

Señor Director

DIRECCION DE NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Referencia: Expediente No. 16-046.704

Asunto: Solicitud de patente para: SISTEMA Y PROCESO
MULTIFUNCIONAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Solicitante: CASTELLANOS ROLDAN, MARCO ANTONIO

Fecha de solicitud: 24 de febrero de 2016

RESPUESTA A SEGUNDO EXAMEN DE PATENTABILIDAD

ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI, identificado como aparece al pie de mi firma, en mi condición de apoderado de la sociedad solicitante de la patente de la referencia, doy respuesta al Oficio 17447, notificado por fijación en lista el 18 de diciembre de 2017, para el cual pedí plazo adicional el 8 de marzo de 2018.

I. MODIFICACIONES AL CAPÍTULO REIVINDICATORIO

En respuesta al examen de patentabilidad aportó un Capítulo Reivindicatorio modificado conformado por 2 reivindicaciones en las que se han incluido las siguientes modificaciones:

1. Se ha estructurado la nueva Reivindicación 1 como el proceso de tratamiento de aguas residuales constituido por 6 pasos y 7 características esenciales.
2. Se ha estructurado la nueva Reivindicación 2 como el sistema de depuración de aguas residuales constituido por 6 elementos estructurales y 6 características esenciales.
3. Se han eliminado las antiguas Reivindicaciones 3 a 11.
4. Todas las reivindicaciones, así como sus relaciones de dependencia, han sido reenumeradas con base en los cambios anteriormente mencionados.

INNOVACIÓN PARA LOS NEGOCIOS

Estas modificaciones se ajustan al Artículo 34 de la Decisión 486 de 2000, ya que no constituyen una ampliación de la protección que correspondería a la divulgación contenida en la solicitud inicial.

II. EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE CLARIDAD

Deseo aclarar que el hecho de que la etapa de derivación de lodos a los lechos de secado (originalmente mencionada como etapa 4), en realidad no es una etapa del proceso, es un paso que no está conectado en serie con respecto a las otras etapas del proceso, por lo que no debe escribirse en las reivindicaciones como una etapa del proceso, la etapa 4 asignada se elimina y, consecuentemente, se reestablecen los números de las etapas siguientes: El procedimiento para el tratamiento de aguas residuales de la presente invención contiene las siguientes 6 etapas principales conectadas en serie (figura 2), y los lechos de secado funcionarían como elementos de apoyo al proceso.

- Etapa 1) recolección y pase por una caja reguladora de velocidad de flujo de entrada.
- Etapa 2) Un pretratamiento consistente en cribas de separación sólidas y canales desarenadores,
- Etapa 3) Un primer tratamiento secundario o biológico anaerobio compuesto por al menos un sistema biodigestor, son fosas sépticas tolvadas donde se acumulan y degradan biosólidos por vía biológica anaerobia,
- Etapa 4) Un segundo tratamiento biológico de naturaleza anaerobia que consiste en el paso del flujo por un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) donde continúa la degradación biológica de material orgánico contaminante. Existe una canalización a los lechos de secado para eliminar los lodos generados en los tratamientos biológicos anaeróbicos de las etapas 3 y 4.
- Etapa 5) Un tercer tratamiento biológico de naturaleza aerobia, para pulimento del agua, consistente en el paso del flujo a través de al menos un reservorio constituido como humedal o pantano artificial, el paso es de manera subterránea, y se caracteriza por su forma de flujo y porque tiene un implemento adicional para aumentar la oxigenación en la zonas y así contribuir en la eficiencia del pantano cuando la carga orgánica se incrementa, con esta medida se lograra disminuir el área requerida de pantanos, los niveles de oxigenación se manipulan de acuerdo a

los requerimientos, cuenta con otro implemento para dirigir el crecimiento de las raíces que también influye en la eficiencia.

- Etapa 6) Un tratamiento terciario consistente en el paso a través de una unidad de desinfección por contacto con cloro o por acción de luz UV.

Como resulta claro de la Descripción original, el proceso y sistema de la invención está diseñado para tratar aguas que inician con las siguientes condiciones $SS > 400 \text{ mg/l}$, $DBO > 300 \text{ mg/l}$ y las condiciones de salida logradas son $SS < 30 \text{ mg/l}$ pudiendo llegar a ser de 15 mg/l ; y $DBO < 100 \text{ mg/l}$ pudiendo llegar a estar en el rango de 30 a 15 mg/l , por lo que la eficiencia puede llegar a ser del 95 al 100% y esta eficiencia es parte que distingue y caracteriza a la invención, si bien no es un paso del proceso, sí son condiciones esenciales por lo que en las reivindicaciones se incluyen como preámbulo para hacer claro al proceso. Esta eficiencia no se había logrado con el prototipo que se divulga en el documento D1 (patente MX 265382).

Como consecuencia de lo anterior, deseo presentar las correcciones adecuadas para las etapas, para evitar confusiones, y con excepción de los datos en la figura 2, para el resto de las figuras decide mantener los números originalmente asignados a todos los componentes del sistema (en las figuras 3 a 15).

Ahora bien, se abordaron los requerimientos señalados en el oficio, y con respecto al objeto de la invención, he realizado una separación de lo que implica el proceso de tratamiento de aguas y lo que implica el sistema, también ha identificado las partes novedosas e inventivas con respecto al estado de la técnica citado.

III. ESTADO DE LA TÉCNICA

El Examinador determinó 2 documentos como relevantes para realizar el análisis de patentabilidad de la presente patente de invención:

1. D1, referido al documento MX PA 01001811 titulado "*Sistema Wetlands (pantanos artificiales de flujo subterráneo)*" que se relaciona con un proceso de tratamiento de aguas residuales a través de un proceso anaerobio, utilizando 5 elementos básicos para obtener una eficiencia en el tratamiento de agua de un 90% en DBO y SST. El objeto de esta

invención es proporcionar una alternativa en la solución del tratamiento de las aguas residuales municipales y de casa habitación, utilizando los siguientes elementos: pre-tratamiento, biodigestor anaerobio, filtro anaerobio de flujo ascendente, wetlands (pantanos artificiales de flujo subterráneo) y lechos de secado, reduciendo los costos de operación y mantenimiento, además de tener la posibilidad de construirlos por etapas o en módulos para futuras ampliaciones.

2. D2, referido al documento US 2006/086662 titulado “*Waste treatment systems*” que se relaciona con sistemas de tratamiento de residuos y métodos de usarlos para tratar residuos sépticos, lodos internos o ambos. Ciertos ejemplos proporcionados en este documento se refieren a sistemas de tratamiento de residuos que incluyen una pluralidad de etapas, tales como, por ejemplo, una pluralidad de los ecosistemas, configurado para tratar lodos domésticos, residuos sépticos o ambos.

IV. EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE NIVEL INVENTIVO

Con respecto al estado de la técnica deseo aclarar lo siguiente: El proceso de depuración de las aguas sigue una serie de pasos que básicamente se describen en el documento D1 (MX PA01001811A o MX 265382), en el análisis de patentabilidad el Examinador considera que afecta el nivel inventivo de lo que se está describiendo y reivindicando como el objeto de la presente invención, contraviniendo lo establecido en la Ley, se describen a continuación explicaciones sobre el aporte de la invención que no deriva de las enseñanzas de D1 ni solo ni tampoco combinando las enseñanzas descritas en el documento D2 (US 2006/086662) también citado, la siguiente tabla indica las diferencias de manera muy puntual:

CARACTERÍSTICAS ESENCIALES	D1	D2
Un sistema para el tratamiento de aguas residuales o STAR, que consiste en los siguientes elementos conectados en serie consecutiva:	Un sistema para el tratamiento de aguas residuales (Pág. 1, líneas 1-13, Fig. 1), que comprende las siguientes etapas en serie:	Sistema de tratamiento de residuos incluye (Párr. 62, Fig. 2A).

No requiere uso de bombeo si se adapta en un terreno con desnivel topográfico con una diferencia mínima general de 1.50 m del nivel de arrastre del tubo con respecto al terreno natural.	No menciona	Utiliza bombeo, está adaptado para utilizar cierto gasto de energía
CAJA REGULADORA		
Una caja de recolección de las aguas con regulación de volumen (8) caracterizada porque posee un tubo para el influente (9), un tubo de desfogue que se acciona en caso de exceso de volumen (10), un marco guía (11), una compuerta reguladora de salida de operación manual (12), un tubo de salida de la caja reguladora (13), accionable en caso de requerirse por exceso de volumen;	No menciona	Dispositivo de detección (110) y el depósito de retención (120) son típicamente en comunicación de fluido a través del conducto de fluido (115). Tanque de retención (120) está configurado para recibir residuos sépticos de uno o más residuos sépticos y/o los transportistas de lodos, o se puede configurar para recibir residuos sépticos de las líneas de residuos sépticos municipales o industrial (Párr. 63). El tanque de retención (120) está en comunicación fluida con el tanque de compensación (130) a través del conducto de fluido (125) (Párr. 64). El depósito de retención (120) está en comunicación con la tubería para el influente (115), tubería de reflujo (191), tubería de salida (125) (Párr. 64, Fig. 2A).
Un marco guía (11), una compuerta reguladora de salida de operación manual (12)	No menciona	No menciona
Canales desarenadores con cribas (2), para separación de sólidos,	Un pre-tratamiento consistente en rejillas (tamices) de separación sólidos y dos desarenadores (Pág. 1, líneas 15-20, Plano 2).	el dispositivo de detección de filtración (110) se coloca aguas arriba del tanque de retención (120) de tal manera que los residuos sépticos primero fluye a través del dispositivo de cribado (110) y luego en el depósito de retención (120), mientras que en otros ejemplos, el depósito

		de retención (120) está aguas arriba del dispositivo de cribado (110) de manera que los residuos sépticos se primera coloca en el depósito de retención (120) antes de cualquier detección sistemática mediante dispositivo de cribado (110) (Párr. 62).
FILTRO		
Un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) (5), para degradación biológica anaerobia que consiste en un tanque de concreto que tiene un flujo hidráulico a gravedad, y comprende un medio filtrante se constituye de homogéneamente de piedras bola de río o tezontle de diámetros de 4 a 6 pulgadas.	Filtro anaerobio de flujo ascendente (...) en este elemento se producirán lodos en menor volumen, pero totalmente digeridos y podrán ser enviados a lechos de secado (Pág. 1, líneas 41 a 52, Plano. 4). El agua se depositará hasta a parte más baja del F.A.F.A. y por gravedad tendera a subir, la ubicación adecuada de los 3 canales de aluminio recolectara el agua en la parte superior, pasando por un medio inerte de piedra bola de rio o tezontle de diámetro mayor de 12.7 cms (...) (Pág. 2, líneas 53 a 58).	No menciona
Cajas de válvula para purga de lodo (42), una caja de llegada por donde ingresa el agua y luego pasa por dos cajas semicirculares de distribución secundaria ubicadas sobre la losa superior (43), estas cajas pueden repartir agua de manera uniforme hacia el fondo del reactor y pueden proporcionar un mejor control y limpieza natural, la canalización de las aguas se realiza a través de tubería de PVC (44).	No menciona	No menciona

el tiempo de residencia hidráulica óptimo durante esta filtración es de 12 horas, la disminución de la DBO y los SST después de esta filtración es de un 25 a 30% adicional al obtenido de los biodigestores,	No menciona	No menciona
BIODIGESTOR		
Biodigestor anaerobio	Biodigestor anaerobio (Pág. 1, líneas 24 a 32, Plano 3).	No menciona.
Al menos un biodigestor que consiste en 6 fosas sépticas tolvadas de acumulación y degradación anaerobia de biosólidos (3).	Consiste de 6 fosas sépticas tolvadas de igual longitud (Plano 3).	
El biodigestor se encuentra dividido a lo ancho en 2 módulos cada uno a su vez subdividido longitudinalmente en 2 compartimentos más y el primero tiene 2 zonas tolvadas, cada una tiene 3 metros de largo y el segundo solo una zona tolvada con 4 metros de largo comunicadas entre sí.	No menciona las dimensiones ni precisa la disposición de los tanques, a pesar del dibujo, no describe que este arreglo/dimensiones sea fundamental ni detalla el sitio de las conexiones comunicantes	
Se requiere un tiempo de residencia de las aguas de mínimo 24 horas en el biodigestor, se requiere de una temperatura ambiente fluctuando alrededor de los 20 °C + 7 °C y con suministro de agua constante.	No menciona	No menciona
Se incluyen tapas de concreto que son para mantenimiento de las tolvadas, para eliminar la espuma.	No menciona	No menciona
Se incluye al nivel de la losa, un sistema de venteo del biogás ubicado en el centro de las 2 últimas cámaras del biodigestor, comprende la caja o cámara de recolección de biogás, construida en concreto que es alimentada por 2 tuberías de PVC apoyadas sobre la losa con lo que se evita	No menciona	No menciona

el efecto tan corrosivo que este tiene sobre la losa de acuerdo a las observaciones experimentales, evitando su deterioro prematuro.		
PANTANOS		
Al menos un depósito que se constituye como al menos un pantano artificial (6), en donde el paso es de manera subterránea donde ocurre un tercer tratamiento biológico de naturaleza aerobia para pulimiento del agua, cada pantano artificial se constituye como un depósito con flujo en el lecho horizontal y posee entrada múltiple del flujo con lo que se logra conduzca de manera uniforme tipo flujo pistón lo cual hace más eficiente el proceso de pulimento y se evitan eventos de taponamiento;	Se contempla un wetland (pantano artificial de flujo subterráneo) (Pág. 1, líneas 54 a 60, a Pág. 2, líneas 1 a 5, Plano 5). El agua obtenida del FAFA se canaliza a los wetlands (pantano artificial de flujo subterráneo) que sean necesarios, el flujo de agua ingresa por la parte superior a través de tubería de PVC con salidas proporcionales permitiendo que el avance del agua se realice de manera permanente a lo ancho del pantano y se recolecte en la parte inferior. La relación largo-ancho será 1: 2 (Pág. 2, líneas 7 a 12),	Describe estanques
Las entradas del flujo a los pantanos es mediante una misma tubería pero con entradas múltiples del flujo, Tiene además un mecanismo de aireación u oxigenación que consiste de tubos (67) dispuestos en zonas intermedias para ayudar en el proceso de descomposición de la materia orgánica y las plantas “tule “ (Domengensis y Latifolia) logren procesarlas más rápido, evitando el taponamiento en los pantanos cuando se tengan cargas	No precisa la importancia o función que tiene el control del flujo para la eficiencia del sistema. No describe tal mecanismo alterno. No describe la opción del sistema de inyección de aire.	No menciona

organicas mayores a los programadas o en otros casos permtrá disminuir el área necesaria de los pantanos conforme se manipula para modular la eficiencia dependiendo de la carga orgánica. En el caso del tubo de control y salida del pantano nos permite modular el nivel y velocidad de flujo, este mecanismo es el tubo con codo móvil (73b) conectado a la tubería de salida e interceptar con el colector y que conduce a la caja de contacto de cloro o la de exposición de luz ultravioleta , este tubo se prolonga proyectándose hacia la superficie en una longitud de 70 cm, al inclinarlo, se puede determinar también el crecimiento de las raíces, esto tiene un impacto en la depuración y es manejado dependiendo de las condiciones de las plantas para aumentar su eficiencia en la transferencia de oxigeno enla parte baja de los pantanos Opcionalmente, al tubo 67 se adapta un sistema de inyección de aire a presión, en el cual se podrá utilizar bombeo impulsado con celdas solares		
CLORACIÓN		
Una unidad de desinfección por contacto con cloro y/o por exposición a luz ultravioleta, para tratamiento terciario. La luz UV es la modalidad preferida de desinfección ya que se evita la presencia de residuos de cloro en los ríos en donde se vierten las aguas	Caseta de cloración (Plano 1).	No menciona.

tratadas, estos residuos suelen provocar problemas de salud.		
--	--	--

Considerando lo anterior, si bien el sistema en D1 es la base de este desarrollo, este documento ni solo ni combinado con D2, ni presenta ni describe los numerosos elementos que en la presente invención sí se describen, elemento que en la práctica, han resultado indispensables para un óptimo funcionamiento, como se explica a continuación:

A) Resulta que la incorporación del elemento descrito como caja reguladora es indispensable, ya que se requiere que el flujo sea precisamente moderado desde un inicio, sin este elemento no se había logrado un control adecuado y resultando en una calidad de depuración subóptima, en incluso resultando en eventos de taponamiento. Este control es determinante para la eficiencia del sistema. Ahora bien, el tanque de retención que se menciona en D1 se construyó solo como un depósito y no contaba con ningún elemento por el que se pudiera regular la velocidad del flujo, además al inicio del desarrollo del prototipo, tampoco se sabía de la importancia del evento de regulación del flujo inicial para la eficiencia del sistema. Tal y como se reivindica y como se describe e ilustra en la figura 4, esta caja reguladora de volumen de entrada consiste en la caja (8), el tamaño de la caja puede variar en función del tamaño de la tubería del drenaje de aguas negras, un tubo para el influente (9), un tubo para desfogue o demasías (10) con un marco guía que indica el nivel al cual se debe realizar el desfogue, una compuerta reguladora de operación manual (12), un tubo de salida para interconectar con el pretratamiento (13). La caja reguladora funciona como un pozo de visita pero que además contiene una compuerta que permite controlar el flujo de entrada al sistema de la invención así como el marco guía de acero, también se coloca una duela de madera, con el cual se desfoga el agua excedente en caso necesario, tal y como lo marca la normatividad, estos elementos no los tiene el tanque de retención que se describe en el sistema de D1.

En D2, en el párrafo 62 se menciona un “dispositivo de filtración o selección” (screening device) y no como se tradujo, un “dispositivo de detección”, y se menciona conectado éste a un tanque de retención (holding tank), por lo que va enseguida de estas cribas, este tanque de retención solo tiene función de recibir un volumen determinado de agua, este tanque en seguida se conecta a un tanque

ecualizador cuya función es controlar temperatura y olor, en ningún momento se menciona que estos tanques regulen la velocidad del agua. De manera que D2 no provee ninguna idea de regular velocidad de flujo en ninguna etapa del proceso.

A partir de D1 ni de D2, no es evidente la necesidad de contar con regulación de flujo de entrada en este punto del sistema, de hecho por ese motivo no se había contemplado y ya en campo se vio la importancia de incluirlo y se diseñó su estructura para que funcione sin necesidad de gasto energético. Tal y como se describe, durante la operación del sistema, la etapa de regulación del volumen de agua es crítica para mejorar en gran medida la eficiencia del sistema en general ya que solo ingresa el volumen que puede soportar el sistema. La inclusión de la caja reguladora de volumen no solo permitió un buen funcionamiento de toda la planta o sistema, sino que mejoró el desempeño esperado y que se cumpla con los parámetros establecidos.

Durante el diseño prototipo del proceso/sistema de la invención, no se había contemplado la importancia de regular el flujo desde el inicio, esto resultó adecuado para este proceso/sistema en particular y puede no ser una constante en todos los sistemas de tratamiento de aguas. De hecho, la regulación de la velocidad en otros sistemas o procesos de tratamiento de aguas se establece en etapas intermedias. De manera que la localización ideal para cada proceso o sistema dependerá de análisis de desempeño y los diseñadores deciden qué tipo de regulación necesitan y en qué etapa, su experiencia y alta especialización hará que consigan una operación eficiente por las decisiones que tomen; es en esto en donde radica el ingenio y el nivel inventivo. El diseño de la caja es simple y no requiere gasto de energía eléctrica, lo cual es uno de los objetivos de la invención, lo que también tiene mérito inventivo, además el hecho de incluir este paso.

Otros elementos del sistema que están descritos en la presente invención y nunca se mencionan en D1, igualmente obedecen a problemas que fueron resueltos durante la operación del sistema y que por lo tanto tienen mérito inventivo:

- B) Una de las características de la invención se refiere al diseño del biodigestor, es que comprende 6 zonas tolvadas necesarias para el desempeño requerido en esta etapa, durante el desarrollo del sistema se ensayaron inicialmente solo 3 compartimientos tolvados y por la experiencia acumulada al incrementar el

número de tolvas se llegó a la conclusión de utilizar los 6 compartimentos, esto no se encuentra descrito en D1. Para la presente invención se describe lo siguiente: El sistema se constituye de un biodigestor que se encuentra dividido a lo ancho en 2 compartimentos o módulos, cada uno a su vez subdividido longitudinalmente en 2 compartimentos más y el primero tiene 2 zonas o cámaras tolvadas, es decir, en forma de cono invertido, cada una de estas zonas tolvadas tiene 3 metros de largo y el segundo solo una zona o cámara tolvada con 4 metros de largo, así que se cuenta con un total de 6 tanques sépticos independientes o compartimentos tolvados, cuatro de 3 metros cada uno y dos de 4 metros. En D1 tampoco se describen otros aditamentos esenciales para obtener las eficiencias denotada:

- Uno de ellos se refiere a cómo se comunican las tolvas entre sí para garantizar que solo pase el agua bien decantada evitando el arrastre de la zona superficial de espuma y grasas, con el diseño descrito de la invención se obtiene la velocidad de flujo que en este paso es crucial para que no se formen turbulencias.
- Otro aditamento son las tapas de concreto que son para mantenimiento de las tolvas que sirven para eliminar la espuma.
- Otro aditamento es que al nivel de la losa, se encuentra un sistema de venteo del biogás ubicado en el centro de las 2 últimas cámaras del biodigestor, comprende la caja o cámara de recolección de biogás, construida en concreto que es alimentada por 2 tuberías de PVC apoyadas sobre la losa con lo que se evita el efecto tan corrosivo que este tiene sobre la losa de acuerdo a las observaciones experimentales, evitando su deterioro prematuro.
- Otro de los parámetros no considerados en el sistema en D1, fue que además de requerirse un tiempo de residencia de las aguas de mínimo 24 horas en el biodigestor, se requiere de una temperatura ambiente fluctuando alrededor de los $20^{\circ}\text{C} \pm 7^{\circ}\text{C}$ y con suministro de agua constante, esto fue resultado de evaluación experimental. Conociendo esta condición se buscará tener un control en las condiciones de temperatura.

C) Entre las descripciones más importantes que se hacen en la presente solicitud, se refieren a la constitución del Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA), el cual tiene como función realizar un segundo tratamiento biológico mediante la degradación biológica anaerobia de material orgánico contaminante. Una

diferencia vista en la práctica es aumentar un poco más el rango de tamaños de la piedra, además, también resultó muy eficiente el uso de la roca volcánica tezontle, alternativa a la piedra de río. Y resultó que el tamaño ideal puede ir de 15 a 25 cms. en lugar del rango de 15 a 20 cm que fue como en realidad se ensayó en el sistema descrito en D1.

D) Con respecto a la etapa de depuración en pantanos artificiales, en D1 tampoco se describen los siguientes elementos estructurales y funcionales que fueron igualmente resultado de la experiencia y el perfecto conocimiento en la hidráulica y el funcionamiento del sistema y cada una de sus partes.

D1. El medio filtrante utilizado en los pantanos artificiales es el mismo que para el filtro anaerobio de flujo ascendente, ya que también se usa piedra bola de río pero de diferente tamaño, o tezontle, la distribución de cada material pétreo se describe así como sus funciones.

D2. Se incluye un equipo para incremento de oxigenación en el pantano artificial, y que se utiliza cuando se determine que la carga orgánica es mayor a lo previsto y pueda generar acumulamiento de sólidos.

D3. Un sistema de tubos se prolongan en el fondo, se caracterizan por estar perforados a lo largo de la parte baja solamente (67), su función es evitar el taponamiento del tubo, además se incorpora un sistema inyector de aire para evitar el taponamiento, este sistema oxigena al pantano, no existe antecedente de sistemas de oxigenación de pantanos artificiales para depuración de aguas, y mucho menos que este sistema sea manipulable dependiendo de las condiciones de carga orgánica, las cuales pueden variar, el sistema más oxigenado ayuda a la degradación de la materia orgánica y las plantas incrementan su capacidad de depuración por lo tanto efficientiza el proceso, el aire adicional se suministrara con bombas impulsadas con la energía de celdas solares. Este sistema tiene continuidad en la salida con un tubo que se prolonga a la superficie en donde se proyecta con un codo (73b), en una longitud de 70 cm, El tubo de salida (73b) es movable por lo que es posible inclinarlo manualmente para regular el nivel del agua del pantano, y pudimos observar experimentalmente que este cambio de nivel del agua tiene un efecto finalmente en la forma como crecen las raíces de las plantas, de manera que si se inclina el tubo las raíces de las plantas crecen hacia abajo y

sorprendentemente encontramos que creciendo en esta forma se mejora la eficiencia de depuración requerida cuando la carga de materia orgánica (DBO) es alta y si se endereza a 90º estas raíces crecen más horizontales y la eficiencia baja pero hay menos estrés pudiendo mejorar su funcionamiento cuando la carga de materia orgánica (DBO) sea menor, de manera que este efecto es de particular importancia para la manipulación de la eficiencia del pantano y es por lo tanto un sistema adaptable a las variaciones naturales en la calidad o carga del agua residual.

- D4. Los pantanos artificiales en los ejemplos operan en paralelo, y se describe con detalle cómo circula el agua. La cantidad de pantanos en la planta de tratamiento puede ser desde 1 hasta n, dependiendo de las necesidades y su cálculo lo puede realizar una persona experta en el campo técnico de la invención.
- D5. La conductividad hidráulica inherente al medio filtrante así como otros valores importantes en el funcionamiento hidráulico de estos sistemas como la profundidad y las pérdidas de carga, han sido evaluados técnicamente como se describe en el ejemplo 4. El flujo de estos pantanos es horizontal y con la división (entrada múltiple) en la entrada se logra que el flujo de agua en tratamiento se conduzca de manera uniforme tipo flujo pistón, mejorando la eficiencia del pantano artificial y no se presenten eventos de taponamiento que son muy frecuentes en los sistemas de humedales artificiales que tienen flujo horizontal, hecho adjudicado al buen diseño del sistema (tamaños y distribución de los módulos) ya que el efluente ha sido tratado por el biorreactor y el filtro (FAFA), por lo que el material en suspensión y la materia orgánica residual es menor comparado al que recibe cualquier tipo de humedal artificial cuando opera como único tratamiento secundario del agua residual; cabe señalar que la eficiencia del sistema completo es la suma de las eficiencias de cada etapa.
- D6. La utilización de plantas del tipo *Thypha Domengensis* por la altura sobre el nivel del mar que puede llegar a 2 500 msn y la *Thypha Latifolia* para mayores alturas sobre el nivel del mar.
- E) Generalmente en las aguas de origen doméstico el valor de la concentración de oxígeno disuelto consumido por los microorganismos (DBO), fluctúa entre los 200 a 300 mg/l y puede llegar a ser de 500 mg/l. El valor de DBO debe ser inferior a 8

mg/l para ser considerada al agua como potable, sin embargo, para las plantas de tratamiento de agua residual en general es suficiente con obtener una DBO menor a 100 mg/l, de acuerdo con las normas oficiales, el agua así tratada puede ser descargada a un afluente natural sin representar una fuente de contaminación de dicho afluente tal que dañe al medio ambiente. La planta de tratamiento de aguas residuales de la invención, garantiza la obtención de una DBO de 75 mg/l, y modificando varios parámetros de la misma, se pueden obtener niveles de DBO menores de 30 mg/l, hemos conseguido obtener una disminución de DBO a un nivel de 15 mg/l; con estos valores la descarga del agua, es decir, después de ser tratada con el proceso/sistema de la invención, puede hacerse incluso en ríos o cuerpos de agua con clasificación C, es decir, que tienen vida acuática, de acuerdo con la normatividad mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996; por lo que la eficiencia puede llegar a ser del 95 al 100%. De manera contrastante, la eficiencia final del sistema descrito en D1 fue de 85% se logró solo una eficiencia de 30% en DBO y de 60% en sólidos suspendidos.

- F) La conductividad hidráulica inherente al medio filtrante así como otros valores importantes en el funcionamiento hidráulico de estos sistemas como la profundidad y las pérdidas de carga, han sido evaluados técnicamente como se describe en el ejemplo 4. El flujo de estos pantanos es horizontal y con la división (entrada múltiple) en la entrada se logra que el flujo de agua en tratamiento se conduzca de manera uniforme tipo flujo pistón, mejorando la eficiencia del pantano artificial y no se presenten eventos de taponamiento que son muy frecuentes en los sistemas de humedales artificiales que tienen flujo horizontal, hecho adjudicado al buen diseño del sistema (tamaños y distribución de los módulos) ya que el efluente ha sido tratado por el biorreactor y el filtro, por lo que el material en suspensión y la materia orgánica residual es menor comparado al que recibe cualquier tipo de humedal artificial cuando opera como único tratamiento secundario del agua residual.
- G) La eficiencia del sistema completo es la suma de las eficiencias de cada etapa, fue diseñado para no utilizar bombas y se vale del desnivel topográfico para su funcionamiento, el sistema se caracteriza además porque es funcional para depurar aguas residuales con diferentes condiciones iniciales, entre las cuales están: $SS > 400 \text{ mg/l}$ y $DBO > 300 \text{ mg/l}$, en cuyo caso, las condiciones de salida del agua tratada son: de $SS < 30 \text{ mg/l}$ hasta 15 mg/l ; y de $DBO < 100 \text{ mg/l}$ hasta 15 mg/l ,

esto determina que la eficiencia de sistema máxima sea de hasta un 95 a 100%. El sistema de tratamiento de aguas de la invención cumple con la normatividad mexicana, específicamente con la norma NOM-001-SEMARNAT-1996 que indica los valores máximos permisibles de contaminantes en descargas para aguas residuales en aguas y bienes nacionales, por lo que se obtiene un agua de calidad y con posibilidad de uso. Es importante remarcar que no hay otras normas equivalentes, las disposiciones de carácter interno que existen en otros países no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico que en esta Norma Oficial Mexicana se integran y complementan de manera coherente, con base en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

El sistema de tratamiento de aguas residuales objeto de la presente invención si bien se basa en el procedimiento descrito en la patente MX 265382 (D1), incluye una serie de modificaciones importantes e indispensables para un eficiente desempeño de la planta, estas modificaciones son el resultado del trabajo experimental desarrollado con el primer proyecto, de manera que en esta invención se provee de todos aquellos elementos que conforman una planta de tratamiento más eficiente. En la descripción detallada se identifican los cambios críticos que he destacado en el presente memorial ya que determinan la eficiencia del sistema que ahora se reclama en un Capítulo Reivindicatorio Modificado.

V. PETICIÓN

1. Puesto que se ha dado respuesta a todas las objeciones formuladas por la Dirección de Nuevas Creaciones, solicito proceder al otorgamiento de la solicitud de patente.

VI. ANEXOS

1. Capítulo Reivindicatorio modificado conformado por 2 reivindicaciones.

Señor Director,

ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI

C.C. 79.780.910 de Bogotá

T.P. 114.908

COLO-22523-0841-0001-6

PGC\PGC\ID-300609\WPC22523

No. M-2018-300609\PGC