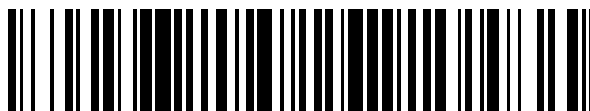


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 018**

51 Int. Cl.:

C02F 9/00 (2006.01)

E04H 4/12 (2006.01)

E04H 4/16 (2006.01)

C02F 1/56 (2006.01)

C02F 1/52 (2006.01)

C02F 1/76 (2006.01)

C02F 1/00 (2006.01)

C02F 1/40 (2006.01)

C02F 103/00 (2006.01)

C02F 103/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.12.2014 PCT/IB2014/002891**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2015 WO15087156**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2014 E 14835490 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 3087037**

54 Título: **Método para mantener la calidad del agua en grandes masas de agua**

30 Prioridad:

12.12.2013 US 201361915331 P
09.12.2014 US 201414564957

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

30.10.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

FISCHMANN TORRES, FERNANDO BENJAMIN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 688 018 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 mantener la calidad del agua en grandes masas de agua

5 **Campo**

La presente invención se refiere a un sistema y a un método innovadores y optimizados para mantener la calidad del agua en grandes masas de agua interiores excavadas o estructuras flotantes artificiales usando un sistema de filtración y sistema de desengrasado económico simplificado que requiere un equipo de filtración mucho más pequeño que los sistemas de filtración centralizados convencionales y proporciona un consumo de cantidades significativamente menores de energía, basándose el método para mantener la calidad del agua en el color del fondo de la masa de agua, la cantidad de grasas superficiales y la turbidez del agua.

15 **Antecedentes**

El agua en las piscinas habitualmente se filtra y se trata con productos químicos para mantener la calidad del agua dentro de niveles adecuados y en cumplimiento con las regulaciones locales. Los sistemas de filtración se diseñan para eliminar, por ejemplo, sólidos suspendidos, incluyendo crecimiento microbiano y de algas, residuos flotantes, y aceite y grasas en el agua. Los sistemas convencionales para mantener la calidad del agua en piscinas implican normalmente grandes sistemas de filtración centralizados que son caros de construir y de hacer funcionar. Un sistema de filtración centralizado convencional está configurado habitualmente para filtrar todo el volumen de agua en una piscina de aproximadamente 1 a 6 veces al día. El funcionamiento de tales sistemas de filtración centralizados requiere mucha energía y provoca que las piscinas tengan una gran huella de carbono y limita el tamaño máximo de las piscinas convencionales.

El agua se dirige normalmente al sistema de filtración centralizado desde tres fuentes: la masa de agua principal en la piscina; el agua succionada desde el fondo de la piscina que contiene impurezas depositadas; y agua tomada de la superficie de la piscina mediante equipos colectores. Las tres fuentes se tratan mediante el mismo sistema de filtración centralizado independientemente de los diferentes niveles y tipos de impurezas. Además, los sistemas de filtración centralizados convencionales funcionan según ciertos periodos de tiempo definidos, o durante una cierta cantidad de horas al día sin tener en cuenta la condición en tiempo real del agua que está tratándose y/o sin ajustar los parámetros operativos y los requisitos de filtración para optimizar la eficiencia del sistema en vista de la condición en tiempo real del agua que está tratándose.

Por tanto, los sistemas de filtración de piscinas centralizados convencionales tienen altos costes de equipos y consumen grandes cantidades de energía para completar tales requisitos de filtración. La Association of Pool and Spa Professionals estima que hay más de 5,5 millones de piscinas en los Estados Unidos equipadas con sistemas de filtración centralizados convencionales. Según el Departamento Estadounidense de Energía, los sistemas de filtración de piscinas convencionales requieren mucha energía, usando hasta 3.000 kWh de electricidad al año, el equivalente a aproximadamente el 30% de un consumo de electricidad doméstico promedio, según la Administración de Información de Energía. La Comisión de Energía de California estima que una piscina de jardín típica en California puede usar suficiente energía durante la temporada de verano como la necesaria para suministrar energía a toda una casa durante tres meses. Reducir la cantidad de energía necesaria para la filtración proporcionaría ahorros en el coste de mantenimiento de las piscinas y reduciría también las emisiones de CO₂.

El coste y la alta demanda de energía del funcionamiento de una piscina con sistemas de filtración centralizados convencionales ha provocado el cierre de algunas piscinas públicas grandes por todo el mundo. Por ejemplo, según el Japan Times, la piscina cubierta "Ocean Dome" ubicada en Japón (que tiene el récord Guinness como la piscina cubierta más grande del mundo, con más de 1 hectárea de superficie de agua) tuvo que cerrar en 2007 debido a los elevados costes operativos. Otro ejemplo es la "Fleishhacker Pool" ubicada en California, con una superficie de 1,5 hectáreas, que tuvo que cerrar en 1971 debido a problemas de calidad del agua y altos costes.

Con una tendencia hacia prácticas más sostenibles y ecológicas, las agencias reguladoras por todo el mundo están promulgando regulaciones que pretenden reducir el consumo de energía y reducir las emisiones de CO₂ de los funcionamientos de piscinas. Debido a la necesidad de un menor consumo de energía y sistemas de filtración más rentables, es deseable tener un método que pueda mantener la calidad del agua con un menor coste de capital y operativo. Una tendencia hacia funcionamientos más sostenibles está impulsando también la necesidad de sistemas y métodos más eficientes energéticamente para mantener la calidad del agua en grandes masas de agua, tales como piscinas.

60 **Técnica anterior**

La turbidez del agua puede usarse como medida de la calidad del agua. La turbidez está provocada por partículas sólidas microscópicas suspendidas que dan como resultado una "opacidad" del agua. Las partículas pueden incluir muchos tipos diferentes de impurezas, tales como partículas inorgánicas y orgánicas, microbios y crecimiento de algas. La turbidez del agua puede reducirse, por ejemplo, mediante filtración o provocando que las partículas se

aglomeren o reaccionen con productos químicos, convirtiéndolas en suficientemente pesadas para que se depositen en el fondo. La patente estadounidense n.º 4.747.978 da a conocer un método de desinfección de agua de piscinas mediante el uso de composiciones de hipoclorito de calcio, incluyendo un floculante inorgánico (por ejemplo, sulfato de aluminio), que puede proporcionar una claridad mejorada tras su adición a una masa de agua, por ejemplo, una piscina. La patente '978 da a conocer que la claridad del agua puede mejorarse mediante la deposición simultánea de materiales orgánicos y sólidos suspendidos debido a la adición del floculante, pero al mismo tiempo desaconseja el uso de demasiado floculante con el fin de evitar una obstrucción del sistema de filtración. Además, tal método requiere la filtración del volumen de agua completo.

La publicación de patente china CN2292798 da a conocer un dispositivo de tratamiento por circulación de agua y de recogida de suciedad subacuática para una piscina, incluyendo un agua de tratamiento y de circulación de la que se desechan impurezas. La publicación '798 da a conocer la adición de floculante, agente esterilizante alguicida y agente de regulación del pH al agua, la filtración del agua y la devolución del agua de vuelta a la piscina. La suciedad se succiona desde el fondo de la piscina mediante un disco de recogida de suciedad, que se mueve por el fondo, y el sedimento acumulado en el fondo de la piscina se descarga fuera de la piscina. Sin embargo, incluso en este sistema de tratamiento, se filtra toda la masa de agua. La publicación '798 no aborda las cuestiones asociadas con los altos volúmenes de filtración y no da a conocer el control del funcionamiento del sistema de succión o del sistema de filtración basándose en los parámetros de calidad del agua observados. La publicación '798 tampoco aborda el tratamiento de agua recogida superficialmente, que se envía normalmente a través del sistema de filtración centralizado, sumándose por tanto al volumen de filtración total.

El documento US 2012/0024796 describe un método sostenible para tratar y mantener masas de agua artificiales y cerradas con un bajo coste para uso recreativo de baja densidad, en el que tales grandes masas de agua se ven afectadas por bacterias y microalgas, y en el que el tratamiento comprende mantener niveles de ORP de al menos 500 mV durante un periodo de tiempo mínimo basándose en la temperatura de la masa de agua, succionar el fondo las grandes masas de agua artificiales, filtrar tal agua succionada y devolver el agua filtrada al recipiente.

El documento US 2012/0024794 describe un método para tratar agua con fines industriales, en el que el método purifica el agua y elimina los sólidos suspendidos filtrando una pequeña fracción del volumen total de agua y comprende recoger agua y almacenar tal agua en un recipiente, tratar el agua en el plazo de periodos de 7 días para mantener un nivel de ORP mínimo durante un periodo de tiempo mínimo basándose en la temperatura del agua, activar procesos a través de medios de coordinación, tal como aplicar oxidantes para evitar que las concentraciones de hierro y manganeso superen 1 ppm, aplicar coagulantes o floculantes para evitar que la turbidez supere 5 NTU, succionar el flujo de agua del fondo antes de que el grosor de material depositado supere los 100 mm, filtrar tal flujo de agua succionada y devolver el agua filtrada al recipiente, y usar tal agua en un proceso aguas abajo para usos industriales.

Sumario

El sistema y el método optimizados de la presente invención sustituyen a los sistemas de filtración centralizados convencionales de piscinas configuradas de manera tradicional con un sistema de filtración y sistema de desengrasado económico simplificado que consume hasta dos órdenes de magnitud menos de energía, y requiere un equipo de filtración mucho más pequeño que los sistemas de filtración convencionales. El método sustituye los tres requisitos de filtración de los sistemas de filtración centralizados convencionales usados en piscinas, que son: la filtración de toda la masa de agua contenida en la piscina; la filtración del agua succionada desde el fondo que contiene impurezas depositadas; y la filtración del agua superficial tomada mediante un sistema colector. En un sistema convencional de este tipo, los tres flujos de agua se envían al mismo sistema de filtración centralizado con el fin de eliminar los sólidos suspendidos, los residuos flotantes y las grasas.

El sistema y el método dados a conocer proporcionan una necesidad reducida significativamente de capacidad de filtración al succionar un flujo de agua pequeño desde el fondo de la gran masa de agua (por ejemplo, una piscina) que contiene impurezas depositadas, evitando por tanto la filtración de toda la masa de agua y la filtración centralizada de agua recogida superficialmente se sustituye por el cribado de residuos y la recogida superficial de aceite y grasa. El sistema y el método de la invención permiten activar el funcionamiento de sistemas específicos basándose en la información recibida relativa a diferentes parámetros de calidad del agua y fisicoquímicos. Estos parámetros incluyen a menudo la turbidez, el color del fondo de la masa de agua y la cantidad de grasas en la capa de agua superficial de la masa de agua, que pueden medirse directa o indirectamente, estimarse empíricamente, determinarse según la experiencia, basándose en métodos sensoriales, o calcularse. El sistema de aplicación de productos químicos, el dispositivo de succión móvil y el sistema de desengrasado se hacen funcionar cada uno solo cuando sea necesario, basándose en la necesidad real de filtración o purificación dictada por los parámetros de calidad y fisicoquímicos del agua en la masa de agua, tal como la turbidez del agua, la cantidad de impurezas depositadas y/o la cantidad de grasas o aceites en la capa de agua superficial de la masa de agua, en vez de un régimen preestablecido o tasas de filtración requeridas como en sistemas de filtración de piscinas centralizados convencionales.

El método prevé adicionalmente la adición de un aditivo a base de cloro al agua para mantener un nivel de cloro residual libre mínimo en la masa de agua o en una zona de baño específica, siendo tal concentración de cloro residual libre mínima considerablemente menor que las concentraciones convencionales usadas en piscinas, ya que las grandes masas de agua de la presente invención tienen grandes volúmenes de agua que proporcionan un efecto de dilución adicional. El nivel de cloro residual libre mínimo de la presente invención se basa en el WQI, que comprende un grupo de variables que no se aplican habitualmente en volúmenes de agua pequeños, tales como piscinas.

El método para tratar una gran masa de agua incluye generalmente aplicar una cantidad eficaz de un floculante al agua en la masa de agua para mantener la turbidez del agua por debajo de 2 NTU, floculando el floculante las impurezas en el agua para dar partículas que se depositan en el fondo de la masa de agua; hacer funcionar un dispositivo de succión móvil para mantener el aumento en el componente negro del color del fondo por debajo de aproximadamente el 30%, succionando el dispositivo de succión móvil una parte del agua del fondo de la masa de agua que contiene partículas depositadas; filtrar el agua succionada por el dispositivo de succión móvil y devolver el agua filtrada a la masa de agua, no superando el agua succionada por el dispositivo de succión móvil aproximadamente el 10% del volumen de agua total de la masa de agua en un intervalo de 24 horas; y activar el funcionamiento de un sistema de desengrasado para mantener una capa de agua superficial que tenga menos de aproximadamente 20 mg/l de grasas flotantes, eliminándose las grasas de un flujo de agua superficial al sistema de desengrasado mediante una unidad de separación que comprende un desengrasante y devolviéndose el agua tratada a la masa de agua.

En una realización, el sistema incluye un sistema de control que puede activar el funcionamiento del sistema de aplicación de productos químicos, del dispositivo de succión móvil y/o del sistema de desengrasado basándose en los parámetros de calidad del agua y fisicoquímicos recibidos, incluyendo la turbidez, el color del fondo de la masa de agua y la cantidad de grasas en la capa de agua superficial de la masa de agua, para ajustar los parámetros de calidad del agua y fisicoquímicos dentro de límites predeterminados.

El sistema para mantener la calidad del agua en una gran masa de agua incluye generalmente un sistema de aplicación de productos químicos para dosificar un floculante al agua, activándose el sistema de aplicación de productos químicos para aplicar floculantes al agua en la masa de agua para mantener la turbidez del agua por debajo de 2 NTU, y para aplicar opcionalmente un aditivo a base de cloro para mantener un nivel de cloro residual libre mínimo en el agua; un dispositivo de succión móvil que puede moverse por el fondo de la masa de agua y succionar una parte del agua del fondo que contiene sólidos depositados, activándose el dispositivo de succión móvil cuando el componente negro del color del fondo aumenta más del 30% en una escala CMYK; una unidad de filtración en comunicación de fluido con la unidad de succión móvil, recibiendo la unidad de filtración la parte del agua succionada por la unidad de succión móvil; un sistema de desengrasado para proporcionar un flujo de agua superficial desde la masa de agua a la unidad de separación, activándose el sistema de desengrasado para mantener una capa de agua superficial que tenga menos de aproximadamente 20 mg/l de grasas flotantes; y uno o más conductos de retorno para devolver el agua filtrada desde la unidad de filtración y el sistema de desengrasado a la masa de agua.

La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 muestra un ejemplo de un sistema de filtración centralizado convencional.

La figura 2 muestra una realización de un sistema para mantener la calidad del agua en una piscina.

La figura 3 muestra una realización del sistema de la figura 2.

La figura 4 muestra una realización del sistema de la figura 2.

Descripción detallada

La siguiente descripción detallada se refiere a los dibujos adjuntos. Aunque se describan realizaciones de la invención, son posibles modificaciones, adaptaciones y otras implementaciones. Por ejemplo, pueden hacerse sustituciones, adiciones o modificaciones a los elementos ilustrados en los dibujos, y los métodos descritos en el presente documento pueden modificarse sustituyendo, reordenando o añadiendo fases a los métodos dados a conocer. Por consiguiente, la siguiente descripción detallada no limita el alcance de la invención. Aunque se describan sistemas y métodos en términos de "que comprenden" diversos aparatos o etapas, los sistemas y métodos también pueden "consistir esencialmente en" o "consistir en" los diversos aparatos o etapas, a menos que se establezca lo contrario. Adicionalmente, los términos "un", "una" y "el/la" pretenden incluir las alternativas en plural, por ejemplo, al menos uno/una, a menos que se establezca lo contrario. Por ejemplo, la divulgación de "un agente desinfectante", "un conducto de entrada", "un dispositivo de succión móvil", etc., pretende abarcar un, o más

de un, agente desinfectante, conducto de entrada, dispositivo de succión móvil, etc., a menos que se especifique lo contrario.

5 Los sistemas de filtración centralizados convencionales en piscinas requieren normalmente la filtración de toda la masa de agua aproximadamente de 1 a 6 veces al día. En tales sistemas de filtración, el agua de diferentes fuentes, tales como tuberías de admisión, dispositivos de succión, drenajes, equipos colectores y rebosamiento se recoge y se envía a un filtro centralizado.

10 La presente invención se refiere a un método y a un sistema para tratar grandes masas de agua, en los que las grandes masas de agua pueden construirse artificialmente en tierra, tal como estructuras excavadas, o estructuras flotantes instaladas dentro de lagos naturales o artificiales, lagunas, estanques, ríos, el mar u otros. El término "masa de agua" tal como se usa en el presente documento se refiere a cualquier masa de agua, ya sea construida artificialmente en tierra o una estructura flotante, que puede usarse generalmente para uso recreativo o para deportes, incluyendo piscinas, lagunas costeras, tanques, lagos, atracciones acuáticas, lagunas artificiales, lagos artificiales, lagunas costeras flotantes, y similares. Las grandes masas de agua de la presente invención tienen generalmente un área superficial de agua de al menos aproximadamente 7.000 m². En algunas realizaciones, la gran masa de agua puede tener un área superficial de 20.000 m², 40.000 m², 100.000 m² o más.

20 La masa de agua puede construirse con características que son adecuadas para realizar el método de la presente invención, en el que el fondo comprende un material flexible no poroso tal como una membrana flexible. Tal material flexible no poroso no se usa generalmente para piscinas de hormigón convencionales, sino que se usa para grandes masas de agua tales como lagunas de retención e irrigación, y por ejemplo piscinas elevadas para niños pequeños, y otras grandes masas de agua debido a su flexibilidad, que permite una instalación más sencilla y proporciona ventajas estructuras en comparación con materiales no flexibles, tal como el hormigón usado en piscinas convencionales, teniendo también costes menores.

30 El material flexible no poroso comprende preferiblemente un revestimiento, tal como una membrana o revestimiento de plástico, y puede tener un grosor en el intervalo de aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 5 mm. Los ejemplos de materiales adecuados incluyen, pero no se limitan a, cauchos, plásticos, teflón, polietileno de baja densidad, polietileno de alta densidad, polipropileno, nailon, poliestireno, policarbonato, poli(tereftalato de etileno), poliamidas, PVC, acrílicos, y combinaciones de los mismos. En otras realizaciones, el revestimiento puede estar construido de materiales compuestos. Según las realizaciones, el revestimiento permite evitar la adherencia de impurezas depositadas producidas mediante los procesos del método o residuos que caen naturales, polvo, polen u otros sólidos suspendidos que caen al fondo de la masa de agua.

35 En una realización, el método y el sistema de la presente invención se usan en masas de agua interiores construidas artificialmente. Con el fin de construir tales masas de agua, pueden requerirse movimientos de tierras para excavar un agujero en el suelo para generar una profundidad deseada para la masa de agua. El material flexible no poroso (por ejemplo, una membrana o revestimiento de plástico) puede instalarse en el fondo de la masa de agua excavada. El material no poroso puede termosoldarse, o puede usarse una tira de empotramiento de hormigón de HDPE extruido para la unión del revestimiento, para proporcionar una capa uniforme en el fondo y proporcionar las propiedades no permeables al fondo de la masa de agua.

45 Pueden usarse movimientos de tierras y compactación del suelo para proporcionar pendientes dentro de la masa de agua (por ejemplo, un fondo en pendiente). Según una realización, la pendiente del fondo preferiblemente no es mayor del 20% con el fin de permitir que un dispositivo de succión móvil se mueva por el fondo de la masa de agua.

50 Las paredes de la masa de agua pueden estar en pendiente o ser verticales. En una realización, la pendiente de las paredes es de no menos de aproximadamente el 45% con el fin de evitar la adhesión de sólidos que se depositan, residuos u otras impurezas en las paredes. Preferiblemente, la pendiente de las paredes de la masa de agua es mayor de aproximadamente el 60% con el fin de evitar cualquier acumulación de sólidos depositados, residuos, y similares en las paredes. En una realización, la pendiente de las paredes es mayor de aproximadamente el 80%. En otra realización, la pendiente de las paredes es mayor de aproximadamente el 90%.

55 Las condiciones del suelo en la ubicación en la que se construye la masa de agua permiten preferiblemente generar un suelo compactado con baja permeabilidad. Durante la construcción de la masa de agua, el suelo puede compactarse más o menos dependiendo del tamaño de partícula del suelo. La compactación del suelo puede medirse como un porcentaje de la densidad relativa (DR) del suelo o como un porcentaje del estado más denso del suelo, la densidad seca máxima (DSM). La densidad relativa del suelo y los métodos usados para calcular la densidad relativa se definen en la norma ASTM D4254-00 (2006). La densidad seca máxima (DSM) del suelo puede determinarse según una prueba de compactación Proctor modificada según la norma ASTM D1557-12. El suelo compactado debe alcanzar un grado de compactación basándose en una prueba de malla de N°200 con una abertura de 0,075 mm.

65 Según una realización, si la cantidad de suelo que pasa a través de la malla N°200 (la "tasa de paso") es de menos del 12%, el suelo debe compactarse hasta al menos aproximadamente el 80% de su densidad relativa (DR). Si la

cantidad de suelo que pasa a través de la malla N°200 es del 12% o mayor, el suelo debe compactarse hasta al menos aproximadamente el 85% de su densidad seca máxima (DSM).

5 El terreno natural también debe nivelarse para dar cabida a la masa de agua y el equipo y las instalaciones relacionados. La capa superior del terreno natural puede contener materia orgánica y puede retirarse para evitar usar tal suelo para la compactación y la creación de las pendientes. Preferiblemente, la capa de suelo retirada es de al menos 5 cm, más preferiblemente al menos 10 cm y lo más preferiblemente al menos 25 cm. Las paredes de las masas de agua excavadas pueden construirse a partir del suelo y pueden reforzarse con hormigón u otros materiales, o pueden construirse a partir de materiales estructurales tales como hormigón u otros, que pueden proporcionar estabilidad estructural a la masa de agua. En una realización, las paredes de la masa de agua también pueden comprender membranas flexibles no porosas.

15 La figura 1 muestra un ejemplo típico de un sistema de filtración centralizado convencional para una masa de agua. En el sistema de filtración centralizado convencional, el agua se toma de tres fuentes independientes: una masa de agua principal 170; agua del fondo de la masa de agua 142 que contiene impurezas depositadas; y agua superficial de equipos colectores 152. El agua tomada de las tres fuentes se envía a través de un filtro centralizado 180 y tras la filtración se envía de vuelta a la piscina 100 a través de un conducto de retorno 160. Debido al elevado volumen de filtración requerido, el coste de funcionamiento de tales sistemas de filtración es alto. La filtración del agua en un sistema de filtración convencional no se basa en los requisitos observados, sino que habitualmente se hace funcionar de manera continua a una tasa establecida o durante periodos de tiempo establecidos a lo largo del día sin tener en cuenta la calidad real del agua. El agua superficial tomada mediante equipos colectores se filtra en el sistema de filtración centralizado independientemente del hecho de que el aceite, la grasa y los residuos flotantes pueden eliminarse mediante medios más eficientes y sin filtración.

25 En algunos sistemas existentes, los equipos colectores realizan una doble función, en los que el agua tomada tanto del agua superficial como de la masa de agua principal 170 se toman a través del sistema colector 152 para enviarse al filtro centralizado 180. En este caso, el agua superficial y la masa de agua principal se toman a través del sistema colector, y el resultado de los dos flujos de agua se envía al filtro centralizado 180. Por tanto, los equipos colectores cubren una doble función de renovar el agua filtrando el volumen de agua total de 1 a 6 veces al día y también eliminar las impurezas superficiales flotantes. Sin embargo, aunque los dos flujos de agua (agua superficial y masa de agua principal) se toman a través de los equipos colectores, el flujo de agua total y el volumen de agua filtrada siguen siendo invariables, ya que los requisitos de filtración para el filtro centralizado todavía incluyen la filtración de la masa de agua total de 1 a 6 veces al día, y por tanto todavía se requeriría que el filtro centralizado tuviese una capacidad muy grande, y por tanto un consumo de energía muy grande. Además, los requisitos de filtración del agua superficial habitualmente son completamente diferentes de los requisitos de filtración para la masa de agua principal. Si, por ejemplo, solo se filtra el agua superficial, la cantidad de consumo de energía para la filtración se reduciría en 2 órdenes de magnitud en comparación con la filtración del agua superficial junto con la masa de agua principal de 1 a 6 veces al día.

40 La presente invención incluye un método y un sistema para mantener la calidad del agua que proporcionan la eliminación del sistema de filtración centralizado grande en masas de agua. El sistema de la invención incluye un sistema de aplicación de productos químicos, un dispositivo de succión móvil, un sistema de filtración y/o un sistema de desengrasado que se activan basándose en la información recibida relativa a parámetros de calidad del agua y fisicoquímicos específicos, tales como la turbidez, el color del fondo de la masa de agua y la cantidad de grasas en la capa de agua superficial.

50 Según un método de la presente invención, un agente químico, tal como un floculante, puede añadirse para impedir que la turbidez del agua supere un valor de unidades de turbidez nefelométrica (NTU, *Nephelometric Turbidity Unit*) predeterminado. El término "floculante" tal como se usa en el presente documento se refiere a un agente o composición química que fomenta o induce la aglomeración, coagulación o floculación de impurezas, tales como sólidos suspendidos, materia orgánica, materia inorgánica, bacterias, algas, y similares, en la masa de agua para dar partículas o "flóculos", que entonces se depositan en el fondo de la masa de agua. Tal como se usa en el presente documento, el término "impurezas depositadas" se refiere a las partículas, flóculos u otros residuos, tal como polvo, polen, y similares, que se han depositado en el fondo de la masa de agua. Un dispositivo de succión móvil que puede moverse por el fondo de la masa de agua, puede activarse para eliminar las partículas depositadas del fondo de la masa de agua. El dispositivo de succión móvil puede usarse en el fondo de las masas de agua, comprendiendo tales fondos un revestimiento flexible no poroso, tal como una membrana o revestimiento de plástico tal como se describe en el presente documento.

60 Las masas de agua pueden construirse artificialmente en tierra como estructuras excavadas o estructuras flotantes instaladas dentro de grandes lagos, estanques, lagunas, ríos, el mar u otros. En una realización, el dispositivo de succión móvil está soportado sobre cepillos para evitar dañar el fondo de las estructuras excavadas construidas artificialmente en tierra o de la estructura flotante. En una realización, el dispositivo de succión es un dispositivo autopropulsado. En otra realización, el dispositivo de succión permite la concentración de potencia de succión en puntos de succión distribuidos por el fondo del dispositivo, lo que permite evitar la resuspensión de los sólidos depositados y los residuos encontrados en el fondo de las masas de agua, y por tanto proporcionar una mayor

eficiencia de succión. En una realización, el dispositivo de succión puede limpiar a una tasa de limpieza de superficie de 10.000 m² cada 24 horas.

El dispositivo de succión móvil succiona una parte del agua desde el fondo de la masa de agua que contiene las partículas depositadas. Una unidad de filtración en comunicación de fluido con el dispositivo de succión móvil puede recibir el flujo de agua succionada del dispositivo de succión móvil y filtrar el agua, que se devuelve entonces a la masa de agua. La temporización de la succión y filtración de agua que contiene partículas depositadas desde el fondo de la masa de agua puede basarse en la necesidad real y no según ciertos periodos de tiempo definidos o cierta cantidad de horas al día como en un sistema de filtración centralizado convencional.

Además, debe observarse que las piscinas convencionales requieren mantener niveles de cloro residual altos y permanentes para permitir una desinfección apropiada en el caso de que entre contaminación en las piscinas, ya que las piscinas tienen volúmenes de agua pequeños. Por otro lado, la presente invención proporciona un método innovador, en el que el nivel de cloro residual mínimo se basa en el índice de calidad del agua, lo que permite incorporar diferentes variables que pueden aplicarse a grandes masas de agua para determinar su calidad del agua y por tanto estimar el nivel de cloro libre mínimo. Esto permite proporcionar un nivel de cloro residual mínimo que es considerablemente menor que para piscinas convencionales, ya que la calidad de grandes masas de agua puede evaluarse a través de diferentes parámetros que no se aplican habitualmente para piscinas convencionales, y también dado que las grandes masas de agua proporcionan un efecto de dilución adicional, que permite mantener concentraciones de cloro menores que para piscinas de tamaño pequeño convencionales.

El índice de calidad del agua (WQI, *Water Quality Index*) es un número adimensional que permite combinar diferentes parámetros de la calidad del agua en un único índice normalizando los valores a curvas de clasificación subjetivas. El WQI se ha usado para evaluar la calidad del agua de grandes masas de agua tales como lagos, lagunas costeras, ríos y otros, y los factores incluidos en el WQI pueden modificarse dependiendo del uso designado para el agua de la masa de agua o preferencias específicas. El índice de calidad del agua de la NSF (*National Sanitation Foundation*) puede determinarse usando ocho parámetros de calidad del agua comunes, incluyendo oxígeno disuelto, bacterias coliformes fecales, pH, BOD a los 5 días (demanda bioquímica de oxígeno), fósforo total, nitrato-nitrógeno, turbidez y sólidos disueltos totales o puede determinarse a través de métodos empíricos, algoritmos basados en la experiencia y métodos analíticos. El WQI toma la información científica compleja de estas variables y la sintetiza en un único número.

La calidad del agua de la masa de agua evaluada tal como se determina mediante el WQI puede ir de buena, aceptable, a escasa calidad del agua. En una realización, el índice de calidad del agua puede determinarse ponderando los parámetros para permitir una influencia apropiada sobre el índice:

Tabla 1: Ponderaciones aplicadas a los parámetros del WQI

Parámetro	Ponderación en el WQI
Oxígeno disuelto	0,17
Densidad de coliformes fecales	0,16
pH	0,11
BOD ₅	0,11
Nitratos	0,10
Fosfatos totales	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos disueltos totales	0,07
Cambio de temperatura	0,10

Las ponderaciones pueden ajustarse de modo que sumen 1 en el caso de que el número de factores no sea 9. Generalmente, los intervalos para evaluar el WQI son los siguientes:

Tabla 2: Intervalos del WQI

WQI	Clasificación
90-100	Calidad del agua excelente
70-90	Calidad del agua buena
50-70	Calidad del agua escasa
25-50	Calidad del agua muy escasa
0-25	Calidad del agua muy mala

La turbidez, la demanda de oxígeno, los nutrientes y los recuentos bacterianos permiten evaluar la calidad del agua de la masa de agua específica que está analizándose, con el fin de proporcionar un tratamiento apropiado.

La aplicación de un aditivo a base de cloro se activa con el fin de mantener al menos un nivel de cloro residual libre mínimo. En una realización de la invención, la activación de la aplicación de un aditivo a base de cloro se realiza a través de un sistema de control. En una realización, la aplicación de un aditivo a base de cloro se activa para

mantener un nivel de cloro residual libre mínimo, no pudiendo ser el nivel de cloro residual libre mínimo menor que el valor que resulta de la siguiente ecuación:

$$\text{Nivel de cloro residual libre mínimo} = (0,3 - 0,002(WQI - 100)) \text{ ppm}$$

Un análisis de la calidad del agua a modo de ejemplo se presenta en la tabla 3 a continuación:

Tabla 3: Ejemplo

Parámetro	Valor medido	Valor Q normalizado (de la definición de WQI)
Oxígeno disuelto	40% de saturación	30
Densidad de coliformes fecales	2 NMP/100 ml	91
pH	8	84
BOD ₅	5 mg/l	56
Nitratos	10 mg/l	51
Fosfatos totales	1,1 mg/l	40
Turbidez	0,3 NTU	98
WQI	63	Basado en 7 factores

Las ponderaciones se ajustan para 7 factores. El índice WQI calculado es de 63, y el nivel de cloro libre mínimo en el agua puede calcularse tal como sigue:

$$\text{Nivel de cloro residual libre mínimo} = (0,3 - 0,002(63 - 100)) \text{ ppm}$$

$$\text{Nivel de cloro residual libre mínimo} = 0,374 \text{ ppm}$$

Según una realización, la cantidad mínima de cloro en el agua se mantiene a o por encima del nivel determinado mediante el cálculo anterior.

Si se requiere, el nivel de cloro residual libre puede determinarse a través de muchos métodos diferentes, incluyendo métodos empíricos, métodos analíticos, algoritmos basados en la experiencia, métodos sensoriales y requisitos normativos. En una realización, el nivel de cloro residual libre no es menor que el valor que resulta de la ecuación para determinar el nivel de cloro residual libre mínimo, tal como se dio a conocer anteriormente. En una realización, el nivel de cloro residual mínimo se mantiene de manera continua en el agua. Por ejemplo, el nivel de cloro residual mínimo se mantiene de manera continua en el agua durante un periodo de tiempo, tal como durante una semana o meses cada vez, durante el funcionamiento durante las horas de luz o durante la duración de una temporada de baño. En otra realización, el nivel de cloro residual mínimo se mantiene mientras la masa de agua está en uso.

El método de la invención proporciona además un sistema de desengrasado que sustituye la filtración centralizada de agua recogida superficialmente en un sistema de filtración centralizado convencional. El funcionamiento del sistema de desengrasado del método de la invención se basa normalmente en la cantidad de grasas encontrada en la capa de agua superficial, que en combinación con la aplicación del agente químico para regular la turbidez de la masa de agua, y la temporización de la succión y filtración de la parte de agua que contiene partículas depositadas desde el fondo de la masa de agua basándose en la necesidad real, proporciona un método que puede mantener la calidad del agua sin una filtración completa de la masa de agua.

Las figuras 2-4 muestran realizaciones de un sistema 10 y un método según la invención para mantener la calidad del agua en una masa de agua.

En una realización, el sistema 10 incluye un sistema de control para mantener la calidad del agua en la masa de agua 1 dentro de parámetros de calidad del agua y fisicoquímicos predeterminados. El sistema de control activa la adición de agentes químicos, la eliminación de impurezas del agua y la eliminación de grasas de la capa de agua superficial basándose en parámetros de calidad del agua y fisicoquímicos. El sistema de control está configurado para recibir información sobre ciertos parámetros de calidad del agua y/o fisicoquímicos, procesar la información e iniciar procesos (por ejemplo, aplicación de productos químicos, succión, filtración y desengrasado).

Según una realización a modo de ejemplo mostrada en la figura 2, el sistema de control comprende un conjunto de coordinación 20 que puede incluir una unidad de control 22, tal como un ordenador, y al menos un dispositivo de monitorización 24, tal como un sensor. El sensor puede ser un medidor de turbidez u otro medio para determinar la turbidez del agua. Según otras realizaciones, el conjunto de coordinación 20 puede incluir dos o más dispositivos de monitorización 24. Por ejemplo, el conjunto de coordinación 20 puede incluir un dispositivo de monitorización para monitorizar el color, por ejemplo, un colorímetro, usado para determinar el color del fondo 2 de la masa de agua 1. El conjunto de coordinación 20 también puede comprender dispositivos de monitorización 24 adicionales para otros parámetros de calidad del agua, tales como pH, alcalinidad, dureza (calcio), cloro y crecimiento microbiano.

Según una realización, el sistema de control para coordinar la adición de agentes químicos y la filtración comprende un sistema automatizado. El sistema automatizado puede programarse para monitorizar parámetros de calidad del agua de manera continua o a intervalos de tiempo establecidos previamente, y para comparar los resultados con un valor predeterminado. Por ejemplo, el sistema automatizado puede iniciar la adición de agentes químicos para eliminar las impurezas del agua, el funcionamiento del dispositivo de succión móvil y/o el funcionamiento del sistema de desengrasado tras detectar que se ha sobrepasado un valor. Según una realización alternativa, el sistema de control comprende activar manualmente la adición de agentes químicos, el funcionamiento del dispositivo de succión móvil y/o el funcionamiento del sistema de desengrasado basándose en una determinación de parámetros de calidad del agua y fisicoquímicos.

El sistema de control puede comprender un sistema automatizado que puede hacerse funcionar *in situ* o de manera remota a través de Internet u otros sistemas de intercambio de información similares. Tal sistema de control permite automáticamente y hacer funcionar los procesos y activar sistemas en diferentes periodos de tiempo. Según realizaciones alternativas, la activación de los procesos puede realizarse por una o más personas que obtienen y/o introducen y/o procesan información manualmente, o inician y/o realizan procesos para mantener parámetros de calidad del agua.

La figura 3 muestra una realización del sistema, en la que el sistema de control comprende la inspección visual u óptica de parámetros de calidad del agua. En la realización, los parámetros de calidad del agua y fisicoquímicos pueden obtenerse manualmente, por ejemplo mediante inspección visual, métodos sensoriales, algoritmos basados en la experiencia u obteniendo una muestra y midiendo la calidad del agua usando métodos analíticos o empíricos. Por ejemplo, el color del fondo 2 de la masa de agua 1 puede determinarse mediante inspección visual comparando el color del fondo 2 de la masa de agua 1 con una paleta de colores. El color del fondo 2 de la masa de agua 1 puede visualizarse desde la superficie del agua, o, en particular cuando la turbidez es alta (por ejemplo, más de aproximadamente 7 NTU), usando una mirilla transparente acoplada a un tubo que permite la visualización del fondo 2 de la masa de agua 1.

En una realización, el sistema 10 proporciona la adición de agentes químicos al agua. Según una realización mostrada en la figura 2, el sistema comprende un sistema de aplicación de productos químicos 30. El sistema de aplicación de productos químicos 30 puede estar automatizado y puede controlarse mediante la unidad de control 22 del conjunto de coordinación 20. El sistema de aplicación de productos químicos 30 puede comprender al menos un depósito de productos químicos, una bomba para dosificar productos químicos y un aparato dispensador. La bomba puede accionarse mediante una señal de la unidad de control 22. El aparato dispensador puede comprender cualquier mecanismo de dispensación adecuado, tal como un inyector, un rociador, un dispensador, tuberías, o combinaciones de los mismos.

Según una realización alternativa, mostrada en la figura 3, el sistema de aplicación de productos químicos 30 puede hacerse funcionar manualmente basándose en la monitorización de parámetros de calidad del agua. Por ejemplo, los parámetros de calidad del agua pueden obtenerse manualmente, mediante métodos empíricos o analíticos, algoritmos basados en la experiencia, inspección visual, métodos sensoriales o usando un sensor, y la información sobre los parámetros de calidad del agua puede procesarse manualmente o introduciéndose en un dispositivo de procesamiento (por ejemplo, un ordenador). Basándose en la información sobre los parámetros de calidad del agua, el funcionamiento del sistema de aplicación de productos químicos 30 puede activarse manualmente, por ejemplo, activando un interruptor.

En aún otra realización mostrada en la figura 4, los productos químicos pueden dosificarse manualmente al agua o usando un mecanismo de aplicación de productos químicos independiente. Por ejemplo, los parámetros de calidad del agua pueden obtenerse manualmente, visualmente, mediante métodos sensoriales, algoritmos basados en la experiencia o usando un sensor, y la información sobre los parámetros de calidad del agua puede procesarse manualmente o introduciéndola en un dispositivo de procesamiento (por ejemplo, un ordenador). Basándose en la información sobre los parámetros de calidad del agua, los productos químicos pueden añadirse manualmente al agua.

El sistema 10 comprende normalmente un sistema de filtración 40. Como se ve en las realizaciones de las figuras 2-4, el sistema de filtración 40 incluye al menos un dispositivo de succión móvil 42 y una unidad de filtración 44. El dispositivo de succión móvil 42 está configurado para succionar una parte del agua del fondo 2 de la masa de agua 1 que contiene residuos, materiales particulados, sólidos, flóculos y/u otras impurezas que se han depositado sobre el fondo 2. La succión y filtración de esta parte del volumen de agua en la masa de agua proporciona la calidad del agua deseada sin un sistema de filtración que filtre todo el volumen de agua de la masa de agua, lo que se diferencia de las tecnologías de filtración de piscinas convencionales que requieren la filtración de todo el volumen de agua de 1 a 6 veces al día, tienen grandes costes de capital y consumen grandes cantidades de energía para completar tales requisitos de filtración.

Según una realización, el dispositivo de succión móvil 42 puede moverse por el fondo 2 de la masa de agua 1. Sin embargo, para maximizar la eficiencia de eliminación de residuos, materiales particulados, sólidos, flóculos y/u otras impurezas que se han depositado sobre el fondo 2, el dispositivo de succión móvil 42 puede estar configurado de tal

manera que su movimiento cree una dispersión mínima de los materiales depositados. En una realización, el dispositivo de succión móvil 42 está configurado y se hace funcionar para evitar la resuspensión de menos del 30% de los materiales depositados que se encuentran en el fondo. En una realización, el dispositivo de succión móvil 42 está configurado para no incluir piezas, tales como cepillos rotatorios, que puedan provocar la redispersión de una parte sustancial de los materiales depositados desde el fondo 2 de la masa de agua 1 durante el funcionamiento del dispositivo de succión.

El funcionamiento del dispositivo de succión móvil 42 puede controlarse mediante la unidad de control 22 o manualmente por parte de un operario. Según una realización mostrada en la figura 2, el funcionamiento del dispositivo de succión 42 puede controlarse mediante la unidad de control 22. En una realización alternativa mostrada en la figura 3, el funcionamiento del dispositivo de succión 42 puede controlarse manualmente por parte de un operario.

El dispositivo de succión móvil 42 puede comprender una bomba, o puede proporcionarse una bomba o estación de bombeo independiente para succionar el agua y para bombear el agua succionada a la unidad de filtración 44. La bomba o estación de bombeo independiente puede estar ubicada dentro de la gran masa de agua 1, a lo largo del perímetro de la masa de agua 1 o fuera de la masa de agua 1.

También se considera que está dentro del alcance de la invención incorporar una unidad de filtración directamente en el propio dispositivo de succión móvil 42.

El dispositivo de succión móvil 42 está normalmente en comunicación de fluido con la unidad de filtración 44. La unidad de filtración 44 incluye generalmente uno o más filtros, tal como un filtro de cartucho, filtro de arena, microfiltro, ultrafiltro, nanofiltro, o una combinación de los mismos. El dispositivo de succión móvil 42 está conectado normalmente a la unidad de filtración 44 mediante un conducto recolector 43 que comprende un manguito flexible, manguito rígido o una tubería, entre otros. La capacidad de la unidad de filtración 44 está generalmente escalada hasta la capacidad del dispositivo de succión móvil 42. La unidad de filtración 44 filtra el flujo de agua del dispositivo de succión móvil 42, que corresponde a una pequeña parte del volumen de agua en la masa de agua 1. El agua filtrada de la unidad de filtración 44 se devuelve a la masa de agua 1 mediante un conducto de retorno 60 que comprende un ducto, que puede ser un manguito flexible, manguito rígido, una tubería, un canal abierto, o una combinación de los mismos. En comparación con un sistema de filtración centralizado convencional con capacidad para filtrar toda la masa de agua en una masa de agua de 1 a 6 veces al día, la unidad de filtración 44 está configurada generalmente para tener una capacidad de filtración que no supere el 30% del volumen de agua total de la masa de agua 1 en un intervalo de 24 horas. Normalmente, la capacidad de filtración no supera el 20% del volumen de agua total de la masa de agua 1 en un intervalo de 24 horas, y en una realización preferida no supera el 10% del volumen de agua total. El consumo de energía del sistema de filtración es aproximadamente proporcional al tamaño y, por tanto, pueden esperarse ahorros de costes significativos con un consumo de energía menor, y requiriendo un equipo más pequeño para el proceso de filtración.

El sistema 10 comprende además un sistema de desengrasado 50. El sistema de desengrasado 50 puede usarse para separar residuos flotantes y aceites y grasas del agua. El sistema 10 puede incluir además un sistema colector conectado hidráulicamente al sistema de desengrasado 50, con el fin de purificar eficientemente el agua recogida superficialmente. Tal como se muestra en las figuras 2-4, el sistema de desengrasado 50 puede incluir un sistema colector 52 que recoge el agua superficial de la masa de agua 1, en conexión de fluido mediante un conducto de conexión 53 con una unidad de separación 54. Debido a la diferente naturaleza y calidad de las impurezas (por ejemplo, aceites, grasas y residuos flotantes) en el agua recogida superficialmente en comparación con las impurezas en el fondo 2 de la masa de agua 1, habitualmente no es necesario filtrar el agua recogida superficialmente; sin embargo se considera que está dentro del alcance de la invención incluir un filtro en el sistema de desengrasado 50. Por tanto, según una realización, la unidad de separación 54 comprende un desengrasante (por ejemplo, un aparato de rebosamiento) para separar aceites y grasas del agua y un tamiz o filtro grueso para separar residuos o un filtro convencional. El agua de la unidad de separación 54 puede devolverse a la masa de agua 1 a través de un conducto de retorno 60 que comprende un manguito flexible, manguito rígido, una tubería, un canal abierto, o una combinación de los mismos. El conducto de retorno 60 puede ser el mismo, o puede ser independiente del conducto de retorno del sistema de filtración 40. Según una realización preferida, el sistema de desengrasado 50 incluye múltiples equipos colectores 52 que pueden estar repartidos por el perímetro de la masa de agua 1. Los equipos colectores 52 pueden estar separados uniformemente por el perímetro, de modo que cada equipo colector 52 sea equidistante a un equipo colector 52 adyacente, o situados en un patrón irregular, por ejemplo, concentrados en un área de la masa de agua 1 de la que se espera que tenga más impurezas que recoger superficialmente. Los equipos colectores pueden estar situados dentro de la masa de agua, y comprender equipos colectores fijos, equipos colectores flotantes y equipos colectores autofiltrantes.

Los equipos colectores proporcionan un flujo de agua superficial a la unidad de separación. El funcionamiento del sistema de desengrasado 50 puede ser continuo o intermitente dependiendo de las necesidades reales del agua. Por ejemplo, el funcionamiento del sistema de desengrasado 50 puede basarse en la cantidad de grasas en la capa de agua superficial. En una realización, el sistema colector se usa para mantener una capa superficial de agua con menos de aproximadamente 40 mg/l de grasas, normalmente menos de aproximadamente 30 mg/l y preferiblemente

menos de aproximadamente 20 mg/l. En una realización, el sistema de desengrasado 50 se activa antes de que el 1 cm más superior de dicha capa de agua superficial contenga más de aproximadamente 20 mg/l de grasas flotantes. El funcionamiento del sistema colector 50 puede controlarse mediante la unidad de control 22 (figura 2).

5 La calidad del agua en la masa de agua 1 se mantiene normalmente añadiendo agentes químicos para eliminar impurezas del agua, activando el dispositivo de succión móvil 42 para eliminar las impurezas depositadas del fondo 2 de la masa de agua y/o activando el sistema de desengrasado 50 para eliminar aceites y grasas de la capa de agua superficial según los parámetros de calidad del agua monitorizados u observados. La calidad del agua en la masa de agua 1 puede obtenerse, por ejemplo, para parámetros específicos tales como turbidez, color, pH, 10 alcalinidad, dureza (calcio), cloro, crecimiento microbiano, entre otros. El sistema de aplicación de productos químicos, el sistema de filtración y/o el sistema de desengrasado pueden activarse de manera temporizada mediante el sistema de control para mantener los parámetros de calidad del agua dentro de límites establecidos. Los sistemas pueden activarse basándose en una necesidad real (por ejemplo, superar un parámetro de calidad del agua), dando como resultado la aplicación de menores cantidades de productos químicos y usando menos energía 15 que en los métodos de tratamiento de agua de piscinas convencionales.

En algunas realizaciones, las masas de agua de la presente invención son considerablemente más grandes que las piscinas convencionales, y por tanto no puede alcanzarse la homogeneidad por toda la masa de agua completa usando sistemas de aplicación de productos químicos convencionales. Las grandes masas de agua tienden a 20 generar "zonas muertas" o "zonas estancadas" que no se ven afectadas por los productos químicos debido a corrientes, mezclado, vientos u otros efectos, y que pueden no presentar las mismas condiciones que el resto de la masa de agua. La aplicación de aditivos en la presente invención se realiza de tal manera que la masa de agua no tenga diferencias considerables en la calidad del agua. Según una realización, las diferencias en la calidad del agua entre dos ubicaciones diferentes no son mayores del 20%, para periodos de tiempo de más de 4 horas. Los sistemas de aplicación de productos químicos de la presente invención comprenden inyectores, rociadores, 25 dispensadores, aplicación manual y tuberías.

En realizaciones, los parámetros de calidad del agua pueden obtenerse manualmente, por ejemplo mediante 30 inspección visual basándose en la experiencia, mediante métodos sensoriales, usando un medidor de la calidad del agua (por ejemplo, una sonda tal como una sonda de pH, un medidor de turbidez o un colorímetro), u obteniendo una muestra y midiendo la calidad del agua usando un método analítico. La información sobre los parámetros de calidad del agua puede obtenerse mediante o introducirse en el sistema de control. En una realización, un sistema automatizado de control puede programarse para monitorizar parámetros de calidad del agua de manera continua o a intervalos de tiempo establecidos previamente, para comparar los resultados con un parámetro predeterminado y 35 para activar uno o más sistemas cuando se ha sobrepasado el parámetro. Por ejemplo, el sistema automatizado puede iniciar la adición de agentes químicos, el funcionamiento del dispositivo de succión o el funcionamiento del sistema de desengrasado tras detectar que se ha sobrepasado un parámetro predeterminado. En una realización alternativa, los parámetros de calidad del agua pueden obtenerse manual o visualmente a través de métodos sensoriales y la información introducida en el sistema de control, o los resultados pueden compararse con un valor 40 predeterminado y la adición de agentes químicos, el funcionamiento del dispositivo de succión y/o el funcionamiento del sistema de desengrasado pueden iniciarse manualmente. Los agentes químicos usados para mantener la calidad del agua en la masa de agua pueden comprender cualquier producto químico de tratamiento de la calidad del agua adecuado. Por ejemplo, los agentes químicos pueden comprender oxidantes, floculantes, coagulantes, alguicidas, agentes esterilizantes o agentes reguladores del pH. 45

La turbidez del agua puede determinarse mediante un dispositivo de monitorización 24 (sistema de la figura 2), tal como un sensor, mediante inspección visual, algoritmos basados en la experiencia y/o métodos empíricos (sistemas de las figuras 3 y 4). Antes de que la turbidez supere un valor predeterminado, puede añadirse un agente químico, tal como un floculante, al agua en la masa de agua para fomentar o inducir la aglomeración, coagulación o 50 floculación de impurezas que provocan turbidez, tal como sólidos suspendidos, materia orgánica, materia inorgánica, bacterias, algas, y similares, para dar partículas, o "floculos", que entonces se depositan en el fondo de la masa de agua, donde pueden eliminarse mediante el dispositivo de succión móvil. En una realización, la cantidad de impurezas que se han depositado sobre el fondo de la masa de agua corresponde a una cantidad de turbidez eliminada del agua mediante el floculante. Algo de la deposición de las impurezas también puede suceder de 55 manera natural sin la adición de productos químicos.

Generalmente, el floculante se aplica o se dispersa en el agua mediante el sistema de aplicación de productos químicos. El floculante puede comprender una composición con polímeros sintéticos tales como polímeros que contienen amonio cuaternario y polímeros policatiónicos (por ejemplo, policuaternio), u otros componentes con 60 propiedades floculantes o coagulantes. Los floculantes adecuados incluyen, pero no se limitan a, cationes multivalentes (por ejemplo, quats y poli-quats); polímeros sintéticos (por ejemplo, polímeros catiónicos y polímeros aniónicos); sales de aluminio, tales como clorhidrato de aluminio, alumbre y sulfato de aluminio; óxido de calcio; hidróxido de calcio; sulfato ferroso; cloruro férrico; poli-acrilamida; aluminato de sodio; silicato de sodio; y algunos agentes naturales tales como quitosano, gelatina, goma guar, alginatos, semillas de moringa; derivados del almidón; 65 y combinaciones de los mismos. En realizaciones, el floculante tiene propiedades alguicidas que destruyen y/o impiden el crecimiento de algas en la masa de agua. El uso de floculantes que tienen propiedades alguicidas puede

reducir la cantidad de cloro u otros desinfectantes en la masa de agua, reduciendo por tanto el consumo de productos químicos y proporcionando un funcionamiento sostenible.

En una realización, la adición de floculantes se inicia antes de que la turbidez sea igual a o supere un valor predeterminado, que es 2 NTU. El sistema de control puede usarse para iniciar la adición de floculantes antes de que la turbidez del agua supere un valor predeterminado con el fin de provocar la floculación y deposición de materia orgánica e inorgánica. Una cantidad eficaz de floculante se añade al agua para mantener la turbidez del agua por debajo de 2 NTU. La fracción de agua en la que se recogen o se depositan los flóculos es generalmente la capa de agua por el fondo de la masa de agua. Los flóculos se depositan en el fondo 2 de la masa de agua 1 y entonces pueden retirarse mediante el dispositivo de succión móvil 42 sin requerir que se filtre toda el agua en la masa de agua 1, por ejemplo, solo se filtra una fracción pequeña. La "fracción pequeña" de agua que está filtrándose es preferiblemente menos de aproximadamente el 10% del volumen de agua total de la masa de agua en un intervalo de 24 horas. En una realización, la fracción pequeña de agua que está filtrándose es menos de aproximadamente el 20% del volumen de agua total de la masa de agua en un intervalo de 24 horas. En otra realización, la fracción pequeña de agua que está filtrándose es preferiblemente menos de aproximadamente el 30% del volumen de agua total de la masa de agua en un intervalo de 24 horas. La cantidad de floculante añadida al agua puede determinarse o puede calcularse (por ejemplo, mediante el dispositivo de control 22 en la figura 2 o manualmente tal como se muestra en las figuras 3 y 4) basándose en la turbidez y la reducción deseada en la turbidez del agua. Debido a que el volumen de la masa de agua es grande, pueden usarse diferentes condiciones operativas para el sistema de filtración. En una realización, el sistema de filtración se hace funcionar al mismo tiempo que el dispositivo de succión y el agua filtrada se devuelve a la masa de agua de manera continua.

El color del fondo de la masa de agua puede tener una influencia significativa sobre la coloración del agua, proporcionando una coloración estéticamente atractiva al agua en la masa de agua. El fondo de la masa de agua tiene normalmente un color que le confiere un color y un aspecto estéticamente agradables al agua en la masa de agua. Por ejemplo, el fondo 2 de la masa de agua 1 puede tener un material de color con un color blanco, amarillo o azul, entre otros colores. La deposición de materiales particulados, sólidos, flóculos y/u otras impurezas en el fondo de la masa de agua puede provocar un cambio en el aspecto de color del fondo de la masa de agua. Por ejemplo, las impurezas depositadas pueden hacer que el color del fondo 2 de la masa de agua 1 parezca más oscuro que el color original. A medida que las impurezas depositadas se acumulen en el fondo 2 de la masa de agua 1, el color del fondo 2 se volverá más oscuro y por tanto la coloración del fondo 2 no será visible.

Según un método de la presente invención, el funcionamiento del dispositivo de succión 42 se activa cuando el color del fondo de la masa de agua supera un valor predeterminado. En una realización a modo de ejemplo mostrada en la figura 2, el color del fondo 2 de la masa de agua 1 se mide mediante un dispositivo de monitorización 24 (por ejemplo, un colorímetro) del conjunto de coordinación 20. Si el color medido o percibido del fondo 2 de la masa de agua 1 supera un valor predeterminado, el funcionamiento del dispositivo de succión móvil 42 se inicia mediante la unidad de control 22 del conjunto de coordinación 20. Por ejemplo, una bomba del dispositivo de succión móvil 42 puede accionarse mediante una señal de la unidad de control 22. De esta manera, el dispositivo de succión móvil 42 se hace funcionar solo cuando sea necesario basándose en la necesidad real de filtración o purificación dictada por la calidad del agua (por ejemplo, una cantidad de impurezas depositadas que provoca que la medición del color supere el valor predeterminado) en vez de un régimen preestablecido.

En una realización a modo de ejemplo, el color del fondo de la masa de agua puede monitorizarse para cambios en el componente negro sobre una CMYK. La escala de color CMYK usa cuatro colores expresados en porcentajes: cian, magenta, amarillo y negro. El componente K de la escala CMYK es el componente negro del color. Por ejemplo, un color con una CMYK del 15%, el 0%, el 25% y el 36% representa un color con el 15% de componente cian, el 0% de componente magenta, el 25% de componente amarillo y el 36% de componente negro. El componente negro del fondo de la masa de agua puede evaluarse comparando visualmente el color de fondo de la masa de agua con gráficos de CMYK o paletas de color convencionales, mediante métodos sensoriales, métodos empíricos o algoritmos basados en la experiencia, y determinando el componente negro según el porcentaje encontrado en el gráfico de CMYK.

También pueden usarse escalas de color alternativas, tales como la escala $L^*a^*b^*$ (o "Lab"). En la escala $L^*a^*b^*$, el color se mide en tres ejes, L, a y b, en los que el eje L mide la claridad. Un valor de L de 100 indica blanco y $L=0$ indica negro. Por tanto, si el color real u original del fondo de la masa de agua tiene, por ejemplo, un valor de L de 75, el segundo valor puede establecerse experimentalmente a un valor de L algo menor, tal como $L=50$. Por ejemplo, cuando se depositan impurezas sobre el fondo 2 de la masa de agua 1 y antes de que el color percibido del fondo 2 alcance $L=50$, puede iniciarse el funcionamiento del dispositivo de succión 42.

Según una realización mostrada en la figura 2, el color del fondo 2 de la masa de agua 1 se monitoriza usando un dispositivo de monitorización 24, tal como un colorímetro. Según una realización alternativa mostrada en las figuras 3 y 4, el color del fondo 2 de la masa de agua 1 se monitoriza mediante inspección visual y/o comparando el color con un gráfico de comparación o una paleta de colores. En aún otra realización, el color del fondo 2 de la masa de agua 1 puede visualizarse desde la superficie del agua, o, en particular cuando la turbidez es alta (por ejemplo, más de aproximadamente 7 NTU), usando una mirilla transparente acoplada a un tubo que permite la visualización del

fondo 2 de la masa de agua 1. También puede llevarse a cabo una inspección visual a través de, por ejemplo, una cámara situada estratégicamente que permite un análisis remoto del fondo 2 de la masa de agua 1.

El fondo de la masa de agua tiene ordinariamente un color que confiere un color y aspecto agradables al agua en la masa de agua. Por ejemplo, el fondo 2 de la masa de agua 1 comprende una membrana flexible no porosa que puede tener un material de color, tal como blanco, amarillo o azul. En una realización a modo de ejemplo, el color del fondo 2 de la masa de agua 1 se mide mediante un dispositivo de monitorización 24 (por ejemplo, un colorímetro) del conjunto de control 20. El color percibido del fondo 2 de la masa de agua 1 puede compararse con su color real, original o deseado mediante métodos empíricos o analíticos, tales como algoritmos basados en la experiencia, inspección visual, métodos sensoriales, comparación con guías de color, colorímetros, espectrofotómetros y otros.

El funcionamiento del dispositivo de succión móvil 42 puede activarse a través del sistema de control. En una realización mostrada en la figura 2, el funcionamiento del dispositivo de succión móvil 42 puede activarse mediante la unidad de control 22. En otras realizaciones mostradas en las figuras 3 y 4, el funcionamiento del dispositivo de succión móvil 42 puede activarse manualmente.

Según una realización, antes de que un aumento en el color medido o percibido del fondo de la masa de agua supere un valor predeterminado (tal como que el componente negro equivalga a aproximadamente el 30% en una escala CMYK (u otra escala de color adecuada)), el funcionamiento del dispositivo de succión móvil 42 puede iniciarse mediante la unidad de control 22 del conjunto de coordinación 20. El aumento en el componente de color negro puede compararse con su color real, original o deseado. Por ejemplo, una bomba del dispositivo de succión móvil 42 puede accionarse mediante una señal de la unidad de control 22. El color del fondo de la masa de agua puede monitorizarse adicionalmente y compararse con otro valor predeterminado para determinar un punto final del funcionamiento del dispositivo de succión 42. Por ejemplo, si el componente negro del color del fondo 2 de la masa de agua 1 disminuye por debajo del valor predeterminado, se detiene el funcionamiento del dispositivo de succión 42. El valor predeterminado puede ser, por ejemplo, que el componente negro esté 10 unidades en % por encima del valor del componente negro del color real del fondo 2, o 5 unidades por encima o 3 unidades por encima. Por ejemplo, si el color original del fondo 2 en la escala CMYK es del 15%, el 0%, el 25%, el 10% (siendo el componente negro el 10%), el valor predeterminado puede establecerse al 20% de negro, el 15% de negro o al 13% de negro. Alternativamente, el valor predeterminado puede determinarse basándose en el color real del fondo 2 de la masa de agua 1 y el nivel deseado de limpieza de la masa de agua 1.

En una realización, cada parámetro tiene valores predeterminados, y se toma la medida correctiva apropiada (por ejemplo, adición de aditivos o activación del dispositivo de succión 42) para ajustar la calidad del agua y mantener tales parámetros dentro de sus intervalos o valores predeterminados. La medida correctiva puede activarse durante un periodo de tiempo predeterminado, o hasta que se ajusten los parámetros. Por ejemplo, si la turbidez tiene un valor predeterminado de 2 NTU, pueden añadirse floculantes y otros aditivos al agua y volver a determinarse el valor hasta que el valor alcance 2 NTU o menos.

En una realización, el método se aplica a diferentes zonas dentro de una masa de agua, tal como zonas de baño. En esta realización, diferentes áreas de la masa de agua pueden tener diferentes valores predeterminados. Por ejemplo, en un área, la turbidez se ajusta para que sea menos de 2 NTU, respectivamente. Al tener diferentes valores máximos para diferentes áreas, es posible mantener una calidad del agua mayor en áreas predeterminadas, por ejemplo, en áreas designadas para el baño, es decir, zonas de baño, mientras que se permiten niveles de calidad del agua ligeramente menores en otras áreas.

El desarrollo de diferentes zonas de calidad del agua puede llevarse a cabo determinando los parámetros de calidad del agua en cada zona, tal como se describe en el presente documento, y comparando el parámetro determinado en cada zona con el valor predeterminado máximo de esa zona y aplicando la actividad apropiada (por ejemplo, adición de floculante, inicio de uno o más equipos colectores y/o activación del dispositivo de succión 42) solo en la zona que requiere tal actividad.

El sistema 10 y el método de la presente solicitud proporcionan los beneficios de un sistema de filtración más pequeño y más rentable en comparación con un sistema de filtración centralizado convencional y un funcionamiento más barato, más eficiente energéticamente. Usando el sistema 10 y el método de la presente solicitud, la escala y el funcionamiento del sistema de filtración pueden determinarse mediante parámetros de calidad del agua reales y, por tanto, por la necesidad real de filtración o purificación tal como se describe en el presente documento, en vez de un régimen preestablecido de 1 a 6 volúmenes de piscina al día independientemente de la necesidad real. Según realizaciones a modo de ejemplo, puede usarse un sistema de filtración con una capacidad de hasta 60 veces más pequeña que los sistemas convencionales. En comparación con un sistema de filtración convencional con capacidad para filtrar toda la masa de agua en la piscina 6 veces al día, el sistema de la presente solicitud puede estar configurado para tener una capacidad de filtración que sea 1/60 del sistema convencional, o una capacidad para filtrar 1/10 (un décimo – el 10%) del volumen de la masa de agua al día. Según realizaciones alternativas, el sistema puede estar configurado para una capacidad de filtración que pueda filtrar hasta 1/5 (un quinto – el 20%) del volumen de la masa de agua al día o más. El consumo de energía del sistema de filtración es aproximadamente

proporcional al tamaño y, por tanto, pueden esperarse ahorros de energía significativos cuando el sistema de filtración se hace funcionar según el presente método.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos son ilustrativos, y existen otras realizaciones y están dentro del alcance de la presente invención.

Ejemplo 1

Las necesidades de filtración de una gran masa de agua con un área superficial de 2,2 ha (aproximadamente 5,5 acres) y un volumen de agua de aproximadamente 55.000 m³ (aproximadamente 1.950.000 pies cúbicos o 14,5 millones de galones) se estudiaron comparando un sistema de filtración convencional teórico con el método según la presente solicitud. En el sistema de filtración convencional, el agua tomada de la masa de agua principal, el fondo de la masa de agua construida artificialmente y el agua superficial extraída mediante un sistema colector se envían todas a través de un sistema de filtración centralizado dimensionado para filtrar el volumen de agua completo 4 veces al día.

En el método según la presente solicitud, la calidad del agua se mantiene basándose en los diferentes parámetros de calidad del agua, determinándose los parámetros mediante algoritmos o basándose en la experiencia y manejándose para mantener tales parámetros dentro de sus límites. Además, solo el agua del fondo de la masa de agua se envía a través de un sistema de filtración. El agua superficial tomada del sistema de desengrasado se envía a través de un desengrasante y tamices para eliminar aceite, grasa y residuos flotantes. La tabla 4 muestra la capacidad de filtración calculada, el tamaño del filtro y el consumo de energía para cada sistema.

Tabla 4: Comparación de sistemas de filtración

Parámetro	Equipo de filtración de piscinas convencional	Método de la presente solicitud
Área superficial de agua (m ²)	22.000,00	22.000,00
Volumen de agua total (m ³)	55.000,00	55.000,00
Requisito para la filtración de la masa de agua completa	Filtración de la masa de agua completa 4 veces al día	-
Flujo de agua de filtración (m ³ /h)	9.167	90,0
Tamaño de filtro requerido (m ²)	284,36	1,78
Consumo de electricidad mensual (kWh)	18.067,38	177,39

Según este ejemplo, el área utilizada por el sistema de filtración centralizado convencional es más de 150 veces mayor que el área requerida por el sistema de filtración del presente método, y el consumo de energía mensual es aproximadamente 100 veces mayor. Tal como se demuestra mediante este ejemplo, el presente método permite el uso de sistemas de filtración mucho más pequeños, rentables y eficientes energéticamente para el mantenimiento de la calidad del agua en masas de agua.

Ejemplo 2

El método de la presente solicitud se aplicó a una gran laguna costera recreativa con un área superficial de aproximadamente 9.000 m² y un volumen de aproximadamente 22.500 m³. La laguna costera estaba equipada con un dispositivo de succión capaz de succionar agua e impurezas depositadas desde el fondo de la laguna costera que tenía una tasa de flujo de aproximadamente 25 l/s, y 22 equipos colectores alrededor del perímetro de la laguna costera, que tenían cada uno una tasa de flujo de aproximadamente 2,2 l/s. El agua del dispositivo de succión se envió a un sistema de filtración para eliminar las impurezas, y el agua filtrada se devolvió a la laguna costera. El sistema de filtración estaba equipado con un filtro QMA 180 que tenía un diámetro de 1,8 m. El agua de los equipos colectores se envió a través de un desengrasante y tamices para eliminar los residuos flotantes. El agua purificada se devolvió a la laguna costera.

El color del fondo de la laguna costera se inspeccionó visualmente y se evaluó frente a una paleta de colores CMYK por parte de un técnico experimentado. Se determinó inicialmente que la turbidez era de 0,55 NTU usando un turbidímetro. Antes de que la turbidez superase las 2 NTU, se inició la adición de productos químicos de tratamiento. El producto químico de tratamiento usado fue un floculante polimérico catiónico que se añadió para conseguir una concentración en el intervalo de 0,02-1,0 ppm. Tras la adición del floculante, las impurezas que provocaban la turbidez se aglomeraron y se depositaron en el fondo de la piscina.

Se añadió hipoclorito de sodio al agua y se mantuvo una concentración residual mínima de 0,4 ppm. El nivel de cloro residual mínimo se obtuvo realizando una serie de experimentos que implicaban medir el recuento microbiológico del

agua para diferentes niveles de cloro residual hasta que se alcanzaron niveles aceptables. Es importante observar que el nivel de cloro residual mínimo no era menor que el valor que resulta de la ecuación tal como sigue:

$$\text{Nivel de cloro residual libre mínimo} = 0,3 - 0,002(WQI - 100) \text{ ppm}$$

5 Debe observarse que tal nivel de cloro residual libre mínimo es menor que para piscinas convencionales, debido a los grandes volúmenes de agua que permiten proporcionar un efecto de dilución adicional y dado que el nivel de cloro residual libre mínimo se basa en el WQI que evalúa parámetros de calidad del agua aplicables a grandes masas de agua.

10 El color del fondo de la piscina se inspeccionó de nuevo visualmente para estimar el componente negro del color. Cuando un aumento en el componente de color negro se aproximó al 30% en la escala CMYK, se inició el funcionamiento del dispositivo de succión. El color del fondo se monitorizó adicionalmente y se interrumpió la succión cuando la desviación en el color negro con respecto al color original del fondo había bajado hasta aproximadamente 3 unidades en %. Al mismo tiempo, el agua superficial se tomó mediante los equipos colectores y se limpió de grasa y residuos flotantes. El método se aplicó a las zonas de baño de la masa de agua mientras tales zonas estaban en uso.

20 Para mantener una calidad del agua apropiada para uso recreativo, las necesidades de filtración, en comparación con una piscina del mismo tamaño filtrada con filtración centralizada convencional, eran tal como sigue:

Tabla 5.

Ejemplo 2 Necesidades de filtración	
Filtración del agua del dispositivo de succión	25 l/s
Purificación de agua superficial de equipos colectores (no filtrada)	46 l/s
Requisito de filtración total	25 l/s

Sistema de filtración centralizada convencional	
Filtración de la masa de agua completa dos veces al día	521 l/s
Purificación del agua superficial de equipos colectores (filtrada)	46 l/s
Requisito de filtración total	567 l/s

25 La necesidad de filtración cuando se usa el presente método era de solo 25 l/s, cuando la filtración se basaba en la monitorización de parámetros reales de calidad del agua. La necesidad de filtración usando un sistema de filtración centralizado convencional para una piscina del mismo tamaño, configurado para filtrar toda la masa de agua dos veces al día (tasa de rotación de 12 horas) era de 567 l/s, que es aproximadamente 23 veces mayor.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un método para tratar grandes masas de agua para usos recreativos, incluyendo estructuras excavadas o flotantes artificiales con fondos que comprenden membranas flexibles, teniendo la masa de agua un área superficial de al menos 7.000 m², comprendiendo el método:
- 5
- (a) aplicar una cantidad eficaz de un floculante al agua en la masa de agua para mantener la turbidez del agua por debajo de 2 NTU, floculando el floculante los sólidos suspendidos en el agua para dar partículas que se depositan en el fondo de la masa de agua.
- 10
- (b) hacer funcionar un dispositivo de succión móvil para mantener un aumento en el componente negro del color del fondo por debajo del 30% basándose en la escala CMYK, moviéndose el dispositivo de succión móvil por el fondo de la masa de agua y succionando una parte del agua del fondo de la masa de agua que contiene partículas depositadas, pudiendo el dispositivo moverse y limpiar a una tasa de 10.000 m² cada 24 horas, y en el que hacer funcionar el dispositivo de succión móvil no vuelve a suspender más del 30% de las partículas depositadas en el área sobre el fondo de la masa de agua limpiada mediante el dispositivo de succión móvil;
- 15
- (c) hacer funcionar un sistema de filtración para filtrar el agua succionada por el dispositivo de succión móvil y devolver el agua filtrada a la masa de agua, no superando el agua succionada por el dispositivo de succión móvil el 10% del volumen de agua total de la masa de agua en un intervalo de 24 horas;
- 20
- (d) hacer funcionar un sistema de desengrasado para mantener una capa de agua superficial que tenga menos de aproximadamente 20 mg/l de grasas flotantes dentro del 1 cm más superior de la capa de agua superficial, eliminándose las grasas del flujo de capa de agua superficial al sistema de desengrasado, comprendiendo el sistema de desengrasado un sistema colector y un aparato de rebosamiento en combinación con un tamiz, un filtro grueso o un filtro, y en el que el agua que ha pasado a través del sistema de desengrasado se devuelve a la masa de agua; y
- 25
- en el que un sistema de control activa la aplicación de floculantes, la filtración del agua succionada por el dispositivo de succión móvil y el funcionamiento del sistema desengrasante.
- 30
- 2.- El método según la reivindicación 1, que comprende además añadir un aditivo a base de cloro para mantener al menos un nivel de cloro residual libre mínimo en el agua, siendo el nivel de cloro residual libre mínimo al menos el valor que resulta de la siguiente ecuación:
- 35
- Nivel de cloro residual libre mínimo = (0,3 - 0,002(WQI - 100)) ppm*
- 40
- en la que WQI representa el índice de calidad del agua.
- 3.- El método según la reivindicación 1, en el que la membrana flexible tiene un grosor de entre aproximadamente 0,1 mm y aproximadamente 5 mm.
- 45
- 4.- El método según la reivindicación 1, en el que la membrana flexible comprende caucho, plástico, teflón, polietileno de baja densidad, polietileno de alta densidad, polipropileno, nailon, poliestireno, policarbonato, poli(tereftalato de etileno), poliamidas, PVC, acrílicos, o una combinación de los mismos.
- 50
- 5.- El método según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de succión está soportado sobre cepillos para evitar dañar el fondo de las estructuras construidas artificialmente.
- 6.- El método según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de succión es un dispositivo autopropulsado.
- 7.- El método según la reivindicación 1, en el que el sistema de control activa también el funcionamiento del dispositivo de succión.
- 55
- 8.- El método según la reivindicación 1, en el que el sistema de control es un sistema automatizado que procesa información.
- 9.- El método según la reivindicación 1, en el que el sistema de control puede hacerse funcionar *in situ*.
- 60
- 10.- El método según la reivindicación 1, en el que el sistema de control puede hacerse funcionar de manera remota a través de una conexión a Internet u otro sistema de intercambio de información.
- 65
- 11.- El método según la reivindicación 1, en el que el sistema de control activa la aplicación de floculante para ajustar la turbidez dentro de sus límites.

- 5 12.- El método según la reivindicación 1, en el que el floculante comprende polímeros sintéticos, tales como polímeros que contienen amonio cuaternario y cationes policatiónicos, multivalentes (por ejemplo, quats y poli-quats); sales de aluminio; óxido de calcio; hidróxido de calcio; sulfato ferroso; cloruro férrico; poliacrilamida; aluminato de sodio; silicato de sodio; y algunos agentes naturales tales como quitosano, gelatina, goma guar, alginatos, semillas de moringa; derivados del almidón; y combinaciones de los mismos.
- 13.- El método según la reivindicación 1, en el que el floculante comprende propiedades alguicidas.
- 10 14.- El método según la reivindicación 1, en el que el floculante se dispensa al agua mediante un sistema de aplicación de productos químicos que comprende al menos uno seleccionado del grupo que consiste en inyectores, rociadores, dispensadores, aplicación manual y tuberías.
- 15 15.- El método según la reivindicación 2, en el que el nivel de cloro residual libre mínimo se determina mediante métodos empíricos, métodos analíticos o algoritmos basados en la experiencia.
- 16 16.- El método según la reivindicación 2, en el que un sistema de control activa la aplicación de aditivo a base de cloro.
- 20 17.- El método según la reivindicación 2, en el que el aditivo a base de cloro se dispensa al agua mediante un sistema de aplicación de productos químicos que comprende al menos uno seleccionado del grupo que consiste en inyectores, rociadores, dispensadores, aplicación manual y tuberías.
- 25 18.- El método según la reivindicación 1, que comprende además recibir información relativa al color del fondo de la masa de agua y activar el dispositivo de succión móvil para ajustar el color dentro de un límite establecido succionando partículas depositadas desde el fondo de la masa de agua.
- 30 19.- El método según la reivindicación 1, que comprende además determinar el color del fondo de la estructura, en el que el color se determina mediante métodos empíricos, métodos sensoriales, métodos analíticos o algoritmos basados en la experiencia.
- 35 20.- El método según la reivindicación 1, en el que el color del fondo de la estructura se determina usando un colorímetro.
- 40 21.- El método según la reivindicación 1, en el que el funcionamiento del dispositivo de succión móvil se activa basándose en una cantidad de impurezas que se han depositado sobre el fondo de la masa de agua y afectan al color del fondo, correspondiendo la cantidad de impurezas depositadas a una cantidad de turbidez eliminada del agua.
- 45 22.- El método según la reivindicación 1, en el que el sistema de control recibe información relativa al color del fondo de la masa de agua y activa el funcionamiento de un dispositivo de succión para ajustar el color dentro de un límite establecido.
- 50 23.- El método según la reivindicación 1, en el que el sistema de control recibe información relativa a la cantidad de grasas flotantes y activa el funcionamiento del sistema de desengrasado para ajustar la cantidad de grasas flotantes dentro de un límite establecido.
- 55 24.- El método según la reivindicación 1, en el que el sistema colector proporciona el flujo de agua superficial a la unidad de separación.
- 60 25.- El método según la reivindicación 1, en el que el uno o más tamices retienen residuos grandes y en el que el aparato de rebosamiento separa el agua de aceites y grasas a través de rebosamiento.
- 65 26.- El método según la reivindicación 1, en el que el sistema de desengrasado comprende un filtro.
- 27.- El método según la reivindicación 1, en el que el método se aplica a una zona de baño dentro de la masa de agua.
- 28.- El método según la reivindicación 1, en el que el nivel de cloro residual mínimo se mantiene de manera continua dentro de la masa de agua.
- 29.- El método según la reivindicación 2, en el que el nivel de cloro residual mínimo se mantiene durante un periodo de tiempo dentro de la masa de agua.
- 30.- El método según la reivindicación 2, en el que el nivel de cloro residual mínimo se mantiene cuando la masa de agua está en uso.

31.- El método según la reivindicación 1, en el que las impurezas comprenden sólidos suspendidos, materia orgánica, materia inorgánica, bacterias o algas.

5 32.- El método según la reivindicación 1, en el que la masa de agua comprende una estructura excavada que tiene un fondo y paredes para contener el agua y una membrana flexible no permeable que cubre el fondo de la masa de agua, teniendo el fondo una pendiente que es de aproximadamente el 20% o menos y teniendo las paredes una pendiente que es mayor de aproximadamente el 45%.

Figura 01

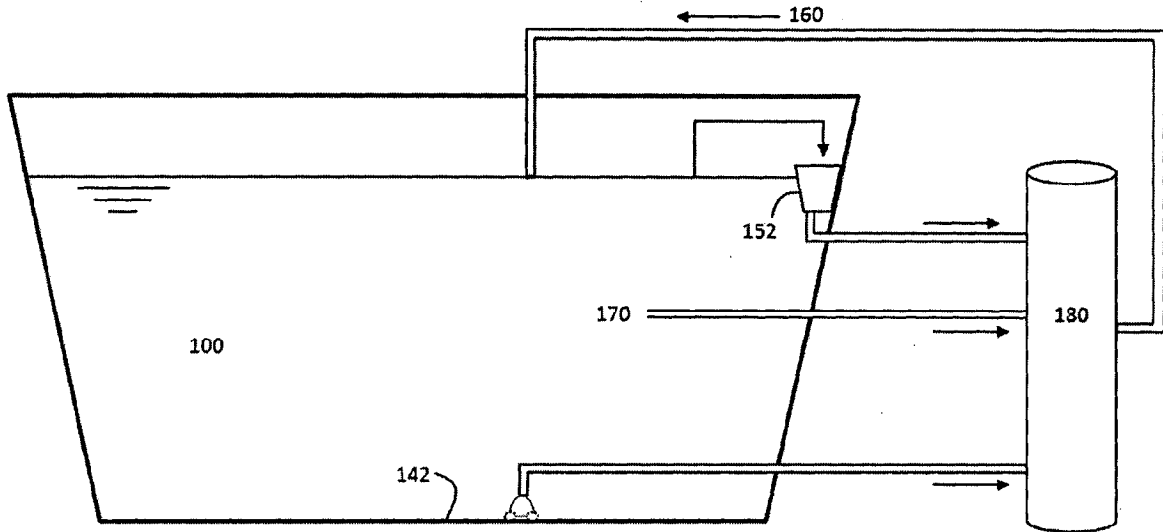


Figura 02

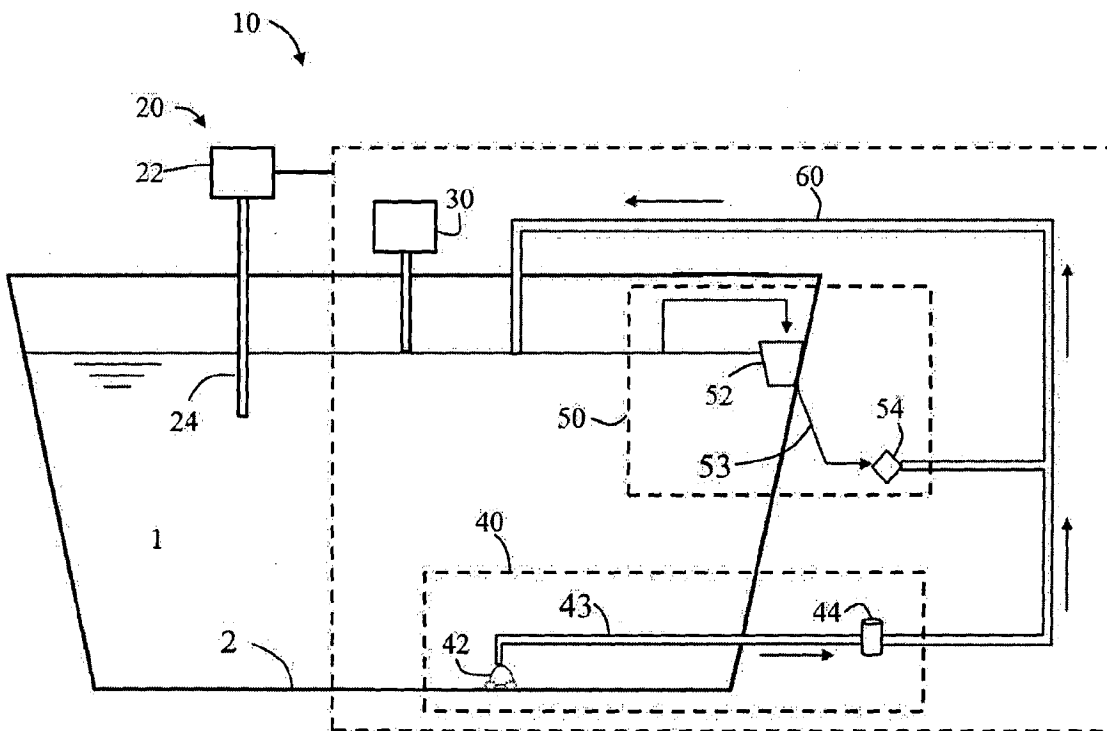


Figura 03

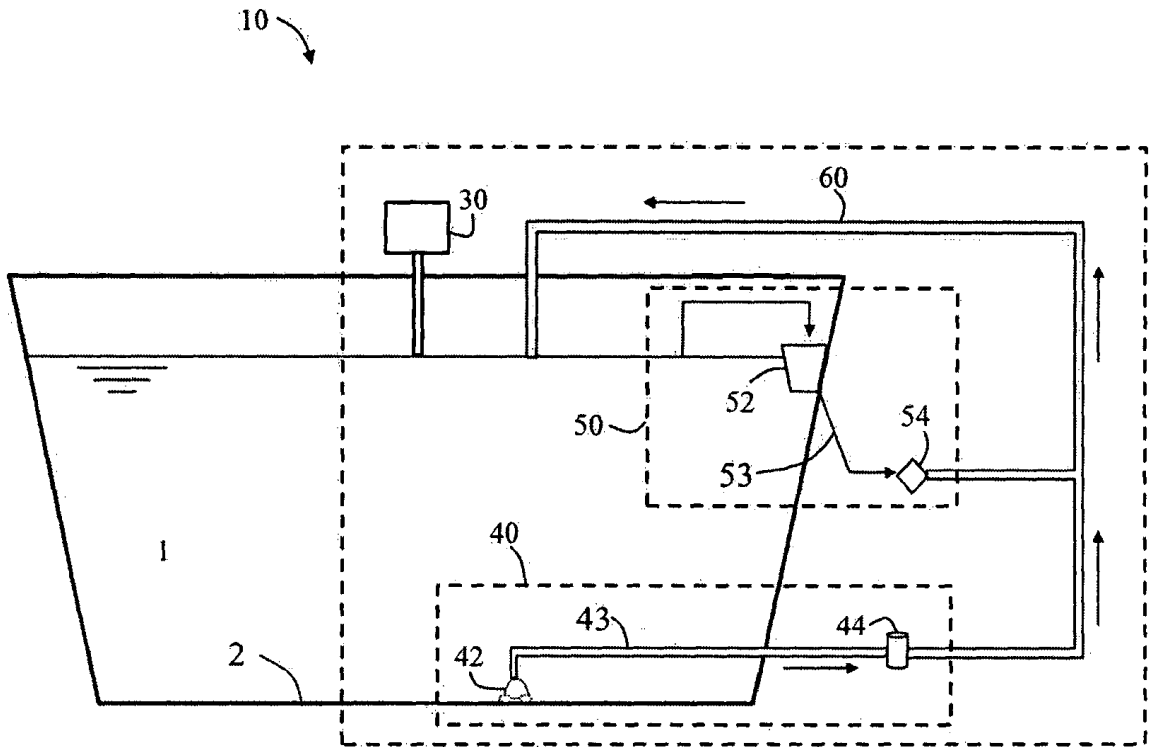


Figura 04

