

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Dirección de Nuevas Creaciones
E. S. D.

Ref: Expediente No. NC2022/0005563
Solicitud de Patente a nombre de BIOAGRICOLA DEL LLANO S.A.
EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS BIC.

Por medio del presente documento presento la respuesta a las objeciones indicadas por el Examinador en el Oficio 18943, sobre el cual manifiesto lo siguiente:

1. DE LA MODIFICACIÓN DE LA SOLICITUD

A. CAPÍTULO REIVINDICATORIO

Se presenta un capítulo reivindicatorio modificado conformado por 11 reivindicaciones, las cuales se encuentran completamente sustentadas en el contenido de la solicitud originalmente presentada, cumpliendo así con lo establecido con el artículo 34 de la Decisión 486.

Se han realizado las siguientes modificaciones a las reivindicaciones para incluir las limitaciones a las mismas:

- La reivindicación 1 fue modificada incluyendo las siguientes características:
 - o Al menos dos secciones (116, 117), y donde al menos una sección (116, 117) tiene una cubierta (118) para mantener el crecimiento de la especie vegetal al estabilizar el ambiente y reducir los efectos de las variaciones climáticas; modificación divulgada en la descripción inicial así *“(…) la presente invención se ha sembrado dentro del toda el área de las dos secciones del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal una especie vegetan de estas características”*, Pág. 10, líneas 27 a 29 y en las antiguas reivindicaciones 6 y 7 que no fueron afectadas por patentabilidad.
- Se eliminaron las reivindicaciones 9 y 10.
- La reivindicación 8 fue modificada incluyendo las siguientes características:

- el medio de soporte (105) tiene una porosidad del 38% y el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) tiene una conductividad hidráulica $\leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s; modificación divulgada en la antigua reivindicación 1.
- La reivindicación 9 fue modificada incluyendo las siguientes características:
 - donde al menos una sección (116, 117) tiene una cubierta (118) de polisombra al 50%; modificación divulgada en la antigua reivindicación 7.
 - tiempo de residencia entre 3 a 7 días; modificación divulgada en la descripción inicial en la página 18 línea 23.
- La reivindicación 10 fue modificada incluyendo las siguientes características:
 - la especie vegetal (120) es la denominada vertiver la cual tiene la capacidad de enraizar el doble de su tamaño y normalmente alcanza una altura de 120 metros; modificación divulgada en la descripción inicial en la página 18 líneas 3 a 5.
- La reivindicación 11 fue modificada incluyendo las siguientes características:
 - las cargas máximas de DQO son 6000 mg/l y de cloruros 1500 mg/l; modificación divulgada en la descripción inicial en la página 18 líneas 15 y 16.

B. CAPÍTULO DESCRIPTIVO

- Se corrige el número de referencia de la válvula de salida a (111).
- Se adiciona el numeral del sistema de retrolavado (125).

C. FIGURAS

- Se corrige el número de referencia de la válvula de salida a (111).

2. DE LA SOLICITUD DE PATENTE

Reivindicaciones (Art. 30 Decisión 486)

- El Examinador realiza las siguientes objeciones con respecto a la antigua reivindicación 1 “(...) *la expresión: "menor o igual ($\leq$)" es relativo por lo cual, no permite distinguir la invención del estado de la técnica*” y “(...) *se incluye una*

combinación de características de producto y proceso, tal como “(...) el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal tiene una conductividad hidráulica $\leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s”, sin que se defina de manera clara el objeto a reclamar”, las cuales demuestran que no tiene el conocimiento suficiente en el campo técnico de la invención, ya que la persona medianamente versada en la materia conoce que la conductividad hidráulica mide la velocidad a la que el agua puede fluir a través del material, esta propiedad física del material determina la facilidad con la que el agua puede fluir a través de él. Es un parámetro fundamental en el diseño y construcción de humedales artificiales, especialmente cuando se considera la impermeabilización. En impermeabilización la conductividad hidráulica debe ser lo suficientemente baja para evitar fugas, por lo tanto, una conductividad hidráulica garantiza que el agua contaminada no se filtre hacia las capas subterráneas o hacia cuerpos de agua adyacentes contaminándolos.

De acuerdo a lo anterior, se demuestra que la conductividad hidráulica es un parámetro de diseño de los humedales y no como indica el Examinador que es una característica de un proceso.

Finalmente, la expresión “*menor o igual ($\leq$)*” indica el parámetro de diseño del presente humedal y no es relativo dado que la expresión indica un rango que va 1×10^{-7} cm/s a cero.

- Se realiza la corrección en la numeración de las etapas de la antigua reivindicación 11 ahora reivindicación 9.
- Con respecto a la objeción realizada por el Examinador a la reivindicación 11 que menciona lo siguiente “*La reivindicación 11 hace mención a un procedimiento, pero este, aunque se define mediante una secuencia lógica de etapas no presenta condiciones técnicas esenciales para llevarlo a cabo. En consecuencia, se sugiere modificar dicha reivindicación para definir las etapas con las condiciones técnicas que caracterizan el procedimiento*”, el Solicitante se permite indicar lo que menciona el Manual Andino¹ al respecto de las reivindicaciones de procedimiento (proceso) “4.4.2 Reivindicaciones de procedimiento

Las reivindicaciones de procedimiento se usan con respecto a invenciones que supongan una secuencia ordenada y coherente de etapas o fases para obtener un

¹ Manual Andino para el Examen de Patentes. Agosto 2022.

producto, o la utilización de cualquier material para efectuar un procedimiento, que no consista solamente en la utilización de un producto. Dichas actividades se pueden ejercer sobre productos materiales, energía, otros procesos (por ejemplo, control de procesos) o sobre seres vivos cuando la legislación lo permite” (Pág. 53).

De acuerdo a lo anterior, la antigua reivindicación 11 cumple con lo establecido para una reivindicación de procedimiento, lo cual, asimismo, lo indica el Examinador, por lo tanto, el incluir otras características adicionales como sugiere el Examinador depende del estado de la técnica con la cual se afecte la patentabilidad de esta reivindicación. Es así que se incluye en la etapa c) la característica que al menos una sección del medio de soporte sembrado con una especie vegetal tiene una cubierta de polisombra al 50%; y en la etapa f) se especifica el tiempo de residencia de entre 3 a 7 días.

- Se incluyen los números de referencia de cada uno de los elementos que hacen parte de la presente invención.

De acuerdo con lo anterior, presentamos los argumentos que dan por superadas las objeciones de claridad de las reivindicaciones mencionadas por el Examinador en el Oficio No. 18943 notificado el 24 de octubre de 2024.

3. DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

El Examinador considera que los siguientes documentos son relevantes para afectar la patentabilidad de la presente solicitud:

Ítem	Documento	Título	Fecha de Publicación
D1	CN105600938	“Anti-blocking water distribution and back-flushing method and device for constructed wetland”	25 de mayo de 2016
D2	CN103896462	“Wetland plant sewage disposal system and sewage disposal method”	2 de julio de 2014

D3	CO 02035632	“Humedal artificial de flujo horizontal bajo superficie para tratamiento de aguas residuales”	27 de junio de 2003
----	-------------	---	---------------------

Es así como, de acuerdo con el análisis expuesto en el oficio objeto de la presente respuesta, el Examinador concluye que el documento D1 afecta la novedad de la antigua reivindicación 1, 2, 5 y 8, y el documento D3 la novedad de la reivindicación 11. Mientras que los documentos D1 y D3 afectan el nivel inventivo de las reivindicaciones 3, 4, 5, 6, 7, 9 y 10. No, obstante, de manera respetuosa disiento de dichas conclusiones.

4. EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE NOVEDAD

En respuesta al estudio de patentabilidad de la presente solicitud emitido por la Dirección de Nuevas Creaciones de acuerdo con el Oficio N° 18943 notificado el 24 de octubre de 2024, se indica que se presenta un capítulo reivindicatorio modificado (reivindicaciones 1-11), las cuales se encuentran completamente sustentadas en el contenido de la solicitud originalmente presentada (descripción y figuras), cumpliendo así con lo establecido con el artículo 34 de la Decisión 486.

En relación con lo anterior, me permito llamar la atención sobre el capítulo modificado, en el cual la reivindicación independiente modificada 1 incluye características que la restringe (subrayadas) y los números de referencia de cada componente, alejándola del estado de la técnica, la cual se lee de la siguiente manera:

“1. *Un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos que comprende:*

Al menos dos secciones (116, 117) que comprenden:

Un medio de soporte (105) que garantiza una permeabilidad homogénea vertical y horizontalmente reduciendo la colmatación;

Una pluralidad de diques (123) de contención para contener y limitar el flujo del lixiviado a tratar;

Una especie vegetal (120) con capacidad de transformar la carga orgánica y de minerales contaminantes en un sustrato;

Un sistema de retrolavado (125) configurado por una serie de tuberías de espinas de pescado ubicadas en dos niveles distintos para realizar el mantenimiento del humedal;

Una pluralidad de tuberías internas de seguimiento y control (110) del proceso de bioremediación;

Donde al menos una sección (116, 117) tiene una cubierta (118) para mantener el crecimiento de la especie vegetal al estabilizar el ambiente y reducir los efectos de las variaciones climáticas.”

Por su parte, la reivindicación independiente modificada 9 incluye características que la restringe (subrayadas) y los números de referencia de cada componente, alejándola del estado de la técnica, la cual se lee de la siguiente manera:

“9. *Un procedimiento para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos mediante un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) que comprende las siguientes etapas:*

a) *Proveer un caudal del lixiviado de un vertedero de un tratamiento primario (201);*

b) *Ingresar el caudal del lixiviado a la zona de amortiguación (103) (202);*

c) *Ingresar el caudal del lixiviado amortiguado a cada una de las secciones del medio de soporte sembrado con una especie vegetal (203), donde al menos una sección (116, 117) tiene una cubierta (118) de polisombra al 50%;*

d) *Absorber, aprovechar y transformar la carga orgánica y contaminante del lixiviado amortiguado por parte de la especie vegetal (120) en su sustrato de alimento (204);*

e) *Podar la especie vegetal entre seis a tres meses para garantizar que la especie vegetal mantenga su continuo crecimiento y la remoción de la mayor carga de contaminantes del lixiviado durante su etapa de crecimiento (205);*

f) *Hacer fluir el lixiviado por todo el humedal (100) por el tiempo de residencia entre 3 a 7 días, en el cual los parámetros ambientales establecidos permiten drenar el líquido tratado (206).”*

En este punto, me permito citar el Proceso 140-IP-2003, en el cual el Honorable Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina, se pronuncia en el numeral IV. Sobre los requisitos de

patentabilidad, que específicamente para la reivindicación 1 y la antigua reivindicación 11, ahora reivindicación 9 modificada, interesa lo mencionado sobre la novedad y el estado de la técnica, así:

“Entre los requisitos indispensables para que una invención pueda ser considerada como objeto de protección por medio de patente, en primer lugar, está su novedad, que significa, conforme al artículo 2 de la Decisión 313, que “una invención es nueva cuando no está comprendida en el estado de la técnica”, es decir, como sostiene el tratadista José Manuel Otero Lastres, “... no estar contenida, no estar incluida, o no formar parte del estado de la técnica”. (Otero Lastres, José Manuel. Los Requisitos de Patentabilidad en la Decisión 486, Revista Jurídica del Perú N°. 31, febrero 2002).

Es de hacer notar que la novedad se la formula desde el punto de vista negativo en relación al “estado de la técnica”; cuyo concepto comprende el conjunto de conocimientos tecnológicos que hayan sido accesibles al público antes de la fecha de presentación de la solicitud de patente o, en su caso, de la prioridad reconocida. Por lo que se considera que toda invención deja de ser nueva si ha sido accesible al público por cualquier medio, sin que tenga relevancia el lugar en el que se ha producido, ni el número de personas a las que ha alcanzado dicha accesibilidad.

*Al comprender generalmente toda invención varios componentes, la novedad en cada uno de ellos no es un requisito indispensable ya que, si bien estos pueden encontrarse individualmente en el estado de la técnica, sin embargo, su combinación podría dar lugar a un producto o a un procedimiento desconocido anteriormente. Al respecto el Tribunal dice, **“La novedad no es un requisito que deban cumplir todos y cada uno de los componentes que conforman la invención, pudiendo incluso ser conocidos individualmente la totalidad de tales elementos, si combinados entre ellos dan lugar a un objeto o a un procedimiento desconocido anteriormente. En efecto ninguna invención aparece de la nada; por el contrario, toda innovación requiere aplicar conocimientos y objetos previamente creados o descubiertos por la humanidad, los cuales constituirán la ‘materia prima’ para desarrollar un nuevo producto o procedimiento”** (Proceso 21-IP-2000, ya citado). (...)*

Finalmente, cabe reiterar lo señalado en la jurisprudencia antes citada, sobre ciertas reglas a ser observadas para determinar la novedad de una invención, que son:

- a) Concretar cuál es la regla técnica aplicable a la patente, para lo cual el examinador técnico deberá valerse de las reivindicaciones, que en últimas determinarán este aspecto.*
- b) Precisar la fecha con base en la cual deba efectuarse la comparación entre la invención y el estado de la técnica, la cual puede consistir en la fecha de la solicitud o la de la prioridad reconocida.*
- c) Determinar cuál es el contenido del estado de la técnica (anterioridades) en la fecha de prioridad.*
- d) Finalmente deberá compararse la invención con la regla técnica”.- Negrilla y subrayado fuera de texto-.*

Entonces, para determinar la novedad se debe concretar la regla técnica que en esta oportunidad son las reivindicaciones modificadas, las cuales incluyen características que restriegan la materia de las mismas para alejarlas de los documentos del estado de la técnica trasladados por el Examinador.

Continuando, con los pasos para determinar la novedad de una invención, se observa que el Examinador precisa el literal b), en la tabla titulada “Determinación del estado de técnica”, el cual es diferente tanto para reivindicación 1 y 9 modificadas, por lo tanto, se detalla su análisis de forma separada así:

a. REIVINDICACIÓN INDEPENDIENTE 1: Un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos.

Ahora bien, con respecto al paso de determinar el contenido del estado de la técnica al que hace referencia el literal c) del Proceso140-IP-2003. Se indica que, el documento D1 divulga un método y un dispositivo de distribución de agua y retrolavado antibloqueo para un humedal construido. Las tuberías de distribución de agua están dispuestas en capas sobre la capa superficial del humedal construido y dentro del relleno y se conectan con una fuente de agua entrante a través de válvulas respectivamente; la tubería de distribución de agua en el relleno está conectada con una tubería de aire a través de una tubería intermedia; y la parte superior de la tubería de aire está en comunicación con la atmósfera. Cuando el dispositivo funciona en el humedal, se realiza una distribución constante de agua capa por

capa de arriba a abajo controlando la apertura/cierre de las válvulas, y el agua producida se recoge y descarga mediante una tubería de salida de agua en el fondo del humedal; y en el retrolavado, las tuberías de salida de agua y distribución se utilizan como tuberías de alimentación y recolección de agua en capas de retrolavado (...) El fenómeno de que el relleno cercano a las posiciones de distribución de agua se bloquea fácilmente en el humedal construido se puede resolver de manera efectiva, el relleno de cada capa se utiliza por completo y la vida útil se prolonga; debido al método de retrolavado, se mejora la eficiencia del retrolavado, se optimiza la distribución del agua de retrolavado y la operación es simple; y como no se necesita una tubería de retrolavado adicional, se reduce el costo (Resumen).

Con respecto al paso de comparar la invención con la regla técnica al que hace referencia el literal d) del Proceso140-IP-2003, donde se observa que la comparación de las características del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) para el tratamiento secundario o terciario de **lixiviados de vertederos**, se compara con un dispositivo de distribución de agua y retrolavado antibloqueo para un humedal construido, pero no se indica que son para lixiviados² de vertederos.

Es de interés del Solicitante, detallar que la comparación de novedad de cada una de las características de la reivindicación 1 no fue correcta, ya no se divulga donde se encuentran

² Lixiviados son productos contaminantes que se producen durante la descomposición y fermentación de la materia orgánica, debido a la propia humedad del residuo y al agua lluvia que se filtra entre los residuos y que arrastra materiales biológicos y compuestos orgánicos.

Se ha logrado analizar hasta 200 compuestos diferentes en los lixiviados de los vertederos de residuos sólidos urbanos. Algunos como el cloruro de metilo, el tetracluro de carbono, cloro bencenos y arsénico los cuales son sustancias cancerígenas.

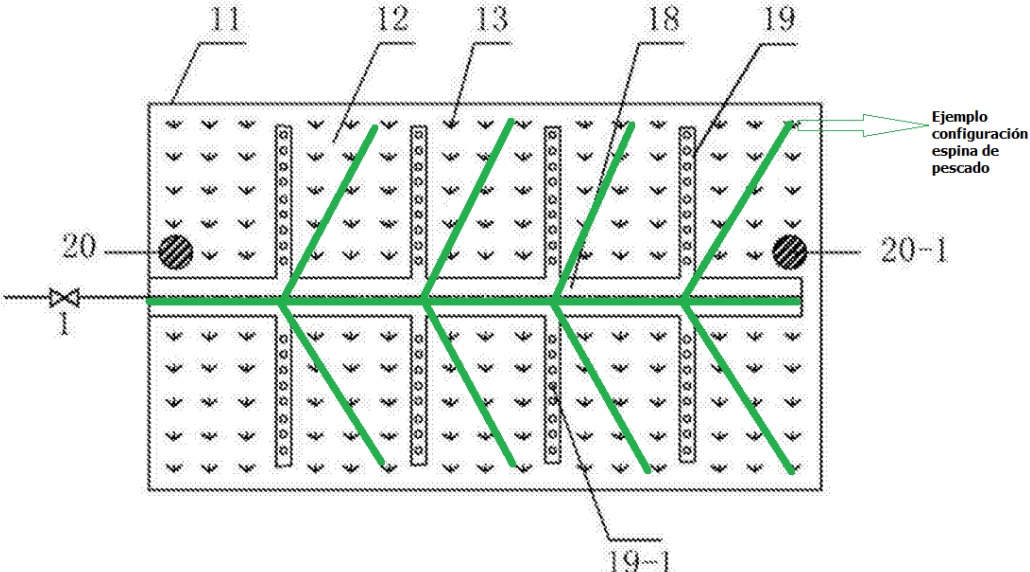
El plomo, el cadmio y el mercurio son metales pesados presentes en los lixiviados. Estos metales pesados son bioacumulativos, es decir, se acumulan en los tejidos de los organismos sin poder ser eliminados y, por tanto, su concentración aumenta en los niveles tróficos superiores. El plomo procede principalmente de las baterías de los coches, vidrios plásticos, cerámica, pigmentos, etc. Las fuentes de cadmio y mercurio son fundamentalmente las pilas. El cadmio se encuentra también en los aparatos electrónicos.

(...) Como resultado de la variación de las características de los lixiviados, el diseño del sistema de tratamiento es complicado. Revisado 18 de enero de 2025 en https://www.researchgate.net/publication/303677305_Lixiviados_de_Vertederos_de_Residuos_Solidos_Urbanos_Monografia

varias características reivindicadas o se utiliza información que nada tiene que ver con la característica comparada como se demostrara a continuación:

- Tabla 1. Observaciones frente a la comparación de las características esenciales de la reivindicación independiente 1 con D1:

Características esenciales de la reivindicación 1	D1	Observaciones frente a la afectación por novedad
Un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos que comprende:	Dispositivo de distribución de agua antiobstrucción de un tipo de pantano artificial (reiv. 2)	El Solicitante se permite aclarar al Examinador que tal como lo conoce la persona medianamente versada en la materia técnica el lixiviado es el residuo líquido generado en un vertedero, el tratamiento de lixiviados de vertederos de la presente invención no es lo mismo que cualquier humedal que procese otra clase de residuo. Por lo tanto, es claro, que D1 no se revela que es un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos. De acuerdo a lo anterior, es evidente que contrario a lo indicado por el Examinador la característica comparada no está divulgada en D1.
Un medio de soporte con 38% de porosidad para garantizar una permeabilidad homogénea vertical y horizontalmente de esta forma se reduce la colmatación.	“Un lecho empacado poroso (12). El relleno es de zeolita, (...) arena y tierra, o una mezcla de dos a diez tipos (aproxí 40% porosidad implícito” (reiv. 2; Párr. 32)	En el texto citado no se indica que el medio de soporte tenga una porosidad del 38%, al contrario, y se evidencia un error por parte del Examinador al indicar que es una característica implícita, ya que claramente D1 indica que la porosidad del relleno es del 60% al 80% en varios apartes de D1, así: “8) Una vez completado el paso 7, finaliza el proceso de retro lavado, se resuelve el bloqueo del humedal y se restaura <u>la porosidad del relleno al 60% u 80%</u> del humedal antes de que ingrese el agua. El humedal puede comenzar a ingresar nuevamente a la etapa de operación de distribución de agua.” (Párr. 0020) “Mediante el método de distribución de agua anti obstrucción y retro lavado del humedal artificial, el período desde el inicio de la operación hasta la necesidad de recuperación de la obstrucción del humedal se extiende en 1,68 veces en comparación con el humedal tradicional, y la tasa de eliminación de indicadores de contaminantes del humedal se mantiene a un nivel relativamente alto y estable durante la distribución de agua de cada tubería en capas; cuando <u>la porosidad de cada capa de relleno se restaura al 80% antes de la entrada de agua</u>” (Párr. 0070). De acuerdo a lo anterior, es evidente que contrario a lo indicado por el Examinador la característica comparada no está divulgada en D1.

Una pluralidad de diques de contención para contener y limitar el flujo del lixiviado a tratar.	Un cuerpo de estanque de pantano artificial (11) en estructura de ladrillo. (reiv. 2)	Sin observaciones
Un sistema de retrolavado configurado por una serie de tuberías de espina de pescado ubicadas en dos niveles distintos para realizar el mantenimiento del humedal.	Un sistema de retrolavado tuberías en forma de espina de pescado (18) y (19) en niveles diferentes con válvulas de entra y salida. (reiv. 2 ; Fig. 3)	El Examinador de forma errada indica que las tuberías (18) y (19) hacen parte del sistema de retrolavado, sin embargo, en el párrafo 0047 de D1 se indica que el elemento (18) es la tubería principal de distribución de agua, y el elemento (19) es la tubería de derivación de distribución de agua no indica que hacen parte de un sistema de retrolavado. Adicionalmente, contrario a lo indicado por el Examinador ni en la figura 3 ni en la reivindicación 2, se indica que las tuberías de retrolavado, (porque no esta divulgadas), esten en niveles diferentes. Finalmente, la figura 3 no es una configuración en espina de pescado tal como se demostrará a continuación, ya que tubería de derivación (19) es perpendicular a la tubería principal (18), mientras que una configuración en espina de pescado tiene un ángulo mayor a 0° y menor a 90°, tal como se muestra en la siguiente figura resaltada en verde sobre la figura 3 de D1. 

		De acuerdo a lo anterior, es evidente que contrario a lo indicado por el Examinador la característica comparada no está divulgada en D1.
Una especie vegetal con capacidad de transformar la carga orgánica y de minerales contaminantes en un sustrato.	Una planta acuática emergente (13) en la superficie de llenado (reiv. 2, Fig. 1)	En las referencias citadas por el Examinador no se indica que la planta emergente pueda transformar carga orgánica y carga de minerales contaminantes, que son los principales contaminantes de los lixiviados de los vertederos. De acuerdo a lo anterior, es evidente que contrario a lo indicado por el Examinador la característica comparada no está divulgada en D1.
Una pluralidad de tuberías internas de seguimiento y control del proceso de bioremediación.	Tuberías de distribución y control de agua (14) (15) (16) (17) (reiv. 2, Fig. 1)	El Examinador modifica la divulgación de D1 para afectar de manera forzada este elemento, ya que en el párrafo 0047 así como en la reivindicación 2 se indica los nombres de todos los componentes del dispositivo de D1, en el cual se indica que el elemento (14) es la primera tubería de distribución de agua; el elemento (15) es la segunda tubería de distribución de agua; que el elemento (16) es la tercera tubería de distribución de agua; y que el elemento (17) es la tubería de salida de agua; no indica que alguna de estas sea una tubería de control del proceso de biorremediación.

Del anterior análisis se puede concluir que el Examinador recae en varios errores como: 1) Afectar características particulares con divulgaciones generales, por ejemplo, se afecta el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos, con el texto “*Dispositivo de distribución de agua antiobstrucción de un tipo de pantano artificial*”; 2) Interpretar la información revelada en D1, siendo que en novedad se debe realizar una comparación uno a uno de las características esenciales con el estado de la técnica; por ejemplo, se afecta el sistema de retrolavado configurado por una serie de tuberías de espigas de pescado ubicadas en dos niveles distintos para realizar el mantenimiento del humedal con el texto y la figura 3 “*Un sistema de retrolavado tuberías en forma de espina de pescado (18) y (19) en niveles diferentes con válvulas de entra y salida*”, se afecta un medio de soporte con 38% de porosidad para garantizar una permeabilidad homogénea vertical y horizontalmente de esta forma se reduce la colmatación, con el texto “*Un lecho empacado poroso (12). El relleno es de zeolita, (...) arena y tierra, o una mezcla de dos a diez tipos (aproxí 40% porosidad implícito)*”, y se afecta la especie vegetal con capacidad de transformar la carga orgánica y de minerales contaminantes en un sustrato con el texto y figura 1 “*planta acuática emergente (13) en la superficie de llenado*”; 3) Hacer equivalencia de elementos sin que en la descripción de la solicitud

se indique la misma función con el elemento comparado, por ejemplo, se afecta una pluralidad de tuberías internas de seguimiento y control del proceso de bioremediación con el texto y figura 1 “*Tuberías de distribución y control de agua (14) (15) (16) (17)*”.

De acuerdo a todo lo anterior, el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos es nuevo frente al documento D1.

- Las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1 afectadas tampoco están reveladas en D1, de acuerdo al siguiente análisis:

Reivindicación 2: (...) la especie vegetal sembrada es *Chrysopogon zizanioides*, comúnmente llamada vetiver. Entonces, el Examinador lo afecta así: “Adicionalmente, D1 menciona que la planta acuática emergente de la plantación de relleno descrita es una especie o dos de las 14 especies de plantaciones acompañantes en carrizo, espadaña, juncia plana, rizoma scirpi, junco, canna, metasequoia, cálam, *Scirpus tabernaemontani*, punta de flecha, hierba de la armonía del agua, *alternanthera*, apio chino, juncia, etc (reiv. 6).”. El texto anterior, no divulga que la especie vegetal sembrada es *Chrysopogon zizanioides*. El Examinador se extralimita en sus funciones, y hace un análisis subjetivo para afectar esta reivindicación.

Reivindicación 5: (...) al inicio y al final la sección del humedal se tiene una zona de amortiguación conformada por un medio filtrante y tiene sus respectivos baffles que separan el medio de soporte de esta zona de amortiguación. Es así que concluye que esta característica no es nueva pero no cita el texto ni la referencia en que parte del documento de D1 esta divulgada, lo cual viola el derecho al debido proceso que tiene el Solicitante a debatir sobre la “presunta afectación” sin embargo, no se indica claramente donde esta divulgada. El Examinador se extralimita en sus funciones, y hace un análisis subjetivo para afectar esta reivindicación.

Reivindicación 8: (...) tiene dos secciones una con el tipo de siembra en surcos y la otra el tipo de siembra en tresbolillos o triangular. Entonces, el Examinador lo afecta así: “Las plantas acuáticas emergentes están sembrada en surcos (Fig. 3).”. El texto anterior, no

divulga que el humedal tiene dos secciones una con el tipo de siembra en surcos y la otra el tipo de siembra en tresbolillos o triangular. El Examinador se extralimita en sus funciones, y hace un análisis subjetivo para afectar esta reivindicación.

De acuerdo a lo anterior, las reivindicaciones 2, 5 y 8 son nuevas al igual que la reivindicación de la que dependen.

b. REIVINDICACIÓN INDEPENDIENTE 9: Un procedimiento para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos mediante un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100)

Ahora bien, con respecto al paso de determinar el contenido del estado de la técnica al que hace referencia el literal c) del Proceso140-IP-2003. Se indica que, el documento D2 divulga un sistema de eliminación de aguas residuales de una planta de humedal y un método de eliminación de aguas residuales. El sistema de eliminación de aguas residuales de la planta de humedal comprende una zanja de drenaje principal y un dispositivo de control de drenaje de la misma, una primera zanja de entrada, un primer dispositivo de rejilla para basura, un estanque de sedimentación, un segundo dispositivo de rejilla para basura, un tanque de compensación, una segunda zanja de entrada, un área de eliminación de aguas residuales de la planta de humedal, una piscina de descarga y una zanja de descarga, en donde la primera zanja de entrada, el primer dispositivo de rejilla de basura, el estanque de sedimentación, el segundo dispositivo de rejilla de basura, el tanque de compensación, la segunda zanja de entrada, las aguas residuales compuestas de la planta de humedal el área de eliminación, la piscina de descarga y la zanja de descarga están dispuestas secuencialmente; una pluralidad de áreas de eliminación de aguas residuales de plantas de humedal en etapas están dispuestas dentro del área de eliminación de aguas residuales de plantas de humedal compuesta; vetiveria zizanioides, carrizo y jacinto de agua están dispuestos dentro de cada etapa del área de eliminación de aguas residuales del humedal; el tanque de compensación también está conectado a la zanja de descarga principal; el dispositivo de control de drenaje controla una parte de las aguas residuales que se descargarán directamente a través de la zanja de descarga principal (Resumen).

Con respecto al paso de comparar la invención con la regla técnica al que hace referencia el literal d) del Proceso140-IP-2003, donde se observa que la comparación de las características del procedimiento para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos mediante un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100), se compara con método de limpieza de plantas de humedales, pero no se indica que son para lixiviados de vertederos.

Es de interés del Solicitante, detallar que la comparación de novedad de cada una de las características de la reivindicación 11 no fue correcta, ya no se divulga donde se encuentran varias características reivindicadas o se utiliza información que nada tiene que ver con la característica comparada como se demostrará a continuación:

- Tabla 2. Observaciones frente a la comparación de las características esenciales de la reivindicación independiente 11 con D2:

Características esenciales de la reivindicación 1	D2	Observaciones frente a la afectación por novedad
Un procedimiento para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos mediante un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal que comprende las siguientes etapas:	Un método de limpieza de plantas de humedales, caracterizado porque comprende los siguientes pasos: (reiv. 10)	El Solicitante se permite aclarar al Examinador que tal como lo conoce la persona medianamente versada en la materia técnica el lixiviado es el residuo líquido generado en un vertedero, el tratamiento de lixiviados de vertederos de la presente invención no es lo mismo que cualquier humedal que procese otra clase de residuo. Por lo tanto, es claro, que D2 no se revela que es un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos. De acuerdo a lo anterior, es evidente que contrario a lo indicado por el Examinador la característica comparada no está divulgada en D2.
a) Proveer un caudal del lixiviado de un vertedero de un tratamiento primario.	Las aguas residuales fluyen hacia la primera zanja de entrada, y luego son interceptadas por el primer dispositivo de rejilla de basura y fluyen hacia el tanque de sedimentación. (reiv. 10)	El texto citado no indica que se provee un caudal de un del lixiviado de un vertedero. De acuerdo a lo anterior, es evidente que contrario a lo indicado por el Examinador la característica comparada no está divulgada en D2.

Características esenciales de la reivindicación 1	D2	Observaciones frente a la afectación por novedad
b) Ingresar el caudal del lixiviado a la zona de amortiguación.	Las aguas residuales se precipitan en el tanque de sedimentación, y luego son interceptadas por el segundo dispositivo de rejilla de basura y fluyen hacia el tanque de amortiguación. (reiv. 10)	El texto citado no indica que se provee un caudal de un del lixiviado de un vertedero. La zona de amortiguación tal como se describe en la descripción está conformada por un medio filtrante y tiene sus respectivos baffles, y no es un tanque de amortiguación. Además, que la función del tanque de amortiguación de D2 es amortiguar las aguas residuales para reducir su caudal, y juzga si el volumen de agua en el tanque de amortiguación excede el volumen máximo de agua preestablecido (Párr. 0018), mientras que la zona de amortiguación de la presente invención consiste en una franja de 1,5 metros de ancho con un medio filtrante de mayor diámetro tipo piedra de bola de 25,4 cm (10 pulgadas). Este filtro funciona como amortiguador y retenedor de sólidos, así mismo está diseñado para facilitar la remoción de los sólidos, mediante lavado o recambio de la piedra bola, sin afectar el medio de soporte del cuerpo del humedal, dado que se cuenta con un baffle (106) que separa el medio filtrante (119) de 25,4 cm (10 pulgadas) con el medio de soporte (105) de 2,54 cm (una pulgada), esto con el propósito principal de optimizar el sistema del humedal evitando su colmatación por presencia de sólidos (Pág. 11 línea 28 a página 12 línea 4). De acuerdo a lo anterior, es evidente que contrario a lo indicado por el Examinador la característica comparada no está divulgada en D2.
c) Ingresar el caudal del lixiviado amortiguado a la sección del medio de soporte sembrado con una especie vegetal.	Las aguas residuales del tanque de amortiguación fluyen hacia el área de limpieza de la planta de humedales compuesta a través de la segunda zanja de entrada. (reiv. 10)	El texto citado no indica que se provee un caudal de un del lixiviado amortiguado de un vertedero. De acuerdo a lo anterior, es evidente que contrario a lo indicado por el Examinador la característica comparada no está divulgada en D2
d) Absorber, aprovechar y transformar la carga orgánica y contaminante del lixiviado amortiguado por parte de la especie vegetal en su sustrato de alimento;	El área de limpieza de plantas de humedal compuesta se limpia secuencialmente a través de varios niveles de áreas de limpieza de plantas de humedal (...). (reiv. 10)	El texto citado no indica que se provee un caudal de un del lixiviado amortiguado de un vertedero. El texto citado indica que hay varios niveles de áreas de limpieza secuenciales, mientras que la presente invención el flujo del lixiviado no tiene niveles de limpieza. Adicionalmente, las plantas de D2 no pueden tratar los minerales tóxicos que si pueden hacer las plantas de la presente invención, ya que D2 claramente indica <i>“Preferentemente, se proporciona un dispositivo de pretratamiento químico entre la segunda zanja de entrada de</i>

		agua y el área de limpieza de plantas de humedales compuestos; <u>el dispositivo de pretratamiento químico utiliza métodos químicos para tratar aguas residuales, especialmente aguas residuales tóxicas y dañinas, de modo de no causar directamente envenenamiento y muerte de plantas en el área de limpieza de plantas de humedales compuestos.</u> <i>En concreto, el tratamiento químico de aguas residuales es un método de tratamiento de aguas residuales que separa y elimina los contaminantes en estado disuelto o coloidal en las aguas residuales o los convierte en sustancias inofensivas mediante reacciones químicas y transferencia de masa.</i> <i>En el dispositivo de pretratamiento químico, las unidades de tratamiento basadas en la adición de reactivos para producir reacciones químicas incluyen coagulación, neutralización, oxidación-reducción y otras unidades de tratamiento; las unidades de tratamiento basadas en transferencia de masa incluyen extracción, despojo, despojo de aire, adsorción, intercambio iónico, electroósmosis y ósmosis inversa y otras unidades de tratamiento.</i> <i>Los dispositivos de pretratamiento químico incluyen el tratamiento de ozonización de aguas residuales, el tratamiento de electrólisis de aguas residuales, el tratamiento de precipitación química de aguas residuales, el tratamiento de coagulación de aguas residuales, el tratamiento de oxidación de aguas residuales, el tratamiento de neutralización de aguas residuales, etc.</i> (...) <u>De esta manera, antes de que las aguas residuales entren en el área de limpieza de la planta humedal compuesta, las sustancias tóxicas para las plantas humedales son eliminadas por el dispositivo de pretratamiento químico.</u>" (Párr. 0036) De acuerdo a lo anterior, es evidente que contrario a lo indicado por el Examinador la característica comparada no está divulgada en D2.
e) Podar la especie vegetal entre seis a tres meses para garantizar que la especie vegetal mantenga su continuo crecimiento y la remoción de la mayor carga de contaminantes del	Podar las plantas. Tres a seis meses (implícito) de acuerdo al tipo de planta del humedal. (Párr. 31)	El texto citado por el Examinador no se encuentra divulgado en D2, tal como se observa en la siguiente imagen.

lixiviado durante su etapa de crecimiento.		[0031] 455 Relevant experimental results show that in the early stage of transplanting the wetland plant cleaning system , the water level is adjusted to keep the wetland plant cleaning areas at all levels in a lightly flooded state, for example, the water level is occasionally slightly higher than the plant bed, for example, the water level is 1 to 2 cm higher than the plant bed for 1 to 2 hours every day; at this time, the wetland plants grow faster and have a higher survival rate. 17-01-2025 11 461 相关实验结果表明，在湿地植物清污系统移栽初期，调节水位致使各级湿地植物清污区保持轻度淹水状态，例如，水位偶尔略高于植物床，例如，水位 每天处于高于植物床1至2厘米1至2小时；此时，湿地植物生长较快，成活率较高。 466 For example, in order to guide the growth of wetland plant roots, in the early stage of transplanting the wetland plant cleaning system , the water level is lowered to allow the roots to grow deeply in to the media of the plant ponds and plant beds in the wetland plant cleaning areas at all levels 470 又如，为了引导湿地植物根系生长，在湿地植物清污系统移栽初期， 调低水位使得根系向各级湿地植物清污区的植物塘、植物床的介质深入生长。 474 For example, water is released at a fixed time every day so that the water level is 1 to 2 cm above the plant bed for 1 to 2 hours and then slowly drops to expose the soil of the plant pond and/or plant bed. 477 例如，每天固定时间放水，使得水分处于高于植物床1至2厘米1至2小时， 然后慢慢下降，使得植物塘和/或植物床的土露出。 Tal como se evidencia es una afectación forzada, sin dar la posibilidad al Solicitante de debatir sobre la afectación, ya que no es posible verificar la información citada.
---	--	---

		De acuerdo a lo anterior, es evidente que contrario a lo indicado por el Examinador la característica comparada no está divulgada en D2.
f) Hacer fluir el lixiviado por todo el humedal por el tiempo de retención determinado para cumplir con los parámetros ambientales establecidos y drenar el líquido tratado.	El dispositivo de control de salida de agua controla la descarga de parte de las aguas residuales tratadas a través del tanque de salida y la zanja de salida. (reiv. 10)	Sin observaciones

Del anterior análisis se puede concluir que el Examinador recae en varios errores como: 1) Interpretar la información revelada en D1, siendo que en novedad se debe realizar una comparación uno a uno de las características esenciales con el estado de la técnica; por ejemplo, se afecta el procedimiento para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos mediante un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal, con el texto “*método de limpieza de plantas de humedales*”, se afecta la etapa a) con el texto “*las aguas residuales fluyen hacia la primera zanja de entrada, y luego son interceptadas por el primer dispositivo de rejilla de basura y fluyen hacia el tanque de sedimentación.*”, se afecta la etapa c) con el texto “*Las aguas residuales del tanque de amortiguación fluyen hacia el área de limpieza de la planta de humedales compuesta a través de la segunda zanja de entrada.*”, se afecta la etapa d) con el texto “*El área de limpieza de plantas de humedal compuesta se limpia secuencialmente a través de varios niveles de áreas de limpieza de plantas de humedal (...)*”; 2) Hacer equivalencia de elementos sin que en la descripción de la solicitud se indiquen las mismas funciones o configuración, por ejemplo, se afecta la etapa b) con el texto “*Las aguas residuales se precipitan en el tanque de sedimentación, y luego son interceptadas por el segundo dispositivo de rejilla de basura y fluyen hacia el tanque de amortiguación*”; 3) Citar textos que no se encuentran en la referencia del documento del

estado de la técnica, por ejemplo, afectar la etapa e) con el texto “*Podar las plantas. Tres a seis meses (implícito) de acuerdo al tipo de planta del humedal*”.

De acuerdo a todo lo anterior, el procedimiento para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos mediante un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal es nuevo frente al documento D2.

5. EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE NIVEL INVENTIVO

a. REIVINDICACIÓN DEPENDIENTE 4

Con el fin de demostrar el nivel inventivo del capítulo reivindicatorio, y basándome en lo mencionado en Instructivo de Examen de Forma y Fondo de Solicitudes de Patente de Invención y Modelo de Utilidad PI02-I06 del 23 de abril de 2023 y su anexo 1 (en adelante Guía de la SIC) sobre el Método Problema-Solución, a continuación, expongo como el arte previo citado por el Examinador no llevaría a la persona del oficio normalmente versada en la materia a la invención reclamada.

En este punto es preciso indicar una diferencia muy importante de la presente invención frente a D1, por lo cual no se puede considerar el documento más cercano, ya que su funcionamiento, propósito y problema a resolver nada tiene que ver con el de la presente invención, ya que D1 se enfoca en el siguiente problema “*Sin embargo, los humedales artificiales generalmente presentan problemas de obstrucción, lo que resulta en menores efectos del tratamiento, menor conductividad hidráulica, acumulación de agua superficial y reproducción de mosquitos y moscas, lo que se ha convertido en un importante cuello de botella que restringe la promoción y aplicación de esta tecnología. Se ha informado que las áreas con mayor obstrucción de humedales se encuentran cerca del sitio de distribución de agua, principalmente debido a la acumulación de limo y materia suspendida, crecimiento excesivo de biopelícula y disminución del oxígeno disuelto.* (Párr.0004).

(...)

Los métodos técnicos existentes pueden prevenir y resolver el problema de la obstrucción de los humedales hasta cierto punto, pero generalmente están destinados a prevenir y

retrasar la aparición de la obstrucción de los humedales, o como medida de recuperación después de la obstrucción de los humedales. Hay pocas tecnologías integrales que puedan prevenir la obstrucción de los humedales, extender la vida útil de los humedales, garantizar la cantidad y calidad del agua de tratamiento de los humedales y beneficiar la recuperación de la obstrucción. Además, a menudo requieren la construcción de estructuras adicionales, sistemas de tuberías o dispositivos, lo que aumenta el espacio del piso y tiene altos costos. No son económicos ni prácticos, y tienen un ámbito de aplicación relativamente limitado. (Párr. 0010).” (Pág. 1 línea 14 a Pág. 2 línea 5) -Negrilla fuera de texto-.

Por su parte, la presente invención proporciona un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento de lixiviados de vertederos con un sistema de retrolavado tanto en la dirección horizontal como vertical con tuberías de purga, con un medio de soporte donde se encuentra sembrada la especie vegetal y una zona cubierta para mejorar la eficiencia del tratamiento del lixiviado, adicional se relaciona con un procedimiento para tratamiento secundario o terciario de lixiviados de tratamiento mediante un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal.

Es así como, la Guía de la SIC detalla las características que se deben cumplir para el desarrollo del primer paso del Método Problema-Solución, que es identificar el estado de la técnica más cercano a la invención reivindicada, así: *“El estado de la técnica cercano es un documento que se encuentra en el mismo campo técnico que la invención, además, menciona una función, propósito, problema a resolver o actividad semejante y suele ser el que tiene más características en común con la invención”*, sin embargo, como se demostró en detalle en la Tabla 1, el documento D1 no se puede considerar el documento más cercano para la reivindicación independiente 1, ya que no revela tres de las características técnicas afectadas por el Examinador.

De acuerdo a lo anterior, se evidencia que el problema a resolver de D1 no se relaciona con el de la presente invención, demostrando aún más que no se puede considerar el documento más cercano.

No obstante, lo anterior, se observa que el análisis realizado por el Examinador, al segundo paso del Método Problema-Solución, el cual se enfoca en definir la diferencia entre la

invención definida en la reivindicación 1 y el documento D1, **no tuvo en cuenta todas las diferencias que se demostraron en la Tabla 1**, y solamente indicó como diferencia, lo siguiente: *“La diferencia entre la invención definida entre la reivindicación 4 y el sistema divulgado en D1, consiste en al menos una película geotextil no tejida de alto gramaje para dar la impermeabilidad que requiere el humedal y al menos una geomembrana para proteger el geotextil”*. Siendo claro, que el documento D1 no puede ser considerado el documento más cercano porque solo una de las características esenciales es revelada en este documento, tal como se demostró en la Tabla 1 de la presente respuesta.

Fundamentado en lo anterior, es claro que los siguientes pasos del Método Problema-Solución, aplicados por el Examinador, tampoco se realizaron de forma correcta, dado que no tuvo en cuenta todas las diferencias de la invención con respecto a D1, por lo tanto, están mal definidos el efecto técnico de las diferencias, el problema técnico y la solución del mismo, esta última supuestamente mencionada en D3.

Sin embargo, el Examinador no demostró de forma inequívoca cual sería la motivación de la persona medianamente versada en la materia para modificar o adaptar el documento D3 para resolver el problema técnico objetivo, si es claro que tanto el documento más cercano como el problema técnico son incorrectos.

Por lo tanto, el segundo documento que en este caso es D2 se centra *“El presente invento se refiere a un nuevo tipo de humedal construido para el tratamiento de aguas residuales especialmente municipales (...)”* (Pág. 5, Párr. 1). (...) *El objetivo del invento es proveer un humedal artificial de flujo subsuperficial, lo logra alta descontaminación del agua para reutilización, ofreciendo valor agregado de alta producción de biomasa también reutilizable y con opción de acoplar sistemas complementarios de biodigestores al humedal”* (Pág. 5, Párr. 3).

Ahora bien, con respecto a las características esenciales de la invención reveladas en D2 el Examinador indica que el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados se afecta con la divulgación *“Humedal artificial construido para el tratamiento de aguas residuales con flujo horizontal bajo*

superficie que comprende: (reiv. 1)”, sin embargo, el texto citado no indica que sean para tratar lixiviados de vertederos, por lo tanto, no es correcta la afectación.

El medio de soporte 38% de porosidad para garantizar una permeabilidad homogénea vertical y horizontalmente de esta forma se reduce la colmatación se afecta con la “*Un elemento de biomasa disperso (...) humus con mezcla de material vegetal biodegradable (...) mezcla de tierra roja (...) y humus. (reiv. 1, 9, 10)*”; en el texto citado no se indica la porosidad del medio de soporte, por lo cual la afectación no es correcta.

Una pluralidad de diques de contención para contener y limitar el flujo del lixiviado a tratar se afecta con el texto “*Diques de contención para contener el flujo del lixiviado. (reiv. 1)*”, y una pluralidad de tuberías internas de seguimiento y control del proceso de biorremediación se afecta con la divulgación: “*Tuberías de conducción de fluido para seguimiento y control. (reiv. 1, Fig. 1)*”, sin embargo, tal como se observa en la siguiente imagen de la reivindicación 1 se observa que no encuentran los textos citados por el Examinador, con lo cual está violando el derecho al debido proceso, ya que el Solicitante no puede debatir sobre esta afectación.

REIVINDICACIONES

1. Humedal artificial construido para el tratamiento de aguas residuales con flujo horizontal bajo superficie, que comprende:
 - Una zona de entrada de aguas residuales para tratamiento
 - Una zona de evacuación de aguas residuales ya tratadas para reutilización
 - Un área excavada a cierta profundidad y con cierta pendiente con un contorno particularmente rectangular contenedora del líquido residual en tratamiento
 - Un fondo de dicha área cubierto con una geomembrana sintética y una capa de arena sobre la misma
 - Un lecho filtrante de piedra de canto rodado
 - Una capa o malla filtrante de material sintético sobre dicho lecho de piedra
 - Un elemento de biomasa disperso en el contenido líquido, un manto vegetal flotante sobre la superficie del humedal y
 - Tuberías de entrada y salida del líquido hacia y desde el humedal
2. Humedal artificial conforme a la reivindicación 1 cuya zona de entrada o alimentación de aguas residuales comprende unas tuberías de toma en pendiente y perforadas en su superficie.

“[3.5] Para determinar el nivel inventivo de una solicitud de patente de invención, el Manual señala los siguientes criterios:

*(...) [b)] Al efectuar el análisis, el examinador **debe evitar cualquier tipo de subjetividad y no basarse en sus propias apreciaciones personales.** En tal sentido, el examinador tiene la carga de probar que la invención carece de nivel inventivo, considerando las diferencias entre la invención definida por las reivindicaciones y el estado de la técnica más cercano (...).”*

De acuerdo con lo anterior, se observa que el Examinador no aplicó el literal b) citado, ya que las supuestas diferencias de la presente invención con respecto al estado de la técnica realmente son diferentes a las indicadas por el Examinador.

También en la misma Interpretación Prejudicial se indica:

*“[c)] La búsqueda de información y/o **documentos técnicos considerados como antecedentes que se efectúa debe ser a posteriori,** tomando como referencia la misma invención reivindicada. Ello implica que **el examinador deberá hacer el esfuerzo intelectual de ponerse en el lugar que tuvo el técnico con conocimientos técnicos en la materia en un momento en que la invención no era conocida,** es decir, antes del desarrollo de la invención reivindicada.*

*[d)] **La invención reivindicada debe ser considerada en su conjunto.** Tratándose de una combinación de elementos, no se puede alegar que cada uno es obvio de manera aislada, pues la invención reivindicada puede estar en la relación (carácter técnico) entre ellos.”*-Negrilla fuera de texto-.

Frente a lo anterior, se observa que el Examinador no toma en cuenta lo mencionado en la Interpretación Prejudicial, dado que afecta con textos descontextualizados que nada tienen que ver con la característica comparada y presenta sus propias apreciaciones sobre las características que no se revelan en la descripción de los documentos para afectar la invención de una forma forzada, alejándose de una evaluación no subjetiva, que muy al contrario debe ser apoyada en la divulgación del estado de la técnica citado a **toda la invención como un todo y en el mismo campo de la invención.**

De acuerdo a lo anterior, el Examinador falla en indicar como la persona medianamente versada en la materia enfrentada al problema técnico objetivo de como diseñar un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento de lixiviados de vertederos con un sistema de retrolavado tanto en la dirección horizontal como vertical con tuberías de purga, con un medio de soporte donde se encuentra sembrada la especie vegetal y una zona cubierta para mejorar la eficiencia del tratamiento del lixiviado, estaría motivada a utilizar la divulgación de D3, si este está enfocado en otro problema técnico y su solución nada tiene que ver con el de la presente invención.

En conclusión, no se evidencia cual sería la motivación de la persona mediante versada en la materia para combinar la divulgación de D1 con D3, si estos documentos no tienen como objeto resolver el problema evidenciado por el Solicitante de la presente invención y, por lo tanto, no pueden proporcionar ninguna solución a este problema no reconocido.

De acuerdo con todo lo anterior, es claro que el Examinador ha realizado un análisis en retrospectiva ("*hindsight*" o "*a posteriori*"), ya que con el conocimiento previo de la solución al problema técnico trata de afectar el nivel inventivo de la invención, sin demostrar cual sería la motivación de la persona medianamente versada en la materia a partir de D1 y del problema técnico objetivo (bien redactado) en utilizar las divulgaciones de D2 para llegar a la materia de la invención. Por lo tanto, queda demostrado que contrario a lo indicado por el Examinador la invención de la reivindicación 4 no es obvia y **SI TIENE NIVEL INVENTIVO**.

De acuerdo a todo lo anterior, la reivindicación 4 es nueva e inventiva frente al estado de la técnica D1 y D3.

- Las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1 afectadas tampoco están reveladas en D3, de acuerdo al siguiente análisis:

Reivindicación 3: (...) tiene una inclinación entre 1° a 6° entre la entrada del afluente y la salida del efluente. Entonces, el Examinador lo afecta así: "*D3 menciona que la pendiente de construcción es del 1% (reiv. 11)*". El texto anterior, no indica que la inclinación sea en grados sino en porcentaje, lo cual es totalmente diferente, es así que 1°=1,74% mientras

que 6°=10,5%. El Examinador se extralimita en sus funciones, y hace un análisis subjetivo para afectar esta reivindicación.

Reivindicación 5: (...) al inicio y al final la sección del humedal se tiene una zona de amortiguación conformada por un medio filtrante y tiene sus respectivos baffles que separan el medio de soporte de esta zona de amortiguación. Entonces, el Examinador lo afecta así: *“Comprende además una caja de regulación de nivel (27) (Pág. 8, Párr. 1)”*. El texto anterior, no indica zona de amortiguación conformada por un medio filtrante y tiene sus respectivos baffles que separan el medio de soporte de esta zona de amortiguación. El Examinador se extralimita en sus funciones, y hace un análisis subjetivo para afectar esta reivindicación.

Reivindicación 7: (...) caracterizado porque tiene dos secciones una con la cubierta de polisombra del 50% y otra sin la cubierta. Entonces, el Examinador lo afecta así: *“Cabe mencionar que una persona normalmente versada en la materia conoce la inclusión de cubiertas en sistemas de humedales artificiales para proteger las especies vegetales de los efectos de las variaciones climáticas”*. El texto anterior, no se indica que hay una cubierta con una polisombra de 50%, la cual cumple funciones clave como evitar el recalentamiento excesivo durante el día y mantener temperaturas más estables durante la noche en invernaderos. Además, sigue bloqueando una parte significativa de los rayos UV perjudiciales. El Examinador se extralimita en sus funciones, y hace un análisis subjetivo para afectar esta reivindicación.

Otro error grave es la conclusión sobre las reivindicaciones dependientes de la reivindicación independiente 7, 8 y 10 realizada por el Examinador, así *“la inclusión de cubiertas en sistemas de humedales artificiales para proteger las especies vegetales de los efectos de las variaciones climáticas, por lo cual, es una alternativa de selección que hace parte la habilidad de la persona normalmente versada en la materia y cuyo resultado no presenta un efecto técnico sorprendente que evidencie un salto cualitativo al estado de la técnica, y no hay una relación entre la diferencia y el efecto ya que D1 permite el mantenimiento del lecho o relleno de las capas mediante un sistema de retrolavado de operación simple y bajo costo (Resumen; reiv. 2), por lo tanto, no permite obtener un sistema más eficiente con el descrito al arte.”*, es errada, ya que es función del Examinador

demostrar frente al estado de la técnica que las características de las reivindicaciones dependientes no tienen nivel inventivo.

Contrario, a lo indicado por el Examinador si hay un efecto técnico inesperado en humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento de lixiviados de vertederos con un sistema de retrolavado tanto en la dirección horizontal como vertical con tuberías de purga, con un medio de soporte donde se encuentra sembrada la especie vegetal y una zona cubierta para mejorar la eficiencia del tratamiento del lixiviado, ya que en primera medida D1 no trata un lixiviado sino otros tipos de residuos, que pueden ser tratados de manera convencional, tal es así, que lograr el resultado de la presente invención, se sustenta, entre otras en lo que indica el documento D2 que menciona que las aguas residuales tóxicas y dañinas, tales como la de los lixiviados pueden causar directamente envenenamiento y muerte de plantas de los humedales, y que es por esto que se necesitan un dispositivo de tratamiento químico antes de ingresar al humedal, lo cual no es necesario en la presente invención, que logra obtener porcentajes de remoción en algunas variables de más del 95% (Ver figura 10C), resultado que no lo divulga ninguno de los documentos del estado de la técnica, demostrando así el aporte de la presente invención al estado de la técnica.



Entonces, dado que no se demostró la afectación particular a las reivindicaciones dependientes tanto por novedad como por nivel inventivo, y teniendo en cuenta que la afectación por novedad a la reivindicación independiente 1 y 11 fue errada, también la afectación a las reivindicaciones dependientes de ellas es errada.

Teniendo en cuenta que las reivindicaciones 2 a 10 son dependientes de la reivindicación 1, entonces, éstas también son nuevas y tienen nivel inventivo frente a los documentos D1 y D3, tal como se demostró en todo este documento.

Por su parte, el procedimiento para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos mediante un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal es nuevo e inventivo frente al estado de la técnica D2.

Tal como se ha evidenciado el examen de fondo presenta varias inconsistencias y errores, se solicita al Examinador que responda a cada uno de los argumentos presentados para no violar el derecho al debido proceso que tienen los Solicitantes.

6. PETICIÓN

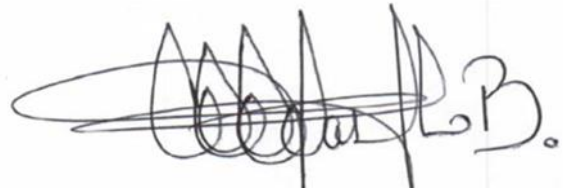
Por todo anterior, considero que las objeciones presentadas por el Examinador en su examen de fondo han sido resueltas y por consiguiente solicito respetuosamente que el Despacho tenga por cumplidos los requisitos de patentabilidad señalados en el artículo 14 de la Decisión 486 de la presente solicitud y proceda al otorgamiento de concesión a la presente invención.

7. ANEXOS

1. Capítulo reivindicatorio modificado conformado por once reivindicaciones.
2. Capítulo descriptivo corregido.
3. Figura 7 corregida.

En la fecha se cancelaron los derechos correspondientes a la modificación a las reivindicaciones, descripción y figuras.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'JCB.' with a large, stylized initial 'J' and a period at the end.

JERONIMO CASTILLO BONILLA
C.C. 79.462.057 de Bogotá
T.P. 104.167 del C.S.J.

REIVINDICACIONES

1. Un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos que comprende:

Al menos dos secciones (116, 117) que comprenden:

Un medio de soporte (105) que garantiza una permeabilidad homogénea vertical y horizontalmente reduciendo la colmatación;

Una pluralidad de diques (123) de contención para contener y limitar el flujo del lixiviado a tratar;

Una especie vegetal (120) con capacidad de transformar la carga orgánica y de minerales contaminantes en un sustrato;

Un sistema de retrolavado (125) configurado por una serie de tuberías de espigas de pescado ubicadas en dos niveles distintos para realizar el mantenimiento del humedal;

Una pluralidad de tuberías internas de seguimiento y control (110) del proceso de bioremediación;

donde al menos una sección (116, 117) tiene una cubierta (118) para mantener el crecimiento de la especie vegetal al estabilizar el ambiente y reducir los efectos de las variaciones climáticas.

2. El humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque la especie vegetal (120) sembrada es *Chrysopogon zizanioides*, comúnmente llamada vetiver.

3. El humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque tiene una inclinación entre 1° a 6° entre la entrada del afluente y la salida del efluente.

4. El humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque tiene al menos una película geotextil no tejida (114) de alto gramaje para dar la impermeabilidad que requiere el humedal y al menos una geomembrana (115) para proteger el geotextil (114).

5. El humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque al inicio y al final la sección del humedal se tiene una zona de amortiguación, conformada por un medio filtrante y tiene sus respectivos baffles que separan el medio de soporte de esta zona de amortiguación.

6. El humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque la cubierta es polisombra al 50%.

7. El humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque tiene al menos una sección (116, 117) con el tipo de siembra en surcos y al menos otra sección con el tipo de siembra en tresbolillos o triangular.

8. El humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado porque el medio de soporte (105) tiene una porosidad del 38% y el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) tiene una conductividad hidráulica $\leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s.

9. Un procedimiento para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos mediante un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) que comprende las siguientes etapas:

- a) Proveer un caudal del lixiviado de un vertedero de un tratamiento primario (201);
- b) Ingresar el caudal del lixiviado a la zona de amortiguación (103) (202);
- c) Ingresar el caudal del lixiviado amortiguado a cada una de las secciones del medio de soporte sembrado con una especie vegetal (203), donde al menos una sección (116, 117) tiene una cubierta (118) de polisombra al 50%;
- d) Absorber, aprovechar y transformar la carga orgánica y contaminante del lixiviado amortiguado por parte de la especie vegetal (120) en su sustrato de alimento (204);
- e) Podar la especie vegetal entre seis a tres meses para garantizar que la especie

vegetal mantenga su continuo crecimiento y la remoción de la mayor carga de contaminantes del lixiviado durante su etapa de crecimiento (205);

- f) Hacer fluir el lixiviado por todo el humedal por el tiempo de residencia entre 3 a 7 días, en el cual los parámetros ambientales establecidos permiten drenar el líquido tratado (206).

10. El procedimiento para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos mediante un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) de la reivindicación 9 caracterizado porque la especie vegetal (120) es la denominada vertiver la cual tiene la capacidad de enraizar el doble de su tamaño y normalmente alcanza una altura de 120 metros.

11. El procedimiento para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos mediante un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) de la reivindicación 9 caracterizado porque las cargas máximas de DQO son 6000 mg/l y de cloruros 1500 mg/l.

HUMEDAL ARTIFICIAL TIPO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL Y PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO SECUNDARIO O TERCARIO DE LIXIVIADOS DE VERTEDEROS

5

CAMPO DE LA INVENCION

El campo de la invención se relaciona con el tratamiento de efluentes de residuos ordinarios de vertederos y, más específicamente, los lixiviados generados en el proceso de degradación de los residuos. Particularmente, la presente divulgación se refiere al tratamiento de los
10 lixiviados de vertederos por medio de tratamiento biológico por medio de plantas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En los últimos años, un número creciente de comunidades ha pasado del tradicional vertedero
15 comunitario abierto para la eliminación de basura al llamado sistema de “relleno sanitario”. Aunque la mayoría de leyes ambientales requieren una zona de amortiguamiento entre los desechos y el nivel freático alto, la experiencia ha demostrado que los rellenos sanitarios normalmente producen un desecho o lixiviado fluido muy contaminante, pero este lixiviado tiene una propensión a viajar distancias considerables desde su punto de origen. Esto ha
20 creado un problema de contaminación considerable que no puede eliminarse aumentando el grado de separación entre los desechos y el nivel freático alto.

Se ha propuesto utilizar revestimientos impermeables para atrapar y tratar los lixiviados y tratar los lixiviados como sistemas convencionales. Dado que los lixiviados son mucho más
25 tóxicos que las aguas residuales sin tratar convencionales, muchas comunidades se resisten a agregar los lixiviados a la planta local de tratamiento de aguas residuales. Esta toxicidad se debe, en parte, a la presencia de la alta demanda química de oxígeno y la presencia de metales pesados. También se debe a la alta demanda bioquímica de oxígeno que es un valor obtenido de una prueba de cinco días de una manera bien conocida en la técnica y que se expresa como
30 "BOD5 mg/L" (miligramos por litro). La DBO5 de las aguas residuales sin tratar es de aproximadamente 300 mg/L, mientras que la de los lixiviados de desechos puede alcanzar

los 30 000 mg/l dado que, las plantas de tratamiento de aguas residuales convencionales no están diseñadas para tratar efluentes de tan alta toxicidad.

Además, los contaminantes de lixiviados a menudo incluyen materiales tales como bacterias patógenas, virus, pesticidas, lodos industriales y de aguas residuales, sedimentos, solventes, tales como el ácido acético y el ácido propiónico representan el mayor porcentaje de los metabolitos totales producidos. Debido a la fuerte naturaleza reductora de estos subproductos orgánicos, los metales pesados y otras composiciones se vuelven catiónicos y fácilmente móviles. Esta asociación de ácidos orgánicos y materiales inorgánicos se ha denominado tradicionalmente lixiviado de vertedero.

En el 2001 (Giraldo E), definió que los lixiviados son líquidos que se desprenden de los rellenos sanitarios por efecto de la lluvia y de la humedad contenida en los residuos sólidos. Posteriormente, en el año 2004 (Romero, J) mencionó que la principal característica de los lixiviados, son sus elevados contenidos de materia orgánica definida por medio de dos características, tomadas de la química de las aguas residuales domésticas “Demanda química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno”. En cuanto a las alternativas de tratamiento de Lixiviados, en el 2008 (Corena, M) indicó que la elevada concentración de metales (Hierro, calcio, magnesio) puede generar incrustaciones que taponan equipos, membranas, accesorios y, en presencia de alta materia orgánica producir agentes acomplejantes que inciden en la remoción tanto de metales como de materia orgánica; Por esta razón, la selección de un sistema de tratamiento de lixiviados, es una actividad de alta responsabilidad por la inversión que se necesita realizar y por los riesgos ambientales la calidad del efluente que, por regla general se dispone, en fuente hídricas.

En el estado de la técnica se han planteado diferentes soluciones para tratar los lixiviados de vertederos. Es así como la patente US4995969 describe un sistema de filtro vivo biológico para el tratamiento de lixiviados de vertederos sanitarios que comprende una cuenca de tratamiento que está revestida con un material impermeable al agua y llena con un medio de tratamiento enriquecido orgánicamente que es conductivo para mantener una población de microorganismos. El sistema también incluye plantas tolerantes a los lixiviados que crecen

en el medio de tratamiento y medios de control de flujo para los lixiviados. Este sistema necesita un medio de tratamiento enriquecido orgánicamente que comprende tierra y/o turba lo que hace que su implementación inicial sea costosa.

5 La patente US6811700 describe unos sistemas de tratamiento de aguas residuales que tienen una pluralidad de módulos de tratamiento entre la entrada y la salida, cada uno para tratar el agua con un proceso seleccionado. El afluente se dirige a un reactor de película fija, luego, el agua fluye hacia un reactor hidropónico, en el que las plantas acuáticas se suspenden sobre el líquido para lograr el tratamiento de la zona de raíces acuáticas. Un dispositivo de filtración
10 elimina los sólidos suspendidos restantes después del reactor hidropónico. El reciclaje puede ocurrir en el reactor de película fija para mejorar la eliminación de nitrógeno de uno o ambos del reactor hidropónico y el dispositivo de filtración. Este sistema tiene la desventaja que su capacidad de tratamiento depende de que en cada uno de los equipos que componen el sistema funcione de la forma más eficiente y si alguno falla hace que todo el sistema colapse.

15

La patente CN209835764 divulga un sistema mejorado de humedal artificial de flujo subterráneo horizontal comprende un estanque de humedal, en el que un lado del estanque de humedal está provisto de un canal de distribución de agua, el otro lado opuesto del estanque de humedal está provisto de un canal de recolección de agua, el fondo del estanque
20 de humedal está provista secuencialmente con una membrana impermeable, una capa de grava y una capa de arena de abajo hacia arriba, una primera tablilla, una segunda tablilla y una tercera tablilla están dispuestas secuencial y verticalmente en la dirección desde el canal de distribución de agua hasta el canal de recolección de agua en la piscina del humedal. Este sistema tiene el inconveniente que presenta zonas muertas donde se acumulan lodos y sólidos
25 que hacen que no sea homogénea el flujo del agua tratada, reduciendo la eficiencia del sistema y que sea difícil luego limpiar estas zonas colmatadas.

De acuerdo a lo anterior, se concluye que las soluciones propuestas en el estado de la técnica para tratar los lixiviados de los vertederos no han tenido en cuenta cómo evitar la colmatación
30 del medio de soporte, cómo lograr el acceso fácil a las zonas colmatadas para hacer el mantenimiento correctivo, sin sacrificar la eficiencia en el tratamiento del lixiviado.

De acuerdo a lo anterior, se evidencia que existe la necesidad de diseñar un sistema de tratamiento de lixiviados de vertederos con un flujo horizontal subsuperficial como tratamiento secundario o terciario que permita el mantenimiento preventivo y correctivo ante la colmatación del medio de soporte para garantizar la remoción constante sin necesidad de

5 parar el tratamiento y su configuración y elementos permitan la eficiencia continua en el tratamiento del lixiviado, además de incluir elementos que aumenten la eficiencia en el tratamiento de la carga contaminante del afluente.

El objeto de la presente invención es proporcionar un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento de lixiviados de vertederos con un sistema de retrolavado tanto

10 en la dirección horizontal como vertical con tuberías de purga, con un medio de soporte donde se encuentra sembrada la especie vegetal y una zona cubierta para mejorar la eficiencia del tratamiento del lixiviado, adicional se relaciona con un procedimiento para tratamiento secundario o terciario de lixiviados de tratamiento mediante un humedal artificial tipo

15 subsuperficial horizontal.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el

20 tratamiento secundario o terciario del lixiviado de un vertedero, conformado por un medio de soporte con 38% de porosidad; unos diques de contención; un sistema de retrolavado configurado por una serie de tuberías de espinas de pescado ubicadas en dos niveles; una especie vegetal sembrada; tuberías internas de seguimiento y control del proceso de biorremediación, donde el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal tiene una

25 conductividad hidráulica $\leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s.

Otro objeto de la invención hace referencia a un procedimiento para tratamiento secundario o terciario de lixiviados mediante un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal que comprende las siguientes etapas: a) Proveer un caudal del lixiviado de un vertedero de un

30 tratamiento primario; b) Ingresar el caudal del lixiviado a la zona de amortiguación; c) Ingresar el lixiviado amortiguado a la sección del medio de soporte sembrado con una especie

vegetal; d) Absorber, aprovechar y transformar la carga orgánica y contaminante del lixiviado amortiguado por parte de la especie vegetal que lo transforma en su sustrato de alimento; e) Podar la especie vegetal entre seis a tres meses para garantizar que la especie vegetal mantenga su continuo crecimiento y la remoción de la mayor carga de contaminantes del lixiviado durante su etapa de crecimiento; y, e) Hacer fluir lixiviado por todo el humedal por el tiempo de retención determinado para cumplir con los parámetros ambientales establecidos y drenar el líquido tratado en el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal.

Con esta invención se logra reducir la cantidad de cargas orgánicas, las cargas de algunos minerales y metales que contiene el lixiviado, dado que las plantas seleccionadas tienen la capacidad de absorber, aprovechar y transformar estos compuestos en residuos biodisponibles, logrando un efluente que cumpla con las reglamentaciones ambientales establecidas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para poner en claro adicionalmente las ventajas anteriores y otras características de la presente invención, y una descripción particular de la invención será presentada con referencia a las modalidades específicas de la misma que se ilustran en las figuras adjuntas. Se aprecia que estas figuras representan únicamente modalidades típicas de la invención y, por lo tanto, no se consideran limitantes de su alcance.

La figura 1 muestra las fotografías de las etapas de construcción del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal, de A) Descapote del área a intervenir; B) Construcción diques de contención; y C) Compactación y nivelación de la base del terreno.

La figura 2 muestra las fotografías de las etapas de construcción del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal, de A) Instalación del sistema de impermeabilización; B) Instalación del sistema de soporte; y C) Instalación puntos de monitoreo y línea de conducción de lixiviado tratado.

La figura 3 muestra las fotografías de las etapas de construcción del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal, de A) Instalación del sistema de retrolavado; B) Siembra y adaptación de material vegetal; y C) Cubrimiento con una cubierta de una sección 2 del humedal artificial.

5

La figura 4 es una vista frontal parcial del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento secundario o terciarios de lixiviados de vertederos.

La figura 5 es una vista frontal total del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento secundario o terciarios de lixiviados de vertederos.

10

La figura 6 es una vista lateral en la sección transversal del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento secundario o terciarios de lixiviados de vertederos.

15

La figura 7 una vista del isométrico de la sección 2 del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento secundario o terciarios de lixiviados de vertederos del sistema de ingreso del afluente y drenaje del efluente.

La figura 8 muestra los dos sistemas de siembra de la invención, donde A) Sistema de siembra por surcos y B) Sistema de siembra tresbolillos.

20

La figura 9 es un esquema no limitativo que muestra el procedimiento para tratamiento secundario o terciario de lixiviados mediante un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal.

25

La figura 10 muestra los resultados de remoción de la demanda química de oxígeno (DQO), la demanda biológica de oxígeno (DQO5), los sólidos totales suspendidos (SST) y los cloruros (Cl^-) de humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para A) Año 2019; B) Año 2020; y C) Año 2021.

30

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para tratamiento secundario o terciario de los lixiviados de vertederos que de acuerdo a su configuración con un medio de soporte con 38% de porosidad, unos diques de contención, una película geotextil no tejida de alto gramaje, una geomembrana de polietileno de alta densidad, un sistema de retrolavado tanto en la dirección horizontal como vertical con tuberías de purga, una especie vegetal sembrada, tuberías internas de seguimiento, una zona con una cubierta, un afluente o lixiviado y un efluente o agua tratada presenta una mejora en las variables estudiadas de demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DB O5), sólidos totales suspendidos (SST) y cloruros (Cl').

La presente invención se encuentra dentro de los tratamientos secundarios o terciarios para el tratamiento de los lixiviados generados en el relleno sanitario también llamados vertederos. Usualmente, el tratamiento de esta clase de residuo comprende un proceso de cuatro etapas:

- 1) La etapa de preacondicionamiento que está conformada el tratamiento físico, la homogeneización de cargas y el tanque de igualación; b) La etapa de acondicionamiento conformada por el tratamiento físico y biológico para lograr la retención de grasas (trampa de grasas), estimulación crecimiento microbiano (reactores RAP), la remoción de sólidos (sedimentadores primarios de 3 tolvas) y tanque de acondicionamiento (sistema de calentamiento, y tanque de aquietamiento y aislamiento del contacto con el aire); c) La etapa de tratamiento primario conformada por un tratamiento biológico y físico, tratamiento biológico (reactores EGSB) y sedimentación, y finalmente, c) La etapa de tratamiento de afino o tratamiento secundario donde ocurre el tratamiento por biorremediación natural por medio del humedal artificial de la presente invención.

Al sistema de tratamiento llega el lixiviado a través de un sistema de alcantarillado central, el cual recoge el lixiviado generado en las diferentes celdas de las zonas establecidas en el relleno sanitario o vertedero. Si bien las zonas de disposición poseen un número diferente de celdas, cada una de estas, posee dos salidas de lixiviados las cuales son controladas mediante válvulas, que permiten controlar el líquido contenido en las mismas. En caso de existir exceso

de líquido, el mismo puede ser desviado a las piscinas de almacenamiento temporal o emergencia dispuestas exclusivamente para el fin.

5 De otro lado, el paso del lixiviado del sistema de alcantarillado a la primera unidad de la planta de tratamiento, se efectúa por gravedad, mientras que el paso del mismo a las diferentes unidades de tratamiento se realiza a través de bombeo, para lo cual se cuenta con los equipos de bombeo requeridos para el fin y un respaldo de cada una de ellas.

10 La construcción del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento de lixiviados se inicia con el estudio de su localización, replanteo y seguimiento topográfico, descapote del área a intervenir, construcción de diques de contención, nivelación de la base del terreno, sistema de impermeabilización, instalación del medio de soporte, instalación de pozos de monitoreo, sistema de retrolavado, instalación de tubería de alimentación y salida del humedal, siembra de material vegetal y construcción línea de conducción de lixiviado
15 tratado.

La localización, replanteo y seguimiento topográfico se realiza mediante el levantamiento topográfico para determinar la cantidad de movimiento de tierra que se requiere para ejecutar las obras civiles. La anterior, información se ingresa para determinar el dimensionamiento
20 del proyecto, se establecen los niveles y necesidades de retiro o llenado de áreas con material arcilloso.

Haciendo referencia a la figura 1, se tiene que una vez referenciada la zona a construir, se realiza el levantamiento topográfico tal como se observa en la figura 1A, se retira la capa vegetal (descapote) de aproximadamente 0,10 metros de espesor. El material desechado es
25 empleado posteriormente en actividades de clausura del relleno sanitario.

Luego de realizar el descapote del área, se construye la cimentación del dique de contención como se muestra en la figura 1B, efectuando una excavación de 0,20 metros de profundidad
30 promedio, con un ancho de seis metros que equivale a la base del mismo, de esta manera se

conforma un anclaje entre el nuevo material que se dispondrá y el terreno existente, impidiendo o minimizando de esta forma su desplazamiento en sentido horizontal.

5 En la figura 1C se observa que después de la compactación del suelo de soporte de la base del dique, se dispone el material arcilloso requerido para la respectiva construcción de la estructura civil, de forma tal que las capas de material extendida mediante la utilización de un bulldozer, no excedan un espesor de 0,25 metros, hasta alcanzar las cotas establecidas en el diseño. El proceso de compactación se realiza mediante la utilización de un vibrocompactador garantizado una densidad de compactación mínima de 1,6 Ton/m³, con
10 una humedad no mayor al 20%.

Se continúa con la nivelación de la base del terreno, que incluye las actividades de nivelación y compactación mediante la utilización de una motoniveladora y vibrocompactador, a fin de asegurar las pendientes de diseño; es importante señalar que, de acuerdo a las características
15 de impermeabilidad de suelo, se debe evaluar si es o no necesario instalar capas de material arcilloso adicional. A nivel general la pendiente longitudinal de la base de la estructura contemplada en la fase de estudios y diseños corresponde al 2%.

El requisito mínimo de impermeabilización para el humedal artificial tipo subsuperficial
20 horizontal requiere una conductividad hidráulica $\leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s, que se obtiene mediante la instalación sobre la base del suelo compactado y el talud interno un geotextil (114) no tejido de 200 g/m² y cosido en sus respectivas juntas para garantizar un manto continuo entre la base del humedal, sobre este geotextil se instala una película de geomembrana (115) calibre 1,5mm referencia GM13, posteriormente se emplea geotextil no tejido de 400 g/m² sobre la
25 base del área y el talud interno del dique para proteger el geosintético que garantiza la impermeabilización del área de humedal, tal como se observa en la figura 2A y figura 6.

La superficie impermeabilizada con geomembrana debe estar libre de piedras, raíces y exceso de agua, para evitar su perforación. La unión de las tiras se realiza mediante un proceso
30 térmico denominado termosellado.

El medio de soporte a emplear en el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal es grava redondeada de diámetro de 2,54 cm (una pulgada) completamente limpia.

5 La instalación del medio de soporte se observa la figura 2B, el cual se realiza de forma mecánica contando con un equipo pequeño en llanta con el fin de no generar peso ni deterioro al sistema de impermeabilización previamente instalado.

10 En el inicio y al finalizar la sección del humedal se instala piedra de bola de 10,16 cm a 25,4 cm (4 a 10 pulgadas) aproximadamente de diámetro, área donde se instala las respectivas flautas de alimentación y salida del humedal.

15 Haciendo referencia la figura 2C, se observa que con el fin de realizar el debido seguimiento y control a lo largo del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal se instalan pozos de inspección, que consiste en un tubo prefabricado reforzado de 91, 44 cm (36 pulgadas) de diámetro al finalizar cada una de las secciones. Igualmente, por cada sección de humedal artificial tipo subsuperficial horizontal se instalan 14 puntos de inspección, distribuidos en el área, empleando tubería sanitaria tipo pesado de 15,24 cm (6 pulgadas), debidamente perforada.

20 Con el propósito de realizar el mantenimiento durante la operación del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal, se emplea una red de sistema de retrolavado (125) no mostrado, que consta de tubería de presión de 5,08 cm (2 pulgadas) de diámetro, ubicadas a diferentes alturas con relación a la capa de material de soporte.

25 La tubería para el retrolavado está distribuida en esquemas de espigas de pescado por cada sección del módulo del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal, a su vez se encuentran ubicadas en dos niveles distintos, con el propósito de garantizar el retrolavado en todo el medio de soporte, para una realización particular los esquemas de espina de pescado van de 7 a 15, preferiblemente entre 9 a 13 y más preferiblemente entre 10 a 12, esta
30 configuración permite que se realice el mantenimiento de purga en la dirección horizontal tanto como en la dirección vertical con tuberías de purga en estas dos direcciones.

Para la salida del sistema de humedal artificial tipo subsuperficial horizontal, se instalan al menos dos y máximo seis flautas por cada sección a diferentes alturas con relación a la capa de material de soporte, con tubería de 15,24 cm (6 pulgadas) perforada cada 15 cm y enterrada a diferentes profundidades

Luego, se procede con la siembra de la especie vegetal, que debe ser una especie vegetal con capacidad de transformar carga orgánica y minerales contaminantes en un sustrato para crecer. La presente invención se ha sembrado dentro toda el área de las dos secciones del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal una especie vegetal de estas características. De forma preferida la especie vegetal cultivada es el pasto vetiver.

Posteriormente se debe establecer como mínimo seis meses de proceso de adaptación la especie vegetal con adición de lixiviado de forma gradual hasta alcanzar que la especie vegetal crezca, se adapte y aproveche el 100% del lixiviado del vertedero por el humedal para crecer y enraizar.

Los lixiviados tratados o el efluente que son evacuados humedal artificial tipo subsuperficial horizontal son conducidos al pozo de bombeo del emisario, a través de tubería de polietileno de alta densidad de 200 mm de diámetro, controlado mediante la instalación de válvulas del mismo diámetro al inicio de la red de flujo.

Las etapas iniciales del tratamiento del lixiviado de vertedero tal como se ha indicado se desarrollan en las diferentes unidades que conforman el sistema de tratamiento de lixiviados finalizando con el tratamiento de afino natural o tratamiento secundario, mediante la implementación de un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal, siendo esta la última etapa de biorremediación.

Entonces, luego del paso del lixiviado por la unidad de tratamiento de sedimentadores, se realiza la alimentación del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal por la parte superior de la capa de material de soporte, mediante control de regulación de caudales por

medio de válvulas y un canal de entrega con distribución homogénea a lo ancho de la sección del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal, generando de esta manera un sistema con caída de espejo de agua.

- 5 Haciendo referencia a las figuras 4, 5 y 6 en las que se muestra el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) el afluente ingresa al canal de entrada (101) horizontal instalado a lo ancho del humedal debidamente nivelado, con el objetivo de garantizar una distribución homogénea del líquido, con la finalidad principal de disminuir la formación de caminos preferenciales, maximizando la eficiencia de la unidad de tratamiento. El flujo de
10 ingreso del lixiviado se controla mediante una válvula de entrada (102).

- Luego ingresa a la zona de amortiguación (103) de la entrada del afluente al humedal artificial tipo subsuperficial horizontal, que consiste en una franja de 1,5 metros de ancho con un medio filtrante de mayor diámetro tipo piedra de bola de 25,4 cm (10 pulgadas). Este filtro
15 funciona como amortiguador y retenedor de sólidos, así mismo está diseñado para facilitar la remoción de los sólidos, mediante lavado o recambio de la piedra bola, sin afectar el medio de soporte del cuerpo del humedal, dado que se cuenta con un bafle (106) que separa el medio filtrante (119) de 25,4 cm (10 pulgadas) con el medio de soporte (105) de 2,54 cm (una pulgada), esto con el propósito principal de optimizar el sistema del humedal evitando su
20 colmatación por presencia de sólidos.

- Luego el lixiviado pasa al cárcamo de rebose (104) y pasa al medio de soporte (105) donde se encuentra sembrado la especie vegetal (120), preferiblemente, la especie vegetal *Chrysopogon zizanioides*, comúnmente llamada vetiver.
25

- El medio de soporte (105) se caracteriza por ser homogéneo y garantizar una permeabilidad homogénea vertical y horizontalmente, de esta forma se reduce la colmatación del medio soporte del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal por diferencias de permeabilidad, y permite un flujo horizontal y vertical más homogéneo a largo de cada sección del humedal
30 artificial tipo subsuperficial horizontal.

En la figura 6 se observa la vista lateral del humedal un laminado de tres capas conformado una capa interna y exterior de geotextil (114) y una intermedia de geomembrana (115). También se observa que entre cada sección del humedal (116) y (117) hay un dique (123) que no permite que se mezclen los lixiviados que ingresan a cada sección. Además, se observan los pozos de inspección (110) por medio de los cuales se controla la calidad del tratamiento en cada zona, el nivel del medio (112) y el nivel de agua a tratar (113).

La sección del medio de soporte (105) tiene una profundidad inicial de 60 cm desde el medio soporte (105) a la base del humedal con una pendiente continua de un ángulo de 1° a 6° a lo largo de cada sección del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal y la lámina de lixiviado tiene un nivel de 10 cm por encima del medio de soporte, lo que le da la característica de ser subsuperficial, es decir, que se pueda caminar sobre su superficie, que la especie vegetal se planta en el medio de soporte (105) y el lixiviado entra en contacto con los rizomas y raíces (121) de la especie vegetal, que transfiere una pequeña cantidad de oxígeno al área de raíz para que las bacterias aeróbicas puedan colonizar el área y degradar la materia orgánica, por lo tanto, no tiene problemas de reproducción de mosquitos y no requiere energía eléctrica para su funcionamiento.

Entonces, mientras el lixiviado pasa a través del medio de soporte (105) la especie vegetal (120) absorbe y elimina las cargas orgánicas junto a otros contaminantes que puede absorber y bio-disponer.

En la presente invención se contemplaron dos formas diferentes de sembrado de la especie vegetal (120), en la sección 1 con la siembra denominada al tresbolillo y en la sección 2 denominada por surcos, dado que cada una tiene unas características diferenciadoras.

Haciendo referencia a la figura 8A, en la cual se muestra el tipo de siembra surcado o tipo surcos, donde la distribución y la densidad de la población de plantas es importante para el crecimiento de las mismas. El sembrado tipo surco o una variante es doble surco, permite aprovechar el espacio hasta un 44% comparados con otros métodos, consiste en sembrar cada

planta en dos surcos de forma alternada, en una realización preferida con una distancia de 20 cm entre cada planta al eje central y a 76.2 cm entre cada planta en el surco.

Por su parte la figura 8B, en la cual se muestra el tipo de siembra tresbolillo o de triángulo, donde cada tres plantas forman un triángulo equilátero, es decir, hay un ángulo de 60° entre cada vértice y todos los lados tiene la misma longitud, en el caso mostrado, se tiene que cada lado es de 25 cm. Así mismo, este tipo de siembra permite que cada planta pueda tener las horas de luz requeridas para su óptimo crecimiento y no se tapen unas con otras. Para realizar este tipo de siembra se emplea la siguiente fórmula

$$n = Su \text{ m}^2 / (d * d) * \text{Cos } 30^\circ$$

donde: n = número de plantas;

Su = superficie del campo, en metros cuadrados (m²).

d = distancia entre plantas, en metros (m), multiplicada por sí misma.

Coseno de 30° = es un coeficiente invariable.

La especie vegetal (120) seleccionada debe tener la capacidad de enraizar el doble de su tamaño y normalmente alcanzar una altura de 120 centímetros, para optimizar el funcionamiento del humedal artificial. También, es importante realizar podas programadas entre seis a tres meses de la especie vegetal para garantizar que siempre esté en la etapa de crecimiento que es cuando más nutrientes necesita y, por lo tanto, más eficiente es el funcionamiento del humedal.

La presente invención permite el retrolavado del medio de soporte (105), el cual debe ser entre dos meses, preferiblemente cada cuatro meses y más preferiblemente cada seis meses o de acuerdo a las necesidades de cada humedal, ya que, si hay una disminución en los valores evaluados del humedal, esto es una clara muestra que se debe realizar el paso de retrolavado.

Esta operación cumple la finalidad de reducir la formación de zonas de colmatación dentro del medio de soporte (105) del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal y evitar la formación de caminos preferenciales los cuales pueden afectar el desarrollo de la especie

vegetal y como consecuencia generar una reducción de la eficiencia en la remoción de cargas contaminantes.

5 Este sistema de retrolavado (125) no mostrado se realiza en diferentes profundidades del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal, dado que desde el sistema de construcción del mismo se instalaron tuberías en esquema espina de pescado con el fin de realizar retrolavado a toda el área del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal.

10 Para el drenaje del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal (100) se realiza por medio de una tubería tipo flauta (124) a lo ancho del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal con la finalidad de recolectar el líquido tratado de forma homogénea y disminuir la formación de caminos preferenciales, que se suele formar cuando se cuenta con un solo punto de drenaje a la salida del sistema de tratamiento, mejorando de esta manera su eficiencia y funcionalidad.

15 Haciendo referencia a la figura 7, en la que se muestra la tela polisombra, que es una malla de multifilamento fabricada en polipropileno, esta polisombra al 50% de sombrío, como cubierta (118) y a la figura 3C donde se muestra las dos secciones del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal, en la cual en una de ellas tiene la cubierta (118), la cual presenta
20 mayor eficiencia y mejor comportamiento de la especie vegetal, debido a que se mantiene la especie vegetal (120) en la etapa de crecimiento al estabilizar el ambiente y reducir los efectos de las variaciones climáticas, logrando aumentar y mantener estable el tiempo de crecimiento de la especie vegetal (120).

25 En una realización del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos este tiene dos secciones una con el tipo de siembra en surcos y la otra el tipo de siembra en tresbolillos o triangular.

30 En otra realización de la invención el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos este tiene dos secciones una

con la cubierta de polisombra del 50% y otra sin la cubierta cada una con el tipo de siembra en surcos.

5 En otra realización de la invención el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal para el tratamiento secundario o terciario de lixiviados de vertederos este tiene dos secciones una con la cubierta de polisombra del 50% y otra sin la cubierta cada una con el tipo de siembra en tresbolillos o triangular.

10 En una realización preferida la siembra de las especies vegetales por surcos y con la cubierta de polisombra del 50% hace que aumente la eficiencia del tratamiento que realiza mediante el humedal artificial al lixiviado, por lo que son mejoras que han permitido que el humedal artificial pueda ser implementado para tratamiento de lixiviados con muy buenos resultados.

15 Adicionalmente, cuenta con un sistema interno de tuberías tipo espina de pescado a diferentes profundidades, distancias y ubicaciones, tal como se muestra en la figura 3A, que permite garantizar el adecuado mantenimiento que requiere el humedal para evitar la colmatación de los sólidos.

20 Haciendo referencia a la figura 9 en la que se muestra las diferentes etapas del procedimiento para tratamiento secundario o terciario de lixiviados mediante un humedal superficial de tipo subsuperficial (200) que comprende la etapa de proveer un caudal del lixiviado de un vertedero de un tratamiento primario (201), el cual tiene una alta carga orgánica, sólidos totales suspendidos (SST) y cloruros.

25 En la etapa (202) se ingresar el caudal del lixiviado a la zona de amortiguación, donde se amortiguan y retienen los sólidos, así mismo está diseñado para facilitar la remoción de los sólidos, mediante lavado o recambio de la piedra bola, que compone este filtro.

30 El lixiviado amortiguado de la etapa anterior ingresa a la etapa (203) que consiste en ingresar a la sección del medio de soporte donde se encuentra la especie vegetal que es la que realiza la biorremediación.

En la etapa (204) se absorbe, aprovecha y transforma la carga orgánica y contaminante del lixiviado amortiguado por parte de la especie vegetal, que emplea estos contaminantes como sus sustratos de alimento para poder crecer y enraizar el medio de soporte.

5

La siguiente etapa es la (205) que consiste en podar la especie vegetal entre seis a tres meses para garantizar que la planta mantenga su continuo crecimiento y la remoción de la mayor carga de contaminantes del lixiviado durante su etapa de crecimiento. Este paso cumple la función de garantizar que se mantenga un comportamiento homogéneo en el tiempo de la eficiencia de remoción de las cargas contaminantes en el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal, dado que, el proceso de crecimiento de la especie vegetal es el que garantiza una mayor remoción de las cargas.

10

Finalmente, la etapa (206) consiste en hacer fluir el lixiviado por todo el humedal por el tiempo de retención determinado para cumplir con los parámetros ambientales establecidos y drenar el líquido tratado del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal.

15

Continuando con las figuras 5, 6 y 7 se tiene el líquido tratado pasa por el cárcamo de rebose de salida (107) para llegar a la caja de recolección del efluente (122) en el que encuentra el filtro final (119) con piedra de bola, la tubería tipo flauta y se conecta a la válvula de salida (111). En esta sección del humedal también se encuentra una manguera (109) que conecta la parte inferior de la sección del medio de soporte a la caja de recolección por si se llega a necesitar realizar una purga.

20

MEJOR FORMA DE REALIZAR INVENCION

A continuación, se presenta un ejemplo de realización de la presente invención, la cual no es limitativa del alcance de la misma.

5

Bioagropecuaria del Llano S.A. E.S.P. para el tratamiento de lixiviados, diseñó un humedal artificial tipo subsuperficial horizontal implementando e instalado en el Parque Ecológico Reciclante (PER) de la compañía, el cual recibe el caudal de los efluentes del sistema anaeróbico de alta tasa en funcionamiento en la actualidad, y permite el cumplimiento de los estándares de calidad que las normas vigentes exigen.

10

El sistema de tratamiento de lixiviados inicia por las etapas de pre-acondicionamiento, acondicionamiento, tratamiento primario y tratamiento de afino. Adicionalmente, se cuenta con dos (2) piscinas de emergencia o contingencia, cada una con capacidad de setecientos veinte metros cúbicos (720 m³).

15

El tratamiento primario cuenta con reactores EGSB diseñados para tratar un caudal máximo de 5 l/seg en dos sistemas paralelos; cada uno de ellos con capacidad máxima de tratamiento de 2,5 l/s, continuando con flujo del lixiviado hasta los sedimentadores secundarios de 3 tolvas, donde posteriormente pasa al tratamiento de afino con el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal, con un total de 5 días de tiempo de retención desde el ingreso del afluente al sistema de tratamiento hasta la salida de la última etapa del humedal artificial

20

El área establecida para la construcción del humedal artificial tipo subsuperficial horizontal corresponde aproximadamente a una hectárea, el humedal se encuentra dividido en dos secciones de las mismas dimensiones, sección 1 con un tipo de siembra tresbolillos y la sección con un tipo de siembra en surcos.

25

El humedal artificial tipo subsuperficial horizontal hace parte de la cuarta y última etapa del sistema de tratamiento de lixiviados de Bioagropecuaria del Llano S.A. E.S.P. Tiene una capacidad de operación de 5 l/seg de lixiviado, con un tiempo de retención promedio de 4

30

días. Se encuentra dividido en 2 secciones iguales (de 39,3 m x 83,5 m cada uno) está totalmente impermeabilizado, y se encuentra cubierto con una polisombra al 50% de sombrío en la sección 2.

- 5 En esta realización el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal funciona con una especie vegetal denominada vetiver, la cual tiene capacidad de enraizar el doble de su tamaño y normalmente alcanza una altura de 120 centímetros.

10 Se incluyen tuberías internas de seguimiento y otra tubería de purga para garantizar el mantenimiento por retrolavado que evite la acumulación de sólidos sectorizados que afecten el adecuado funcionamiento del mismo. Se tuvo en cuenta la distribución en surcos en la siembra de la especie vegetal. El humedal cuenta con un área inicial de choque que evita que el humedal artificial tipo subsuperficial horizontal se afecte por los cambios de cargas y está cubierto con polisombra al 50% que ayuda a aumentar el tiempo de crecimiento de la planta
15 vetiver.

El humedal artificial tipo subsuperficial horizontal tiene unas condiciones de operación, como máxima carga de DQO (6000 mg/l) y de cloruros (1500 mg/l), un área que se denomina área de impacto, la cual requiere mantenimiento de resiembra continua y cambio de especie
20 vegetal, adicional el humedal artificial requiere actividades de mantenimiento de poda de la especie vegetal seleccionada vetiver, esta poda se realiza cada tres meses para garantizar que la planta se mantenga en continuo crecimiento y de esta forma pueda remover la mayor cantidad de cargas contaminantes del lixiviado, durante su etapa de crecimiento.

- 25 El tiempo con un tiempo de residencia del lixiviado a tratar es de 3 a 7 días, dependiendo el caudal, al cabo de los cuales el lixiviado tratado es drenado y entregado a la corriente del Río Guatiquia.

30 RESULTADOS DE SEGUIMIENTO HUMEDAL ARTIFICIAL TIPO
SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL

A continuación, se muestran los resultados de la remoción de la mejora en las variables estudiadas para evaluar la eficiencia del humedal artificial así, demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DQO5), sólidos totales suspendidos (SST) y cloruros (Cl⁻).

5

Durante el año 2019 se logró un porcentaje de remoción de cargas contaminantes del 51,7% en la sección 1 y 51,6% en la sección 2, más específicamente en la figura 10A se observa que la demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DQO5), sólidos totales suspendidos (SST) fueron mejores para la sección 1 sembrada en triangulo o
10 tresbolillo la única variable que tuvo una mejor remoción en la sección 2 del humedal artificial fueron los cloruros (Cl⁻). En este año se evidencio que el humedal artificial perdía capacidad de remoción cuando las plantas alcanzaban su máximo tamaño y empezaban a envejecer, dado que, durante el 2019 se realizaron solo podas cada seis meses.

15 En el año 2020 se llevaron a cabo podas cada tres meses, que es el tiempo promedio de crecimiento de la planta después de la poda y adicionalmente se implementó la cobertura de la sección 2 del humedal artificial que tiene el tipo siembra en surcos con polisombra al 50%, para validar su contribución en la estabilidad del ambiente de las plantas y de esta forma garantizar un crecimiento más estable y por mayor tiempo y de esta manera evaluar su
20 comportamiento y hacer seguimiento a las eficiencias en los resultados de laboratorio.

Tal como se observa en la figura 10B, con estos ajustes para la sección 1 del humedal artificial que tiene el tipo siembra tresbolillo se logró evidenciar un aumento a un 76% de remoción de cargas contaminantes con aumentó de un 32% de la eficiencia en comparación el año
25 2019. Para la sección 2 se logró evidenciar un aumento a un 78% de remoción de cargas contaminantes con aumentó en un 33% de la eficiencia en comparación con el año 2019. No obstante, siguió el mismo comportamiento de mejores resultados en la sección 1 que en la sección 2 para todas las variables evaluadas menos para los cloruros (Cl⁻).

Para el año 2021 se evidenció un incremento en los sólidos suspendidos de las muestras de la salida del humedal artificial durante los primeros meses del año, por lo que se iniciaron los retrolavados en el mes de julio, con una programación inicial de dos retrolavados en el año.

- 5 Con esta actividad se logró aumentar el porcentaje de remoción de los sólidos suspendidos totales en un 2% promedio comparado con el año 2020. En general se evidenció una mayor eficiencia en la sección 2 del humedal artificial con 9% más de remoción de cargas contaminantes que la sección 1, esto se debe principalmente a la distribución de la especie vegetal de la sección 2 que le permite mayor oxigenación y segundo a la cobertura con
- 10 polisombra que le aporta mayor estabilidad ambiental y permite que tenga más tiempo de crecimiento, tal como se observa en la figura 10C.

FIGURA 7

