscinas. La presente invención emplea un algoritmo que ajusta la dosificación y aplicación de desinfectantes al cuerpo de agua con el fin de mantener un nivel de ORP de por lo menos 500 mV solo durante un cierto período de tiempo que depende de la temperatura del agua, lo que permite reducir la cantidad de productos químicos utilizados en por lo menos un orden de magnitud comparado con los sistemas tradicionales de filtración de piscinas. Las  
15 ventajas asociadas a la disminución de la cantidad de productos químicos incluyen menores costes de operación y una reducción en la producción de DBPs, que pueden ser dañinos para el medio ambiente y los bañistas. Asimismo, el uso de un sistema de filtración de bajo coste que filtra una pequeña fracción del volumen total de agua reduce los costes de instalación, los costes de operación y el uso de energía comparado con los sistemas convencionales de filtración de piscinas.

20 Breve descripción de las figuras

Los dibujos adjuntos, que están incorporados y forman parte de la presente divulgación, ilustran diversas realizaciones de la presente invención. En los dibujos:

25 La Figura 1 es un diagrama de flujo del proceso que ilustra un sistema para tratar agua en una realización de la invención.

30 La Figura 2 muestra una vista superior de una estructura contenedora en una realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

Definiciones

35 A la luz de la presente divulgación, los siguientes términos o frases debieran entenderse con los significados descritos a continuación:

40 El término “reglamentos para piscinas” empleado en el presente documento se relaciona con reglamentos dirigidos a las piscinas que requieren el mantenimiento de una disolución amortiguadora de cloro permanente con el fin de evitar la contaminación del agua a medida que nuevos bañistas entran a la piscina. La disolución amortiguadora de cloro neutraliza los contaminantes y mata a los microorganismos que los bañistas llevan al agua de la piscina, con lo que se mantiene agua de alta calidad adecuada para fines recreativos. En general, estos tipos de reglamentos son establecidos por una división o agencia gubernamental.

45 El término “disolución amortiguadora de cloro” empleado en el presente documento significa la concentración de cloro residual en una piscina o cualquier otro cuerpo de agua que exijan los reglamentos para piscinas. La cantidad de cloro activo actúa como mecanismo de amortiguación cuando entran nuevos microorganismos o materia orgánica al agua, con lo que se neutraliza la materia orgánica y se matan los microorganismos de manera tal que la materia orgánica ya no pueda ser usada como nutrientes que consuman otros microorganismos. La disolución  
50 amortiguadora de cloro puede referirse al nivel de ORPs en el agua, que será controlado de acuerdo con la presente invención. Es preciso entender que se puede utilizar otro desinfectante en vez de cloro, tal como bromo, con el fin de mantener los niveles de desinfectante necesarios.

55 El término “sistema de filtración centralizada de configuración tradicional” empleado en el presente documento significa una unidad de filtración centralizada o sistema con capacidad diseñado para filtrar la totalidad del volumen de agua de la piscina, en general, de 1 a 6 veces al día, con el fin de cumplir con los reglamentos para piscinas. El agua enviada al sistema de filtración centralizada es recolectada desde diferentes fuentes, tales como drenajes, colectores de flotación o por desborde, entre otras.

60 En el presente documento, los términos “contenedor” o “medios contenedores” se emplean de manera genérica para describir cualquier cuerpo de agua artificial grande, abarcando terminología tal como lagunas artificiales, lagos artificiales, estanques artificiales, piscinas y otros similares, que tengan grandes dimensiones.

65 El término “sistema de limpieza no invasivo” empleado en el presente documento incluye un medio de succión que no interfiere con el desarrollo normal de las actividades recreativas en el agua. En general, el medio de succión es capaz de viajar a través de la superficie del fondo de los medios contenedores y de succionar el material decantado.

Por ejemplo, un bote que tira un carro succionador es un sistema no invasivo, dado que la permanencia de este sistema es temporal en una zona del cuerpo de agua. Un carro succionador autopropulsado también sería no invasivo. Sin embargo, un sistema que requiera instalaciones fijas o tuberías fijas sería invasivo para el desarrollo normal de los deportes u otras actividades acuáticas.

5 En el presente documento, el término “medio de coordinación” se utiliza en forma genérica para describir un sistema automatizado capaz de recibir información, procesarla y tomar una decisión conforme a la información recibida. En una realización preferida de la invención, esto es un ordenador conectado a sensores.

10 En el presente documento, el término “medio aplicador de productos químicos” se utiliza en forma genérica para describir un sistema que permite la aplicación o dispersión de productos químicos en el agua.

En el presente documento, el término “medio de succión móvil” se utiliza en forma genérica para describir un dispositivo succionador capaz de recorrer el fondo de los medios contenedores y succionar el material decantado.

15 En el presente documento, el término “medio propulsor” se utiliza en forma genérica para describir un dispositivo propulsor que permite proporcionar movimiento, ya sea empujando o tirando a otros dispositivo.

20 En el presente documento, el término “medios de filtración” se utiliza en forma genérica para describir un sistema de filtración que puede incluir un filtro, un colador, un separador y otros similares.

Cuando se emplea en el presente documento, el término “pequeña fracción” correspondiente al volumen de agua filtrada significa un caudal hasta 200 veces menor que el caudal filtrado de un sistema de filtración de piscinas de configuración tradicional.

25 Modos de realización de la invención

Los métodos y sistemas tradicionales de filtración de piscinas dependen del uso de una disolución amortiguadora de cloro para neutralizar los contaminantes y matar los microorganismos que entran en el cuerpo de agua. Estos métodos y sistemas requieren la aplicación de productos químicos en grandes cantidades para mantener una disolución amortiguadora permanente independiente de las exigencias reales del agua. Asimismo, en general, estos métodos y sistemas requieren un sistema de filtración centralizada de configuración tradicional que filtra la totalidad del volumen de agua, en general, de 1 a 6 veces al día. Así, la tecnología tradicional de piscinas utiliza una gran cantidad de productos químicos y tiene altos costes de capital y costes de operación asociados con el sistema de filtración centralizada.

La presente invención incluye un sistema sostenible de bajo coste para tratar y mantener cuerpos de agua afectados por bacterias y microalgas para uso recreativo de baja densidad, tal como se define en la reivindicación 1. La densidad de uso es de hasta 0,05 bañistas por metro cúbico. A diferencia de los sistemas convencionales de filtración de piscinas, en donde la totalidad del volumen de agua se filtra una o más veces al día, los métodos y el sistema de la presente invención solo filtran una pequeña fracción del volumen total de agua, hasta 200 veces menos al día en comparación con los sistemas de filtración convencionales, proporcionando agua tratada que cumple con los reglamentos bacteriológicos y fisicoquímicos para aguas recreativas en contacto con el cuerpo entero.

El tratamiento de agua se puede realizar a bajo coste en comparación con los sistemas tradicionales de tratamiento de agua, debido al hecho que la presente invención emplea menos productos químicos y consume menos energía que los sistemas tradicionales de tratamiento de agua de piscina. La invención no requiere que se mantengan niveles de ORP de por lo menos 650 mV en forma permanente como sucede en los sistemas convencionales de tratamiento de agua de piscinas. A diferencia de los sistemas convencionales de filtración, el sistema descrito en el presente documento aplica un algoritmo que mantiene niveles de ORP de por lo menos 500 mV solo durante cierto período de tiempo, según la temperatura del agua. De esta forma, la invención permite reducir considerablemente, hasta 100 veces menos, la cantidad de productos químicos en comparación con los tratamientos convencionales de aguas de piscinas, lo que reduce los costes de operación y de mantenimiento.

Asimismo, el sistema solo filtra una pequeña fracción del volumen total de agua, hasta 200 veces menos al día en comparación con las piscinas convencionales que necesitan una unidad de filtración centralizada que, en general, filtra el volumen completo de agua de 1 a 6 veces al día. El medio de filtración del sistema de la invención comprende un medio de filtración más pequeño que la unidad de filtración centralizada y que opera durante períodos de tiempo más breves, lo que se traduce en un consumo de energía y costes de equipamiento hasta 50 veces menores que en los sistemas tradicionales de piscinas.

Un sistema que forma parte de la invención incluye por lo menos un medio contenedor, por lo menos un medio de coordinación, por lo menos un medio aplicador de productos químicos, por lo menos un medio de succión móvil y por lo menos un medio de filtración. La Figura 1 ilustra una realización de un sistema de este tipo. El sistema incluye un medio contenedor (12). El tamaño del medio contenedor es de por lo menos 15.000 m<sup>3</sup> o bien, como alternativa,

por lo menos 50.000 m<sup>3</sup>. Se contempla que el contenedor o el medio contenedor pueda tener un volumen de 1 millón de m<sup>3</sup>, 50 millones de m<sup>3</sup>, 500 millones de m<sup>3</sup> o más.

El medio contenedor (12) tiene un fondo capaz de recibir bacterias, algas, sólidos en suspensión, metales y otras partículas que se decantan en el agua. El medio contenedor (12) incluye un medio receptor (2) para recibir las partículas o materiales decantados en el agua bajo tratamiento. Un medio receptor (2) está fijo al fondo del medio contenedor (12) y de preferencia, está construido con un material no poroso capaz de ser limpiado. En general, el fondo del medio contenedor (12) está cubierto del material no poroso que permite que el medio de succión móvil no invasivo (3) recorra toda la superficie inferior del medio contenedor (12) y succione las partículas decantadas producidas por cualquiera de los procesos divulgados en este documento. Los materiales no porosos se seleccionan del grupo de membranas, geo-membranas, membranas geotextiles, revestimientos plásticos, hormigón, hormigón revestido o las combinaciones de éstos. En una realización preferida de la invención, el fondo del medio contenedor (12) está cubierto con revestimientos plásticos. El medio contenedor (12) incluye una línea de entrada (13) para suministrar agua al medio contenedor (12). La línea de entrada (13) permite rellenar el medio contenedor (12) debido a la evaporación y otras pérdidas de agua.

El sistema incluye al menos un medio de coordinación (1), el cual controla los procesos necesarios según las exigencias del sistema (por ejemplo, calidad del agua). Tales procesos pueden incluir la activación (9) de un medio de succión móvil no invasivo (3). El medio de coordinación (1) está configurado para recibir información (8) con respecto a los parámetros de la calidad del agua que se controlan, y para activar en forma oportuna los procesos necesarios para ajustar dichos parámetros de calidad dentro de sus límites respectivos. La información (8) recibida por el medio de coordinación (1) se puede obtener por medio de la inspección visual, métodos empíricos, algoritmos que se basan en la experiencia, por medio de detectores electrónicos, o bien, las combinaciones de éstos. El medio de coordinación (1) comprende dispositivos electrónicos que están configurados para recibir información, procesar esa información y activar otros procesos, y esto incluye las combinaciones de éstos. Un ejemplo de un medio de coordinación es un dispositivo computacional, tal como un ordenador personal. El medio de coordinación (1) también puede incluir sensores utilizados para recibir información (8) con respecto a los parámetros de calidad del agua.

Los procesos se activan oportunamente a través del medio de coordinación (1) a fin de ajustar los parámetros controlados dentro de sus límites. Los procesos se activan de acuerdo con las exigencias del sistema, lo cual permite la filtración de una pequeña fracción del volumen total de agua diario, reemplazando, de este modo, a los sistemas de filtración convencionales para piscinas, que filtran la totalidad del volumen de agua hasta 6 veces al día. Los procesos corresponden a la oportuna activación (9) del medio de succión móvil (3), la cual activará en forma simultánea el medio de filtración (7) a fin de filtrar el caudal succionado por el medio de succión móvil, filtrando solo una pequeña fracción de todo el volumen de agua, hasta 200 veces menos que los sistemas de filtración convencionales para piscinas.

El medio de aplicación de productos químicos (6) aplica o dispensa productos químicos al agua. El medio de aplicación de productos químicos (6) incluye, pero no se limita a, inyectores, rociadores, aplicación manual, dispensadores por peso, tuberías y las combinaciones de éstos.

El medio de succión móvil no invasivo (3) se mueve en el fondo del medio contenedor (12), succionando agua que contiene partículas y materiales decantados producidos por cualquiera de los procesos publicados en el presente documento. Un medio de propulsión (4) se acopla con el medio de succión móvil (3) con un medio de acoplamiento (5) que permite que el medio de succión móvil (3) recorra el fondo del medio contenedor (12). El medio de acoplamiento (5) puede ser flexible o rígido. Ejemplos del medio de acoplamiento incluyen, pero no se limitan a, cuerdas, sogas, líneas, cables, cordeles, varillas, barras, poleas, ejes y las combinaciones de éstos.

El medio de succión móvil no debe ser invasivo ni alterar el desarrollo normal de las actividades recreativas en el agua, tales como, nadar o el desarrollo de deportes acuáticos. De preferencia, la permanencia del medio de succión es temporal en una zona del cuerpo de agua. De este modo, un sistema que requiere instalaciones fijas o tuberías fijas sería invasivo para el desarrollo normal de deportes acuáticos u otras actividades. El medio de succión móvil recorre el fondo del medio contenedor, succionando minuciosamente el caudal de agua con las partículas decantadas, y permitiendo visualizar el color del fondo. El medio de propulsión (4) impulsa el medio de succión móvil (3) mediante el uso de un sistema, tales como un sistema de rieles, un sistema de cables, un sistema autoimpulsado, un sistema robótico, un sistema guiado a distancia, un bote con un motor o un dispositivo flotante con motor, o las combinaciones de éstos. En una realización preferida de la invención, el medio de propulsión es un bote con motor.

El agua succionada por el medio de succión móvil (3) es enviada a un medio de filtración (7). El medio de filtración (7) recibe el caudal de agua succionado por el medio de succión móvil (3) y filtra el agua succionada que contiene las partículas y materiales decantados, eliminando de este modo la necesidad de filtrar todo el volumen de agua (por ejemplo, solo filtrando una pequeña fracción). El medio de filtración (7) incluye, pero no se limita a cartuchos filtrantes, filtros de arena, microfiltros, nanofiltros, ultrafiltros y las combinaciones de éstos. El agua succionada puede enviarse al medio de filtración (7) por medio de la línea de recolección (10) conectada al medio de succión móvil (3). La línea de recolección (10) se puede seleccionar a partir de mangueras flexibles, mangueras rígidas,

tuberías de cualquier material y las combinaciones de éstos. El sistema incluye una línea de retorno (11) desde el medio de filtración (7) hacia atrás del medio contenedor (12) para devolver el agua filtrada.

La Figura 2 muestra una vista superior de un sistema de la invención. El medio contenedor (12) puede incluir un sistema de tuberías de alimentación (13) que permite rellenar el medio contenedor (12) debido a la evaporación u otra pérdida de agua del medio contenedor (12). El medio contenedor (12) también puede incluir inyectores (14) dispuestos a lo largo del perímetro del medio contenedor (12) para aplicar o dispersar productos químicos al agua. El medio contenedor (12) también puede incluir colectores de flotación (15) para eliminar aceites o partículas de la superficie.

Un sistema que forma parte de la invención incluye los siguientes elementos:

- al menos un línea de entrada (13) para suministrar agua a al menos un medio contenedor (12);
- al menos un medio contenedor (12), que comprende un medio receptor (2) para las partículas decantadas producidas a través de los procesos del método, el cual está fijo al fondo de dicho medio contenedor;
- al menos un medio de coordinación (1), donde el medio de coordinación está configurado para activar en forma oportuna los procesos necesarios para ajustar los parámetros dentro de sus límites;
- al menos un medio de aplicación de productos químicos (6), el cual está configurado para agregar agentes desinfectantes al agua;
- al menos un medio de succión móvil no invasivo (3), el cual se mueve a través del fondo de dicho al menos un medio contenedor que succiona el caudal de agua que contiene las partículas decantadas producidas por los procesos del método;
- al menos un medio de propulsión (4) que proporciona movimiento a dicho al menos un medio de succión móvil no invasivo, de modo que este se pueda mover a través del fondo de dicho al menos un medio contenedor;
- al menos un medio de acoplamiento (5), para conectar dicho al menos un medio de propulsión y dicho al menos un medio de succión;
- al menos un medio de filtración (7) que filtra el caudal de agua que contiene las partículas decantadas;
- al menos una línea de recolección (10) acoplada entre dicho al menos un medio de succión móvil y dicho al menos un medio de filtración; y
- al menos una línea de retorno (11) a partir de dicho al menos un medio de filtración hacia dicho al menos un medio contenedor;

Los agentes desinfectantes se aplican al agua a través de un medio de aplicación de productos químicos (6), a fin de mantener un nivel de ORP de al menos 500 mV solo durante un periodo mínimo de tiempo de acuerdo con la temperatura del agua, dentro de periodos de 7 días a la vez. Los agentes desinfectantes incluyen, pero no se limitan, al ozono, productos de biguanida, algicidas y agentes antibacterianos, tales como los productos de cobre; sales de hierro; alcoholes; cloro y compuestos de cloro; peróxidos; compuestos fenólicos; yodóforo; aminas cuaternarias (poliquats) en general, tales como, cloruro de benzalconio y S-Triacina; ácido peracético; compuestos con base de halógenos; compuestos a base de bromo, compuestos a base de cloro y las combinaciones de éstos. Los agentes desinfectantes preferidos incluyen los compuestos a base de cloro, ozono, productos de biguanida, compuestos a base de bromo, compuestos a base de halógeno, o las combinaciones de éstos.

El control de bacterias y microalgas en el cuerpo de agua se logra a través del medio de aplicación de productos químicos que aplica agentes desinfectantes al cuerpo de agua. La cantidad de agentes desinfectantes usados en la presente invención es de al menos un orden de magnitud inferior que las cantidades usuales requeridas por la tecnología tradicional para piscinas. La aplicación de agentes desinfectantes se traduce en la muerte de las bacterias y otros microorganismos, los cuales se juntan o decantan en la capa de agua en el fondo del medio contenedor. A diferencia de la tecnología tradicional para piscinas, los agentes desinfectantes en la presente invención se aplican sin necesidad de mantener una concentración permanente en el volumen de agua. El método sostenible aplica un algoritmo que permite mantener los niveles de ORP solo durante un cierto periodo de tiempo determinado de acuerdo con la temperatura del agua. Si la temperatura del agua es de hasta 45 grados Celsius, se mantiene un nivel de ORP de al menos 500 mV por un periodo mínimo de 1 hora por cada grado Celsius de temperatura del agua. Por ejemplo, si la temperatura del agua es de 25 grados Celsius, entonces, se mantiene un nivel de ORP de al menos 500 mV durante un periodo mínimo de 25 horas, lo que se puede distribuir durante un periodo de 7 días. El agua que tiene una temperatura mayor que 45 grados Celsius no es adecuada para los usos recreativos de la presente invención, ya que esas temperaturas pueden comprometer la seguridad de los bañistas.

El medio de coordinación (1) recibe información (8) con respecto a los parámetros de la calidad del agua dentro de sus límites respectivos. La información recibida a través del medio de coordinación se puede obtener a través de métodos empíricos. Asimismo, el medio de coordinación (1) también es capaz de recibir información, procesar esa información y activar los procesos requeridos de acuerdo con esa información, incluidas las combinaciones de éstos. Un ejemplo de un medio de coordinación es un dispositivo computacional, tal como un ordenador personal, conectado a sensores que permiten la medición de parámetros y la activación de procesos de acuerdo con esa información.

El medio de succión móvil está diseñado para realizar una exhaustiva limpieza de la superficie del medio receptor, de modo que el color de la superficie del medio receptor esté visible, proporcionando mediante ello un color atractivo al cuerpo de agua. El medio de coordinación (1) proporciona información (9) al medio de succión móvil (3) para activar el medio de succión móvil. De manera simultánea, el medio de filtración (7) se activa a fin de filtrar el caudal succionado por el medio de succión móvil (3), filtrando solo una pequeña fracción de todo el volumen de agua. A continuación, el agua filtrada se devuelve al medio contenedor (12) por medio de la línea de retorno (11). El medio de succión móvil (3) se activa (9) a través del medio de coordinación (1) a fin de evitar que el espesor del material decantado exceda los 3 mm en promedio. El medio de filtración (7) y el medio de succión móvil (3) funcionan solo según sea necesario para mantener los parámetros del agua con sus límites, por ejemplo, solo unas pocas horas al día, al contrario de los sistemas de filtración convencionales que funcionan en forma continuada sobre una base diaria.

El agua tratada según la invención puede ser suministrada por una fuente de agua natural, tales como, océanos, aguas subterráneas, lagos, ríos, agua tratada, o combinaciones de éstos. El agua recopilada puede tener una concentración de hasta 50.000 ppm de Sólidos Disueltos Totales (TDS-*Total Dissolved Solids*). Cuando la concentración de TDS es menor que o igual a 10.000 ppm, el Índice de Saturación Langelier del agua debe ser menor que 3. Para la presente invención, el Índice de Saturación Langelier se puede mantener en 2 al ajustar el pH, la adición de antiincrustantes, o un proceso para suavizar el agua. Cuando la concentración de TDS es mayor que 10.000 ppm, el Índice de Saturación Stiff & Davis del agua debe ser menor que 3. Para la presente invención, el Índice de Saturación Stiff & Davis se puede mantener hasta 2 al ajustar el pH, la adición de antiincrustantes, o bien, un proceso para suavizar el agua. Los antiincrustantes que se pueden usar para mantener el Índice de Saturación Langelier o el Índice de Saturación Stiff & Davis bajo 2 incluyen, pero no se limitan a, los compuestos a base de fosfonato, tales como, el ácido fosfónico, PBTC (ácido fosfobutan-tricarboxílico), cromatos, polifosfatos de zinc, nitritos, silicatos, sustancias orgánicas, sosa cáustica, polímeros a base de ácido málico, poliácrilato de sodio, sales de sodio de ácido tetracético diamina etileno, inhibidores de corrosión, tales como, benzotriazol y las combinaciones de éstos.

**Ejemplos**

**Ejemplo 1**

La siguiente tabla resume las cantidades de productos químicos usados, la energía consumida y los costes asociados considerando una densidad de bañistas de hasta 0,05 bañistas por metro cúbico en A) un sistema que forma parte de la presente invención y B) una configuración tradicional para piscinas. El volumen de agua en ambos A) y B) es de 90.000 m<sup>3</sup>.

	Caso A	Caso B
Volumen Total (m <sup>3</sup> )	90.000	90.000
Caudal filtrado en 24 horas (m <sup>3</sup> )	2,7	540
Agentes químicos (kg)	1,5	135
Energía usada en filtración mensual (USD)	USD 806	USD 43000

Tal como se muestra en la tabla, el coste de operación de una piscina configurada con el sistema será de al menos un orden de magnitud inferior que una configuración tradicional.

**Ejemplo 2**

Un cuerpo de agua de 125.000 m<sup>3</sup> fue tratado de acuerdo con la presente invención. La profundidad promedio del cuerpo de agua fue de 3.125 m. El sistema incluyó inyectores espaciados como medio de aplicación de productos químicos en el borde de la piscina y en el fondo de la estructura. El sistema de limpieza funcionó en ciclos debido al tamaño del cuerpo de agua. Los niveles de ORP se determinaron como sigue: para temperaturas de agua de hasta 45 grados Celsius, se mantuvo un nivel de ORP de al menos 500 mV para un periodo mínimo de 1 hora por cada grado Celsius de temperatura del agua. La temperatura del agua fue de 20 grados Celsius, de modo que los niveles de ORP de al menos 500 mV se mantuvieron durante 20 horas durante la semana. El primer día de tratamiento, el

## ES 2 717 823 T3

medio de aplicación de productos químicos inyectó cloro de 9:00 am a 7:00 pm para mantener las concentraciones de cloro de 0,15 ppm, completando de ese modo 10 horas ese día. El mismo procedimiento se repitió el cuarto día de tratamiento de 9:00 am a 7:00 pm, completando de ese modo las 20 horas requeridas para el ciclo de tratamiento de 7 días.

5 Antes que el espesor promedio de la capa de material decantado excediera los 3 mm, se inició la succión de la suciedad de microalgas y microorganismos muertos decantados, con el uso de un pequeño bote con motor como medio de propulsión para mover un dispositivo de succión en todo el fondo de la estructura en una zona de la estructura. Las otras zonas fueron activadas en forma secuencial permitiendo la total eliminación de suciedad de  
10 microalgas y microorganismos muertos en un periodo de 4 horas.

El caudal succionado se envió a un pequeño cartucho filtrante, dado que el volumen filtrado corresponde a un porcentaje muy pequeño (2,5%) de todo el volumen de agua por día. El cartucho filtrante se colocó fuera de la piscina, y el agua filtrada fue devuelta a la piscina por medio de una manguera flexible.

15 La energía consumida durante 1 semana con el uso de esta configuración fue de 2.436 kW. En una configuración tradicional para piscinas, el consumo calculado de energía en una semana habría sido de 124.306 kW. Por lo tanto, la presente invención consume solo un 2% de la energía y usa una cantidad de agentes químicos de hasta 100 veces inferior que una piscina equivalente con tecnología de tratamiento de agua tradicional.  
20

**REIVINDICACIONES**

1.- Cuerpo de agua artificial grande afectado por bacterias y microalgas y sistema para tratar y mantenerlo a bajo coste, que comprende:

- 5 - al menos un medio contenedor (12) que tiene un volumen de por lo menos 15.000 m<sup>3</sup> para almacenar agua que tiene una temperatura de hasta 45°C para formar dicho cuerpo de agua artificial grande, que comprende un medio receptor (2) fijado a la superficie de fondo del medio contenedor (12) y en donde el medio receptor (2) que cubre el fondo del medio contenedor está construido de un material no poroso que puede limpiarse y en donde el material no poroso se selecciona de una membrana, geomembrana, membrana geotextil, hormigón, hormigón revestido, revestimiento plástico, o una combinación de éstos permitiendo que un medio de succión móvil no invasivo (3) recorra toda la superficie del medio contenedor (12) y succione partículas decantadas;
- 10 - al menos una línea de entrada (13) para suministrar agua afluyente al por lo menos un medio contenedor (12);
- 15 - al menos un medio de aplicación de productos químicos (6);
- 20 - al menos un medio de succión móvil no invasivo (3), en donde el medio de succión móvil está configurado para realizar una exhaustiva limpieza de la superficie del medio receptor (2) en la superficie inferior del medio contenedor (12) moviéndose por el fondo de dicho por lo menos un medio contenedor (12) y succionando la porción de agua que contiene las partículas decantadas;
- 25 - al menos un medio de propulsión (4) para mover dicho al menos un medio de succión móvil no invasivo (3) a través del fondo de dicho al menos un medio contenedor (12);
- 30 - al menos un medio de acoplamiento (5) que conecta dicho al menos un medio de propulsión (4) y dicho al menos un medio de succión (3);
- 35 - al menos un medio de filtración (7) para filtrar dicha agua que contiene las partículas decantadas succionadas por el medio de succión móvil no invasivo (3);
- 40 - al menos una línea de recolección (10) acoplada entre dicho al menos un medio de succión móvil (3) y dicho al menos un medio de filtración (7);
- 45 - al menos una línea de retorno (11) a partir de dicho al menos un medio de filtración (7) hacia dicho al menos un medio contenedor (12); y
- 50 - al menos un medio de coordinación (1) que comprende dispositivos electrónicos, en donde el medio de coordinación (1) está configurado para recibir información (8) con respecto a los parámetros de la calidad del agua, procesar esa información (8) y activar en forma oportuna los procesos necesarios para ajustar los parámetros del agua dentro de límites predeterminados, en donde dichos procesos incluyen la activación oportuna (9) del medio de succión móvil (3) para impedir que el grosor de las partículas depositadas supere 3 mm de promedio, que activará simultáneamente el medio de filtración (7), de modo que el sistema está configurado para filtrar solo una pequeña fracción de todo el volumen de agua de dicho cuerpo de agua artificial grande, y en donde tales procesos incluyen además la activación oportuna del medio de aplicación de productos químicos (6) para aplicar agentes desinfectantes al agua para mantener un nivel de ORP de por lo menos 500 mV solo durante un periodo de tiempo mínimo determinado según la temperatura del agua, en donde el periodo de tiempo mínimo se determina según la temperatura del agua y es 1 hora por 7 días para cada °C de temperatura del agua;
- 55 - en donde el sistema está configurado para tratar dicha agua de modo que el agua sea adecuada para uso recreativo de baja densidad.

2.- El sistema según la reivindicación 1, en donde el medio de aplicación de productos químicos (6) comprende un inyector, un rociador, un dispensador por peso, tuberías o una combinación de éstos.

60 3.- El sistema según cualquier reivindicación anterior, donde el medio de propulsión (4) comprende un sistema de rieles, un sistema de cables, un sistema de autopropulsión, un sistema robótico, un sistema guiado a distancia, un bote con motor, un dispositivo flotante con motor, o una combinación de éstos.

65 4.- El sistema según cualquier reivindicación anterior, en donde el medio de acoplamiento (5) comprende una cuerda, sogas, línea, cable, cordel flexible, o una combinación de éstos.

5.- El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde el medio de acoplamiento (5) comprende una varilla, barra, polea, eje rígido, o una combinación de éstos.

5 6.- El sistema según cualquier reivindicación anterior, en donde el medio de filtración (7) comprende un cartucho filtrante, un filtro de arena, un microfiltro, un ultrafiltro, un nanofiltro, o una combinación de estos.

7.- El sistema según cualquier reivindicación anterior, en donde el medio de succión móvil (3) está configurado para realizar una limpieza de la superficie del medio receptor (2), de modo que el color de la superficie del medio receptor (2) permanezca visible.

10

Figura 1

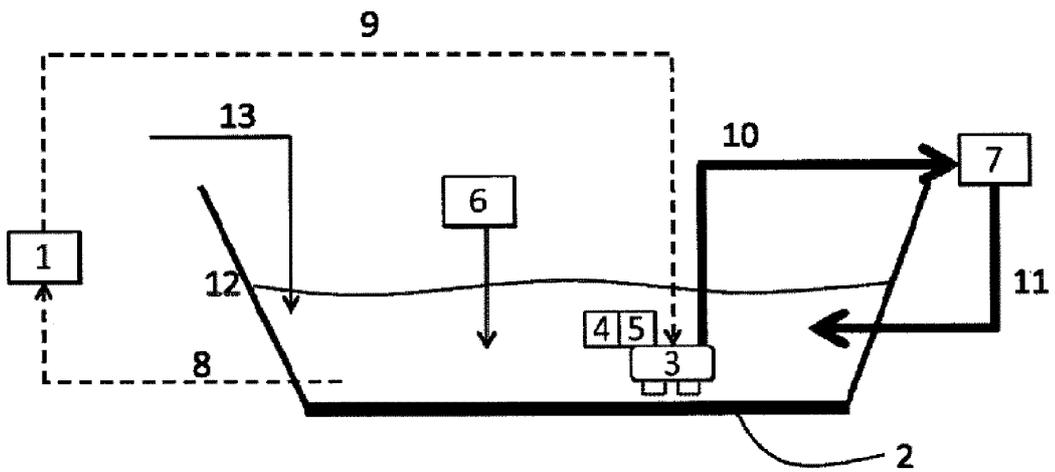


Figura 2

