

**ANÁLISIS TEÓRICO DEL DESEMPEÑO Y DE LAS CARACTERÍSTICAS DE
CONSTRUCCIÓN DE HUMEDALES CONSTRUIDOS DE FLUJO
SUBSUPERFICIAL EN COLOMBIA**

JUAN NICOLAS CALVO SANCHEZ

**REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL.**



**UNIVERSIDAD CATOLICA DE MANIZALES
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA
INGENIERÍA AMBIENTAL**

MANIZALES

2021

**DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO:
ALEJANDRO RINCON SANTAMARIA**

**REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL.**



**MODALIDAD DE TRABAJO:
REVISION DE TEMA CIENTÍFICO**

AGRADECIMIENTOS.

Quiero agradecer a la Universidad Católica de Manizales y a todos sus docentes, por ayudarme en mi formación profesional y ética, por aportar sus conocimientos que hoy dan fruto de ello, Agradezco a la Clínica de la Presentación por permitirme realizar la práctica empresarial y así culminar mis estudios, también quiero agradecer en especial a mi tutor de trabajo de grado, Alejandro Rincón Santamaría por su apoyo en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA.

Este trabajo de grado, en primer lugar es dedicado a Dios, ya que sin el nada de esto hubiera sido posible, Las fuerzas y el deseo de continuar en los días más difíciles, Dios los hizo realidad, en segundo lugar agradezco a mis padres Sandra Marcela Sánchez y Juan Pablo Calvo, por apoyarme y siempre estar conmigo, a todos mis familiares por inculcarme buenos valores, a mi hermano Mateo Cardona por corregirme cuando cometía un error y a mis amigos que estuvieron durante todo este proceso y que siempre estuvieron apoyándome.

CONTENIDO.

1. Planteamiento del problema.....	Pág. 7,8.
2. Justificación.....	Pág.8.
3. Objetivos.....	Pág. 9.
3.1Objetivo General.....	Pág. 9.
3.2Objetivos Específicos.....	Pág. 9.
4. Marco Teórico.....	Pág. 9,11.
4.1.Vegetacion Apropriada.....	Págs.11,12,13,14.
4.2. Características.....	Págs. 14, 15,16.
4.3. Ventajas y Desventajas.....	Pág. 16.
5.Metodología y Resultados.....	17.
5.1.Resultados Primer Objetivo.....	17,18.
5.2. Tabla Especies de plantas, profundidad, lecho filtrante (Flujo Horizontal) Pags	19,
20.	
5.3Tabla Especies de plantas, profundidad, lecho filtrante (Flujo Vertical) Págs.	21,22.
5.4 Tabla (Remoción DBO-DQO).....	Págs22, 23.
5.5 Conclusiones Primer Objetivo.....	Págs. 23.
5.6Tabla Flujo Horizontal (Parámetros de caudales y cantidad de DBO en mg/L en el	
afluente y el efluente junto a su carga orgánica, según estudios realizados).....	Págs24,
25, 26,27.	
5.7Tabla Flujo Horizontal (Carga Hidráulica-DBO Efluente-DBOA fluente)...	Pág. 28.
5.8 Conclusiones Graficas flujo Horizontal.....	Pág. 31.

5.9. Tabla Flujo Vertical (Parámetros de caudales y cantidad de DBO en mg/L en el afluente y el efluente junto a su carga orgánica, según estudios realizados) Pags.32, 33,34.

5.10. 7Tabla Flujo Vertical (Carga Hidráulica-DBO Efluente-DBOA fluente) Pág. 35.

5.11. Tabla (DBO Efluente-Carga Orgánica Aplicada).....Pág. 35.

5.12. Conclusiones Flujo Vertical.....Pág. 38.

5.13.Referencias Bibliográficas.....Págs. 38,39,40,41.

-Fichas Bibliográficas (1-2-3).....Págs. 42-47.

Fichas Bibliográficas (4-5-6-7).....Pags.47-52.

Fichas Bibliográficas (8-9-10-11-12-13-14).....Págs. 53-62.

Fichas Bibliográficas (15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25).....Pags.66-82.

Fichas Bibliográficas (26-27-28-29-30-31-3-2-33-34-).....Pags.82-94.

Fichas Bibliográficas (35-36-37-38-39-40-41-42-43-44).....Págs. 95-105.

INDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1.....Pag13.

Ilustración 2.....Pág. 13.

Ilustración 3.....Pág. 14.

Ilustración 4.....Pág. 14.

Ilustración 5.....Pág. 16.

INDICE DE GRAFICAS:

Flujo Horizontal.

Grafica Numero 1.....Pag30.

Grafica Numero 1.....Pag31.

Grafica Numero 1.....Pag32.

Grafica Numero 1.....Pag32.

Flujo Vertical.

Grafica Numero 1.....Pag36.

Grafica Numero 1.....Pag37.

Grafica Numero 1.....Pag37.

Grafica Numero 1.....Pag38.

Grafica Numero 1.....Pag39.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En Colombia existe un amplio marco regulatorio para la contaminación de los ríos, se conoce que los ríos son corrientes de aguas naturales que desembocan en un lago, quebrada, en un afluente, arroyo, y finalmente en el mar. Son recursos naturales que representan el 2% de la superficie de agua dulce y con que la mayoría de las poblaciones cuentan para su abastecimiento, consumo, riego, transporte y comercio. Sin embargo la mayoría de ríos cuenta con una serie de contaminantes resultantes de actividades domésticas, o industriales, debido a la falta de tratamiento de estas aguas provenientes de actividades antrópicas. Los ríos están perdiendo cada vez más su calidad, allí entra la importancia de tratar las aguas contaminadas, ocasionando destrucción de ecosistemas, paisajes, pérdida de biodiversidad, eutrofización, desequilibrios ecológicos, inundaciones, escasez de agua, trastornos gastrointestinales, infecciones, enfermedades y muchos otros efectos sobre la salud.

Las aguas residuales deben ser tratadas para defender la salud pública y el medio ambiente. Si las aguas residuales no son tratadas y se vierten directamente a ríos, lagos o mares, es bastante probable introducir elementos de contaminación que acaben produciendo importantes daños ecológicos en el entorno ambiental y enfermedades de salud pública causada por virus y bacterias en las personas y comunidades que entren en contacto con esas aguas contaminadas. En especial cuando hablamos de las zonas rurales ya que son las personas más vulnerables y allí es donde se puede evidenciar casos donde hay problemas de salubridad.

Los métodos de tratamiento de aguas residuales tradicionalmente utilizados tienen un alto costo de construcción, operación y mantenimiento, por lo que se hace difícil su aplicación. Los humedales artificiales son construidos por el hombre de forma controlada, reproducen mecanismos de eliminación de contaminantes presentes en aguas residuales, que se dan de los humedales naturales mediante procesos físicos, biológicos y químicos. Pero de igual forma el proceso de humedales como todo proceso tiene sus respectivas desventajas ya que requiere una superficie mayor a comparación de los sistemas convencionales como es el caso de los lodos activados

Para la depuración de agua residual doméstica, los humedales construidos son más adecuados como tratamiento terciario que secundario, debido a sus grandes requerimientos de área. Para su correcto dimensionamiento, una opción es utilizar el concepto de carga orgánica aplicada y estudiar el efecto de la concentración en el flujo de entrada y la carga orgánica aplicada sobre la concentración efluente. Esto permite identificar límites de carga orgánica aplicada que logren ciertos niveles requeridos de concentración en el efluente.

Se han realizado estudios de depuración de agua residual doméstica usando humedales de flujo sub superficial en países tropicales, e incluso se han realizado recopilaciones de

resultados de desempeño y de características de operación. Pero en estos estudios no se analiza el efecto de la concentración en el flujo de entrada y la carga orgánica aplicada sobre la concentración efluente. Además, sería muy útil un estudio recopilatorio, de resultados de desempeño y características de operación, para Colombia. Esto permitiría verificar características de desempeño, operación y construcción como:

-Desempeño: nivel de remoción de materia orgánica (DBO y DQO).

-Operación: carga hidráulica y carga orgánica aplicada; y relación entre concentración efluente como función de concentración en afluente o de carga orgánica aplicada.

-Construcción: especie de planta utilizada, área, profundidad de capa de grava, número de pulsos.

Palabras Claves: Especies-Salubridad - Aguas Residuales – Desempeño – Proceso – Afluente - Efluente-Humedales subsuperficiales.

JUSTIFICACIÓN.

El propósito del trabajo de grado es dar a conocer por medio de una extensiva revisión bibliográfica de varios documentos basado en el análisis y comprensión de la lectura sobre el desempeño de los humedales de flujo subsuperficial. Es necesario indagar los diferentes datos para el adecuado diseño de ellos, identificando y analizando la eficiencia de depuración en el agua residual, así mismo la demanda de espacio o área para la implementación de los humedales como tratamientos de aguas residuales.

-Los resultados de este estudio contribuyen al correcto diseño de los humedales construidos para depuración de agua residual doméstica, en Colombia. Específicamente contribuyen en:

-La determinación de niveles de remoción alcanzados para diferentes valores de carga superficial aplicada, y para diferentes concentraciones en efluente.

-La definición de cargas aplicadas que den como resultado los valores requeridos de concentración en el flujo de salida, para Colombia.

Palabras Claves: Diseño de humedales – Depuración - Agua Residual – Remoción - Flujo-Diseño-Tratamiento de aguas residuales.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Evaluar teóricamente el desempeño y las características de construcción de humedales construidos de flujo subsuperficial en Colombia

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

-Identificar los parámetros de las características constructivas de mayor importancia: especie de planta, área y profundidad del lecho filtrante.

-Identificar la relación de la concentración de materia orgánica en el efluente como función de concentración y carga orgánica aplicada en el afluente.

MARCO TEÓRICO.

Humedales subsuperficiales.

Los sistemas de humedales se describen típicamente por la posición de la superficie del agua y el tipo de vegetación presente.

Un humedal artificial de flujo subsuperficial está diseñado específicamente para el tratamiento de algún tipo de agua residual, o su fase final de tratamiento, y está construido típicamente en forma de un lecho o canal que contiene un medio apropiado. En Estados Unidos y Europa la grava es el medio más utilizado, aunque también se ha utilizado roca triturada, arena y otro tipo de materiales del suelo. El medio se planta normalmente con los mismos tipos de vegetación emergentes presentes en las praderas inundadas y por diseño, el nivel del agua se mantiene por debajo de la superficie del medio. Las principales ventajas de mantener un nivel subsuperficial del agua son la prevención de mosquitos y olores y la eliminación del riesgo de que el público entre en contacto con el agua residual parcialmente tratada. En contraste, la superficie del agua en los pantanales naturales y en los humedales artificiales de flujo libre superficial.

Los humedales construidos no solo realizan depuración de aguas residuales, sino que También presentan otros beneficios ambientales: contribuyen a la creación y restauración de nichos ecológicos, aportan al mejoramiento paisajístico, propician el amortiguamiento de crecidas de ríos y otros cuerpos de agua superficial, y permiten la reutilización de agua residual para riego, entre otros (**Arias & Brix, 2003**).

La mejora en la calidad del agua en humedales naturales ha sido observada por científicos e ingenieros durante muchos años, y ha llevado al desarrollo de humedales artificiales para duplicar los ecosistemas, Se considera que las reacciones biológicas se deben a la actividad de los microorganismos adheridos a las superficies disponibles de sustrato sumergido, En el caso de los humedales de flujo subsuperficial los sustratos son las porciones sumergidas de las plantas, el afluente puede ser aireado por un torrente de entrada para respaldar los procesos que dependen del oxígeno, como la nitrificación y la reducción de DBO.

Los Humedales construidos (CWs por sus siglas en inglés) son tecnologías naturales de tratamiento de agua residual (**Rozkošný, Kriška, Šálek, Bodík, Istenič, 2014; Alianza por el Agua, 2008**). Su uso para tratamiento de aguas ha existido desde que se realiza la descarga de aguas residuales. Pero el diseño que dio inicio a los humedales construidos que se usan actualmente fue propuesto por Kathe Seidel, mediante unos estudios realizados en el Instituto Max-Planck, en los años cincuenta (**Brix, 1994**).

Los humedales construidos pueden ser usados para una gran variedad de aplicaciones, incluyendo (**Hoffmann et al., 2011; Zhang, Jinadasa, Gersberg, Liu, Tan & Ng, 2015; Wu,Zhang, Ngo, Guo, Hu, Liang, Fan, & Liu, 2015**):

- Tratamiento de agua residual municipal.
- Tratamiento de aguas residuales domésticas o aguas grises.
- Tratamiento terciario de efluentes de plantas convencionales de tratamiento de agua Residual.
- Tratamiento de agua residual industrial, por ejemplo lixiviado de relleno sanitario, Agua residual de refinería de petróleo, drenajes ácidos de minería, aguas residuales de La agricultura, efluentes de plantas de pasta de papel, efluentes de plantas de papel, Efluentes de plantas textiles.
- Deshidratación de lodos y mineralización de lodo fecal o lodo de tanques de sedimentación.
- Tratamiento y almacenamiento temporal de agua lluvia.
- **Tratamiento de agua de piscinas que no utilizan cloro.**

Los humedales construidos utilizan procesos naturales, pero son diseñados y construidos utilizando métodos y conocimientos de la ingeniería. De hecho, imitan a los humedales Naturales, utilizando plantas, suelo, y los microorganismos asociados a estos, para reducir

La presencia de contaminantes del agua residual (**Kivais, 2001**). Comprenden un lecho Puede ser de arena, grava o suelo (**Romero, 1999**).La principal limitación para la aplicación de los humedales construidos es la necesidad de Áreas grandes, y su aplicación para zonas urbanas es muy limitada por esta razón. En áreas Urbanas densamente pobladas,el espacio es escaso y costoso, mientras que en comunidades Pequeñas hay una mayor disponibilidad. Por tanto, los humedales construidos son más adecuados en comunidades pequeñas (**Hoffmann et al. 2011; Kivais, 2001**). Mientras que Para áreas urbanas densamente pobladas, se utilizan sistemas que ocupan menos área.

El tratamiento secundario generalmente usa aireación artificial (por ejemplo en el caso de lodos activados) y el tratamiento terciario generalmente es de tipo fisicoquímico (**AlianzaPor el Agua, 2008**).

Los humedales de flujo subsuperficial requieren más espacio que una planta de lodos Aireados pero menos que un sistema lagunar (**Albold, Wendland, Mihaylova, Ergunsel & Galt, 2011**).

Aunque el documento más completo para el diseño de humedales construidos de flujo subsuperficial horizontal es el de la USEPA (2000), este no es suficiente, puesto que otros documentos, como los citados en el presente texto, aportan otros datos muy importantes, que complementan la información del documento de la USEPA. Como un ejemplo está la recomendación de utilizar un gavión de 2m como zona de entrada para evitar el riesgo de obstrucción (**Hoffmann et al. 2011**).

Vegetación apropiada en climas tropicales.

Se dio a conocer la vegetación más utilizada para este tratamiento de aguas residuales, pero se realizó dependiendo el clima de algunas zonas de Colombia.

Primero se dio a conocer la vegetación en los climas tropicales ya que los humedales se dan a conocer principalmente en climas lluviosos o fríos, sin embargo el clima tropical al poseer una temperatura no tan baja ni tan alta son los lugares perfectos para la implementación de estos sistemas.

Ilustración 1.

Cyperus papyrus:

Esta planta tiene un gran uso decorativo, lo que la hace fácil de conseguir, pero tiene el problema que crece hasta tres metros de altura, tiende a formar una capa de materia.



Fuente: Google imágenes.

Ilustración 2.

Bambú:

El bambú permite la retención de desechos contaminantes el agua pasa a través del lecho sobre el que está plantado el bambú, allí se encuentran los microorganismos naturales que degradan la materia orgánica.



Fuente: Google imágenes

Ilustración 3.

Especie del género *Heliconia*:

Estas plantas son decorativas, existen muchas de su especie, son de fácil acceso, pero un factor que hay que tener en cuenta, es que algunas de estas especies son de sombra y otras son de condiciones de bastante luz solar.



Fuente: Google imágenes.

Ilustración 4.

***Chrysopogon zizanioides*:**

Las raíces parecen crecer menos en el tratamiento, tal vez debido al alto contenido de nutrientes, pero el crecimiento es suficiente para mantener las funciones del humedal de flujo vertical.



Fuente: Google imágenes.

La mejor opción para elegir la vegetación para sembrar en el humedal, es que esta sea nativa del lugar donde se piensa construir el humedal; esto con el fin de que la planta ya se encuentra aclimatada y adaptada a las circunstancias del entorno.

La implementación de un humedal podría variar dependiendo de la ubicación del humedal. Por lo general estos se caracterizan por poseer un clima lluvioso o frío, con temperaturas entre 25 o 30 grados centígrados.

-Características.

Temperatura o Clima:

Esto podría variar dependiendo la ubicación del humedal. Por lo general estos se caracterizan por poseer un clima lluvioso o frío, con temperaturas entre 25 o 30 grados centígrados.

Humedad:

La humedad indica la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Depende, en parte, de la temperatura, ya que el aire caliente contiene más humedad que el frío. En el caso de los humedales esta se manifiesta más ya que en la zona predomina el agua.

Radiación solar:

Se ha determinado científicamente por expertos químicos y botánicos que la incidencia de la radiación solar es otro de los factores que contribuyen al deterioro de los humedales, ríos, lagunas, entre otros.

Evaporación:

Esta no solo se encuentra en los humedales, sino que también en océanos y lagos. Se manifiesta debido a la influencia de la luz del sol sobre el agua produciendo el calentamiento de esta. Como resultado de esto se evapora y será transportada de nuevo a la atmósfera. Allí formará las nubes que con el tiempo causarán la precipitación devolviendo el agua otra vez a la tierra. La evaporación de los océanos es la clase más importante de evaporación.

-Según un estudio de (Kadlec y Wallace, 2008) se estimó que las pérdidas netas por evapotranspiración para un año de muestreo fueron del 23,25%. No obstante, no se puede ser concluyente en este tema considerando además que la zona de localización del sistema presenta valores medios anuales de precipitación de 2600 mm y de evapotranspiración de

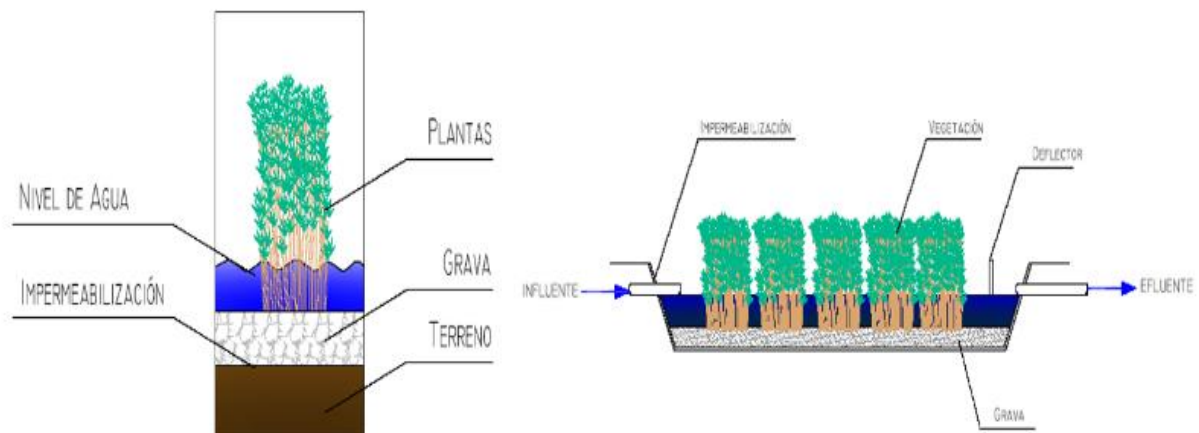
1080 mm, esto nos sirve para tener una idea acerca de los valores en futuros proyecto de humedales.

Precipitación:

La precipitación es uno de los eventos climáticos que no solo se encuentran en los humedales sino que también en aquellos espacios geográficos donde el transporte de agua hacia el interior de las nubes provoque el movimiento circular y que como resultado de la gravedad cae en la tierra condensada como agua. Este fenómeno se llama lluvia o precipitación

Profundidad del lecho filtrante: Según (Juan José Salas-02-07-2020) La vegetación que se emplea en este tipo de humedales es la misma que coloniza los humedales naturales: plantas acuáticas emergentes (carrizos, juncos, aneas, etc.), helófitos que se desarrollan en aguas poco profundas, arraigadas al subsuelo, y cuyos tallos y hojas emergen fuera del agua, pudiendo alcanzar alturas de 2-3 m. Este tipo de plantas toleran bien las condiciones de falta de oxígeno, que se producen en suelos encharcados, al contar con canales internos o zonas de aireación (aerénquima), que facilitan el paso del oxígeno desde las partes aéreas hasta la zona radicular. Asimismo, presentan una elevada productividad (50-70 toneladas de materia seca/ha. Año).

Ilustración 5.



En los Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial la circulación del agua es subterránea, a través de un medio granular (arena, gravilla, grava) de permeabilidad suficiente, y en contacto con los rizomas y raíces de las plantas. Este tipo de humedales se encuentran confinados en recintos impermeabilizados, que contienen al material soporte para el enraizamiento de la vegetación. La profundidad del sustrato filtrante en el punto medio del humedal es del orden de 0,6-1,0 m. Son instalaciones de menor tamaño que las de Flujo Superficial y, en la mayoría de los casos, se emplean como tratamiento secundario

de las Aguas residuales generadas en pequeños núcleos de población. A parte de la menor superficie requerida, este tipo de humedales.

-Según un estudio de (Kadlec y Wallace, 2008) se estimó que las pérdidas netas por evapotranspiración para un año de muestreo fueron del 23,25%. No obstante, no se puede ser concluyente en este tema considerando además que la zona de localización del sistema presenta valores medios anuales de precipitación de 2600 mm y de evapotranspiración de 1080 mm, esto nos sirve para tener una idea acerca de los valores en futuros proyecto de humedales.

Ventajas de los humedales de flujo subsuperficiales:

- Menor incidencia de malos olores, debido a la naturaleza subterránea del flujo de agua.
- Bajo riesgo de exposición directa de las personas y de aparición de insectos (mosquitos) gracias al flujo subterráneo.
- Protección térmica, debido a la acumulación de restos vegetales y al flujo subterráneo. Esta es una ventaja interesante en zonas de clima frío.

Desventajas de los humedales de flujo subsuperficial:

- Mayores costes de construcción por unidad de superficie debido, fundamentalmente, al material granular (costes de adquisición y colocación del sustrato).
- Riesgo de colmatación del lecho filtrante, especialmente en los de flujo horizontal.
- Menor valor como ecosistemas para la vida salvaje, debido a que el agua no es accesible a la fauna.

Palabras Clave: Fauna - Protección térmica - Flujo subterráneo – Plantas -Especies- Humedal artificial - Humedal de Flujo subsuperficial – Naturaleza - Lecho Filtrante- Rizomas – Grava - Arena Fina - Materia orgánica – Precipitación - Radiación solar- Evaporización –Temperatura – humedales – Deshidratación - Calidad del agua – Clima.

METODOLOGIA Y RESULTADOS.

Objetivo primero. Identificar los parámetros de las características constructivas de mayor importancia: especie de planta, área y profundidad del lecho filtrante.

-Se buscarán artículos científicos, tesis y demás documentos para la recolección de datos del tema de humedales con flujo subsuperficial, estudios realizados en Colombia para la depuración de las aguas residuales domésticas con las siguientes características:

-Énfasis en artículos de los últimos 5 años.

-Artículos en inglés (al menos la mitad).

-Búsqueda en google scholar y Scopus.

Objetivo Primero:

(Identificar los parámetros de las características constructivas de mayor importancia: especie de planta, área y profundidad del lecho filtrante).

Profundidad del sustrato:

1,0668 a 1,2192 metros de profundidad (Brix y Arias (2005).

Fondo grava 20 cm UN-Hábitat (2008).

Datos del lecho Filtrante.

Tabla Numero1. (Especies de plantas, profundidad, lecho filtrante).

Flujo Horizontal. (Especies de plantas, profundidad, lecho filtrante).

Especie de plantas	Profundidad Humedal (m)	Profundidad capas	Referencia
Scirpus	4,0	Grava 0,6(m)	<i>Carlos Arturo Arteaga Apráez Evangelina López Vásquez- Risaralda-2019-Colombia</i>

Phragmites australis	0,8	Grava D10 de 1,0 cm y una porosidad promedio de 50%	<i>Luz Adriana Londoño Cardona y Carolina Marín Vanegas-Pereira-2009-(Colombia)</i>
Juncos	0,6	Zona de entrada Grava de (40-80 mm)-Zona una y 2 grava de (20-30mm) Zona de salida (40-80 mm)	<i>Tatiana García botero-Bogotá 2005-(Colombia)</i>
Phragmites	0,6	Zona de entrada Grava de (40-80 mm)-Zona una y 2 grava de (20-30mm) Zona de salida (40-80 mm)	<i>Tatiana García botero-Bogotá 2005-(Colombia)</i>
Enea Typha	0,6	Zona de entrada Grava de (40-80 mm)-Zona una y 2 grava de (20-30mm) Zona de salida (40-80 mm)	<i>Tatiana García botero-Bogotá 2005-(Colombia)</i>
Phragmites australis	0,3	Grava de 5 cm, 2.5 cm y 1 cm	<i>Navarro, Amado E.; García, Yasmín; Vázquez, Antonio; Marrugo, José-2013-(Chile)</i>
Typha latifolia	0,3	Grava de 5 cm, 2.5 cm y 1 cm	<i>Navarro, Amado E.; García, Yasmín; Vázquez, Antonio; Marrugo, José-2013-(Chile)</i>

Se pudo observar que el rango de profundidad para humedales horizontales según los datos de la tabla anterior es de 0,3 (m) y 0,8(m).

Especies más utilizadas para Humedales Horizontales

Phragmites:

Es un género de plantas herbáceas perteneciente a la familia de las poáceas. Es un género cosmopolita. Comprende 87 especies descritas entre ellas, es conocida comúnmente como el Carrizo.

Typha:

Typha es el nombre de un taxón de plantas asignado a la categoría taxonómica de género, y en un estudio del 2003 era el único género de la familia Typhaceae.comunmente se llama Totorá.

Juncos:

Se conoce como junco a los miembros de la familia Juncaceae (las juncáceas), o a numerosas especies de plantas monocotiledóneas ligadas al agua o a zonas húmedas, de altura media (50 cm o más), casi siempre radicales y rizomatosas.

Tabla Numero 2. (Especies de plantas, profundidad, lecho filtrante).

Flujo Vertical.

Especie de plantas	Profundidad (m)	Área	Referencia
Typha spp. (Totorá)	0,6	10 a 12 mm, arena con tamaño promedio de 0.2 a 2 mm y gravilla con un tamaño entre 3 a 6 mm	<i>Oscar Javier Bernal López-Colombia-Bogotá-(2014).</i>
		10 a 12 mm, arena con	

Limnobium laevigatum (Buchón cucharita)	0,6	tamaño promedio de 0.2 a 2 mm y gravilla con un tamaño entre 3 a 6 mm	<i>Oscar Javier Bernal López-Colombia-Bogotá-(2014).</i>
Eichhornia crassipes (Jacinto de agua)	0,6	10 a 12 mm, arena con tamaño promedio de 0.2 a 2 mm y gravilla con un tamaño entre 3 a 6 mm	<i>Oscar Javier Bernal López-Colombia-Bogotá-(2014).</i>
Polygonum punctatum (Barbasco)	0,6	10 a 12 mm, arena con tamaño promedio de 0.2 a 2 mm y gravilla con un tamaño entre 3 a 6 mm	<i>Oscar Javier Bernal López-Colombia-Bogotá-(2014).</i>
Heliconia (sp)	0,75	Arena-20 pulso d¹(H1P-20p y H2 NP-20p) Arena-10 pulsos d¹(H3 (P-10p y H4 (NP - 10p)	<i>Laura Paredes Gilon-Pereira-2014-(Colombia)</i>

El rango de profundidad de la anterior tabla de humedales verticales es de 0,6(m) y de 0,75(m).

Para seleccionar las especies vegetales se debe tener en cuenta su adaptabilidad al clima local, capacidad de transporte de oxígeno, tolerancia a la concentración de contaminantes, capacidad asimiladora, resistencia a insectos y facilidad de manejo (**Fernández et al., 2003**).

Especies más utilizadas en Humedales Verticales:

Typha spp.

Typha es el nombre de un taxón de plantas asignado a la categoría taxonómica de género, y en un estudio del 2003 era el único género de la familia Typhaceae.comunmente se llama Totorá.

Heliconia (sp).

Es un género que agrupa más de 100 especies de plantas tropicales, originarias de Sudamérica, Centroamérica, las islas del Pacífico e Indonesia. Se les llama platanillo por sus hojas.

Tabla3. (Remoción de DBO y DQO)

Nombre planta	Temperatura	PH	DBO	DQO	Referencia
Jacinto de agua	15-30 Grados	6-8	70-86%	50%	(Torres et al., 2017)- (Colombia)
Papiro	10-25 Grados	6-8	91%	70%	(García y Corzo, 2009)(Colombia)

Papiro enano	10-25 Grados	4-8	91.8%	78%	<i>(Masache, 2016) (Colombia)</i>
Carrizo	20-24 Grados	2-8	88,5%	87%	<i>Roig,2016) (Colombia)</i>
Totora	25-35 Grados	6-8	82,03%	50%	<i>Jaramillo-Gallego ML, Agudelo-Cadavid RM, Peñuela-Mesa GA(2016)- (Colombia)</i>
Lechuga de agua	15-35 Grados	5-7	82%	60%	<i>Rincón y Millán-Bogotá(2013)- (Colombia)</i>

Las diferencias en eficiencia entre las especies de plantas de uno o más tipos de contaminantes sugieren que la selección de macrófitas tiene mucha importancia en el rendimiento de los humedales construidos, sin embargo, hay poca información respecto a la selección de especies para HFHSS, más aún en el ámbito local. Futuras investigaciones, podrían ir más allá de las comparaciones empíricas de eficiencias de remoción y efectuar estudios de biomasa radicular y aérea que permita indagar el nivel de correlación existente entre variables fisiológicas de las plantas con los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados en los efluentes. **(Brisson et al, 2009).**

-Las variables climatológicas deben ser consideradas de manera paralela y complementaria para este tipo de investigaciones dada la importancia de contar con balances hídricos al

interior de los sistemas de humedales construidos, mediante una adecuada instrumentación que permita inferir conclusiones relevantes respecto a este tema tan importante en el comportamiento de los sistemas de tratamiento.

CONCLUSIONES PRIMER OBJETIVO.

-Las especies más utilizadas en humedales de flujos horizontales y verticales son, Phragmites, Typha y Juncos.

-Para seleccionar las especies vegetales se debe tener en cuenta su adaptabilidad al clima local, capacidad de transporte de oxígeno, tolerancia a la concentración de contaminantes, capacidad asimiladora, resistencia a insectos y facilidad de manejo.

-El rango de profundidad de los humedales horizontales es de 0,3 m a 0,8 m (para los datos analizados).

-El rango de profundidad de los humedales verticales es de 0,6 m a 0,75 m (para los datos analizados).

OBJETIVO SEGUNDO.

(Identificar la relación de la concentración de materia orgánica en el efluente como función de concentración y carga orgánica aplicada en el afluente).

-Actividades segundo objetivo:

-La identificación y organización de datos de concentración de materia orgánica en afluente y efluente, caudal y área; y calcular la carga orgánica aplicada.

-Graficar la concentración de efluente como función de concentración afluente y carga aplicada.

-Identificar características y tendencias cualitativas de los datos; y valores de carga que dan lugar a concentraciones efluentes menores a 100 mg/L.

-Analizar la información y sacar conclusiones.

Tabla Numero 4.

(Parámetros de caudales y cantidad de DBO en mg/L en el afluente y el efluente junto a su carga orgánica, según estudios realizados).

Flujo Horizontal.

Área (m ²)	Caudal Promedio(L/d)	DBO Afluente(mg/L)	DBO Efluente(mg/L)	Carga Orgánica(g DBO/(m ² -d))	Referencia	Observación
0,08	1,44	268	67,8	403,2	<i>Rincón y Millán-Bogotá(2013)-(Colombia)</i>	
2	600	1049	525		<i>Leydi Carolina Gómez Ramírez y Jeyson Gonzalo Ramírez Echavarría (Colombia)2018</i>	El caudal estaba en m ³ /día y se pasó a L/día
3	170	134	57,5	2-7	<i>Tatiana García Botero(Colombia)(2005)</i>	Kg/ha/día. La carga orgánica

1,94	94	140	6,15	2385	LUZ ADRIANA LONDOÑO CARDONA CAROLINA MARÍN VANEGAS (Colombia) (2009)	
1,94	372	135	12	9325	LUZ ADRIANA LONDOÑO CARDONA CAROLINA MARÍN VANEGAS (Colombia) (2009)	
1,94	94	650	21	10307	LUZ ADRIANA LONDOÑO CARDONA CAROLINA MARÍN VANEGAS (Colombia) (2009)	

2,0	13564	70,86	58,3	4	<i>Carlos Arturo Arteaga Apráez Evangelina López Vásquez, Colombia (2019)</i>	El caudal estaba dado en L/Seg y se hizo un promedio de los caudales de la pag 33,35 y 37 y se obtuvo(0,157) y se pasó a L/Dia
3,15	182,56	94,9	83.0		<i>Laura Julieth Montero Zapata y Karen Julieth Salazar Zapata, Colombia-(2018)</i>	Prototipo HH4 El valor de entrada a HH4 es el valor de salida de HV2
14,84	800	322,1	152,6	35	<i>Leonardo Andrés Parra López-2018 (Chile)</i>	Se tomó la muestra 1 para afluente y la muestra 3 para efluente.

70	11232	48	25	6	<i>María de la Luz Merino Solís- México-(2017)</i>	TR1
70	7516	90	47	6	<i>María de la Luz Merino Solís- México-(2017)</i>	TR2
70	5529	100	38,3	6	<i>María de la Luz Merino Solís- México-(2017)</i>	TR3

Tabla 5. Realizada en EXCEL. (Carga Hidráulica -DBO Afluente- DBO Efluente).

Flujo Horizontal.

Carga Hidraulica [cm/d]	DBO Afluente (mg/L)	DBO Efluente (mg/L)
1,8	268	67,8
30	1884	440
5,666666667	134	57,5
4,845360825	140	6,15
19,17525773	135	12
4,845360825	650	21
678,2	70,86	58,3
5,795555556	94,9	83
5,39083558	322,1	152,6
16,04571429	48	25
10,73714286	90	47
7,898571429	100	38,3

(Autoría Propia)

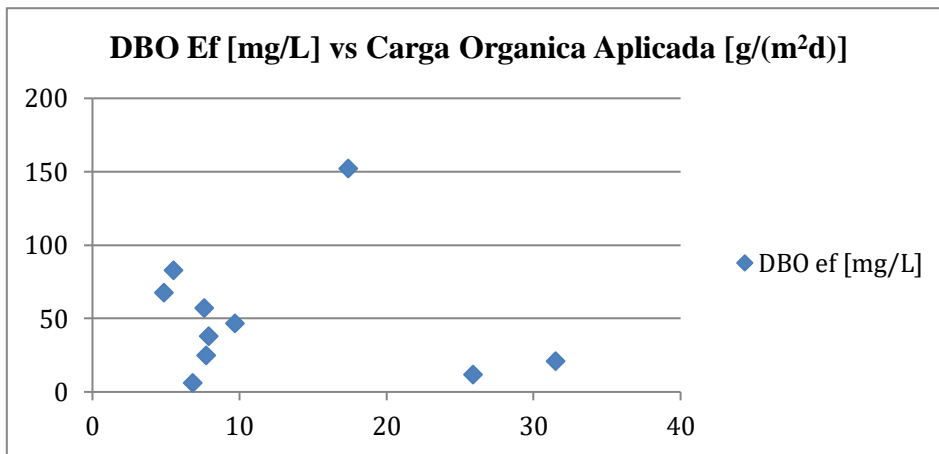
Tabla 6.

Realizada en EXCEL. (Carga Orgánica-DBO Efluente).Flujo Horizontal.

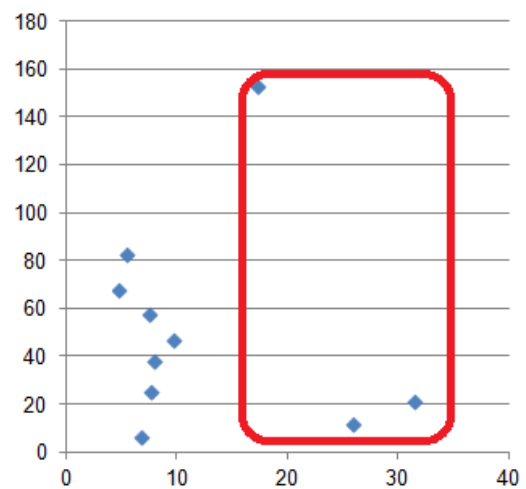
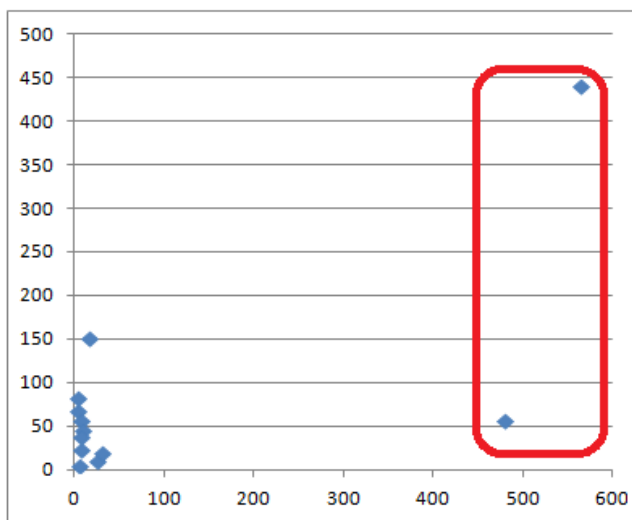
Carga Organica Aplicada (Q*DBO/A) [g/(m ² -d)]	DBO Efluente (mg/L)
4,824	67,8
565,2	440
7,593333333	57,5
6,783505155	6,15
25,88659794	12
31,49484536	21
480,57252	58,3
5,499982222	83
17,3638814	152,6
7,701942857	25
9,663428571	47
7,898571429	38,3


Grafica Numero1.

Gráficas DBO_{efluente} [mg/L] vs Carga orgánica aplicada [g/ (m²d)], para humedales de flujo horizontal.

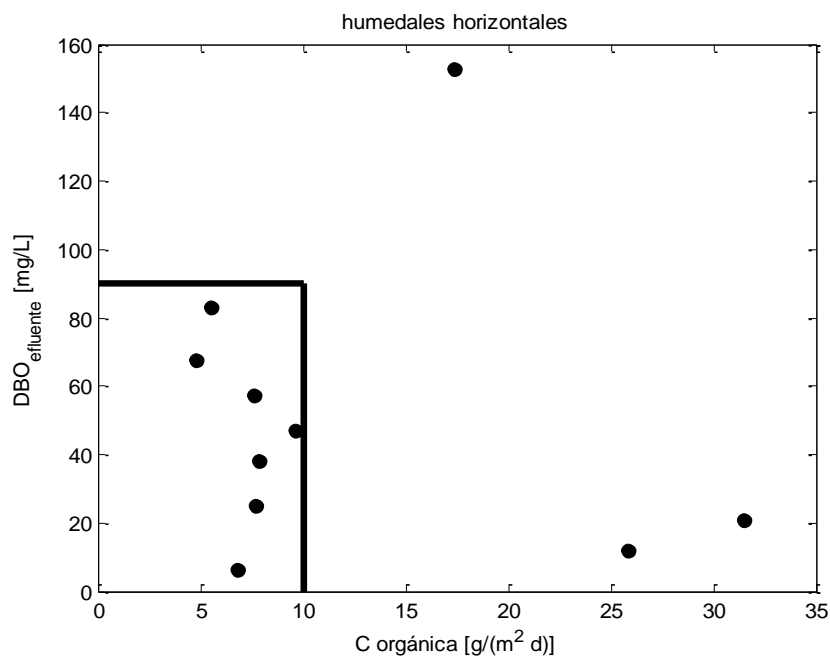


(Autoría Propia)



 supera criterio de carga orgánica de 13 g/(m²-d)

Grafica Numero 2.



(Autoría Propia).

Conclusiones de gráficas DBO efluente Vs Carga Orgánica aplicada

En estas gráficas se puede observar que:

-No hay una tendencia clara de la dependencia del DBO efluente en términos de la Carga orgánica aplicada,

-Se obtiene DBO efluente menor a 100 mg/L para carga orgánica aplicada menor a 10 gDBO/(m²día).

-Varios humedales, no cumplen el lineamiento de carga orgánica aplicada de 13 g DBO/(m²d) de Kivais (2001).

-USEPA (2000) recomienda usar carga menor a 6 gDBO/(m²día) para obtener efluente con DBO₅≤30mg/L. En los humedales estudiados no se cumple (no se obtiene esta DBO).

Conclusiones de gráficas DBO efluente Vs Carga hidráulica

-No hay una dependencia clara de DBO efluente con respecto a carga hidráulica.

-Un dato sobrepasa (incumple) el lineamiento de CH de 20 cm/d dado por Vymazal et al (1998).

Flujo Vertical.

Tabla Numero 5.

Area (m ²)	Caudal Promedio(L/d)	DBO Afluente(mg/L)	DBO Efluente(mg/L)	Carga Orgánica(g DBO/(m ² -d)	Referencia	Observación
1,1	166	217	4,3	32,8	<i>Paredes (2014) Pereira- (Colombia)</i>	Unidad H1
0,75	325	719,53	572,6	-	<i>Oscar Javier Bernal López Colombia (2014)</i>	El caudal se halló en M3/Día y se pasó a Litro/Día
3,42	181,44	182,8	116,7	-	<i>Laura Julieth Montero Zapata y Karen Julieth Salazar Zapata, Colombia- (2018)</i>	Prototipo 1 (HV1)

3,42	181,44	182,9	94,4	-	<p><i>Laura Julieth Montero Zapata y Karen Julieth Salazar Zapata, Colombia- (2018)</i></p>	<p>Prototipo 2 (HV2)</p> <p>Se multiplicó el largo por el ancho para obtener el área.</p>
1,69	181	116,7	84,1	-	<p><i>Laura Julieth Montero Zapata y Karen Julieth Salazar Zapata, Colombia- (2018)</i></p>	<p>Prototipo 3 (HV3)</p> <p>Se multiplico el largo por el ancho para obtener el área.</p> <p>El DBO de entrada a HV3 es el valor de salida de HV1</p>
1,1	154	217,07	106,38	15,83	<p><i>DAVID GONZALEZ RESTREPO- PEREIRA-</i></p>	H5

					2015	
1,1	154	217,07	100,51	14,54	DAVID GONZALEZ RESTREPO- PEREIRA- 2015	H6
1,1	154	217,07	127,3	18,21	DAVID GONZALEZ RESTREPO- PEREIRA- 2015	H7
1,1	154	217,07	122,06	17,88	DAVID GONZALEZ RESTREPO- PEREIRA- 2015	H8

Tabla Numero 6.

(Carga hidráulica-DBO afluente-DBO efluente); Flujo Vertical.

Carga Hidraulica [cm/d]	DBO Afluente (m g/L)	DBO Efluente (mg /L)
15,09090909	217	4,3
43,33333333	719,53	572,6
5,305263158	182,8	116,7
5,305263158	182,9	94,4
10,71005917	116,7	84,1
14	217,07	106,38
14	217,07	100,51
14	217,07	127,3
14	217,07	122,06

(Autoría Propia).

Tabla Numero 7.

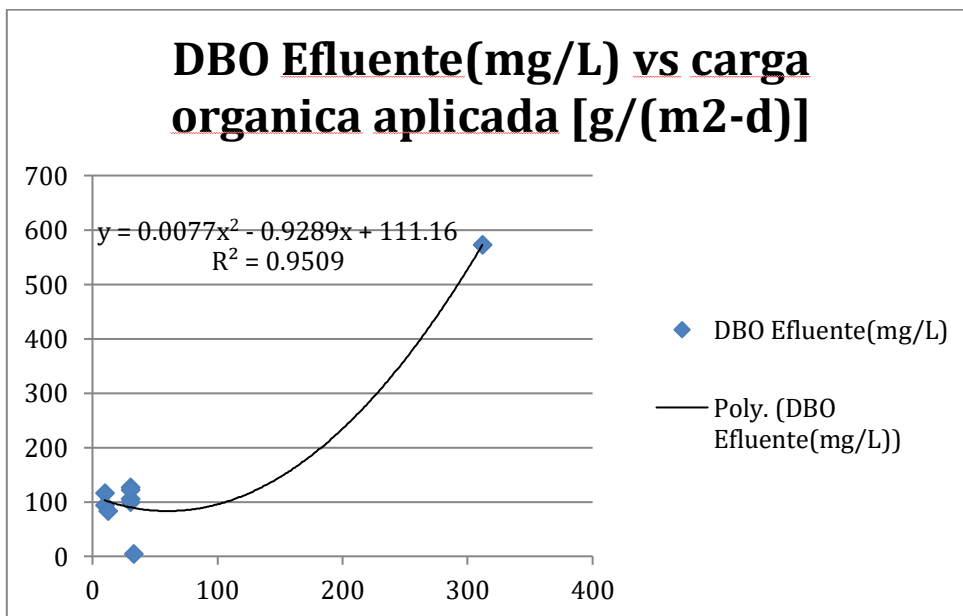
(Carga Orgánica-DBO efluente); Flujo Vertical.

Carga Organica Aplicada (Q*DBO/A) [g/(m2-d)]	DBO Efluente(mg /L)
32,74727273	4,3
311,7963333	572,6
9,698021053	116,7
9,703326316	94,4
12,49863905	84,1
30,3898	106,38
30,3898	100,51
30,3898	127,3
30,3898	122,06

(Autoría Propia).

Grafica Numero 5.

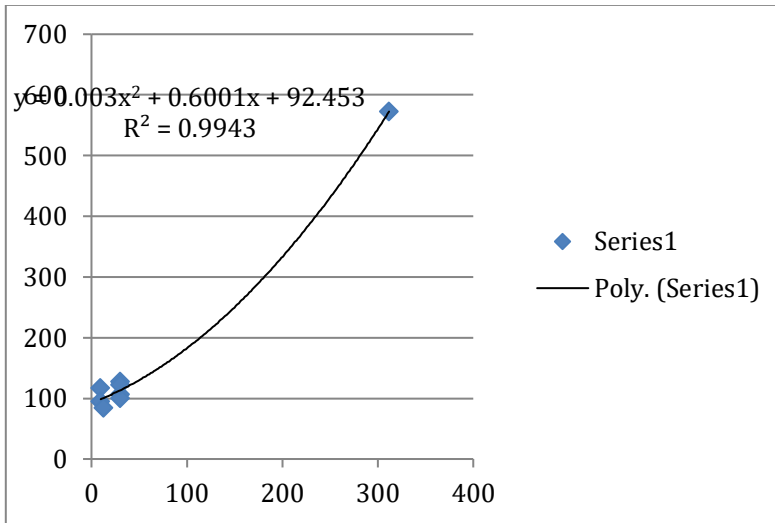
Gráficas DBO Efluente [mg/L] vs Carga Orgánica Aplicada [g/(m2-d)], Humedales De Flujo Vertical



(Autoria Propia)

Grafica Numero 6.

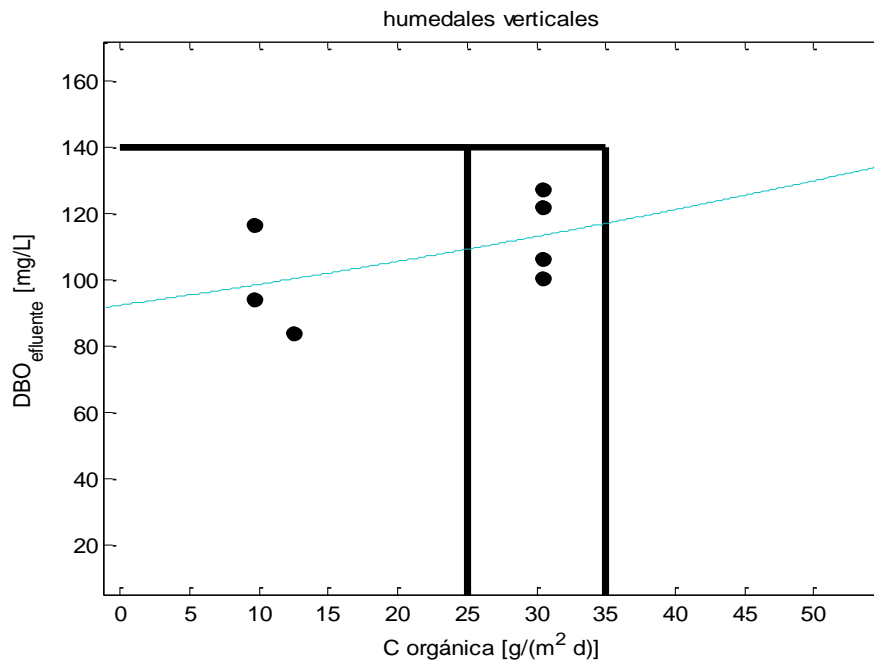
Gráfica eliminando dato extremo.



(Autoría Propia)

Grafica Numero 7.

Gráfica zoom, para cargas menores a 50 g/ (m2-d):



Conclusiones gráficas DBO efluente vs Carga Orgánica aplicada:

-Hay una tendencia del DBO efluente en términos de la carga orgánica aplicada.

-Según la línea ajustada, se obtiene un DBO efluente menor a 100 mg/L, para carga orgánica aplicada menor a 12 g/(m²día) aprox.

-Alguno datos, cumplen el lineamiento de carga orgánica aplicada de 25 g/(m²d) de Morel y Diener (2006) para evitar obstrucción; y otros cumplen el lineamiento de 35 g/(m²d) de Hoffmann et al. (2011).

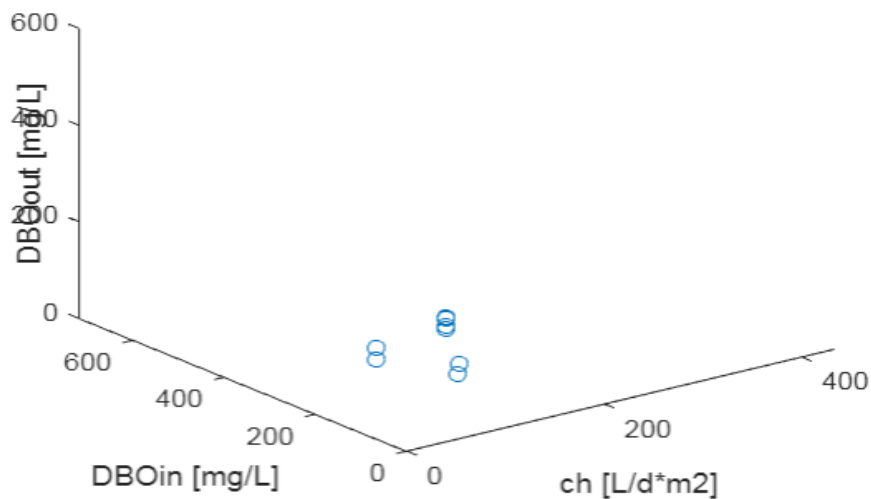
-Hay un dato de carga orgánica aplicada de 311.8 g/(m²día), que sobrepasa (incumple) ambos lineamientos.

-Garcia y Corso (2008) recomienda usar carga menor a 20-40 gDBO/(m²día) para obtener efluente con DBO₅ ≤ 30 mg/L . En los humedales estudiados no se cumple (no se obtiene esta DBO).

Grafica Numero 8.

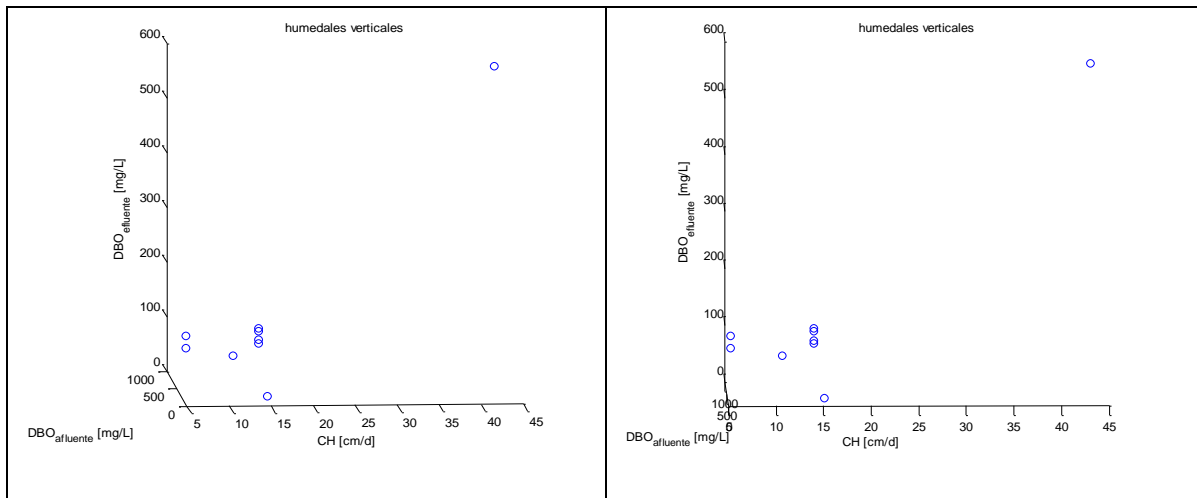
Gráficas DBO efluente vs Carga hidráulica

Gráficas de DBO efluente [mg/L] versus carga hidráulica (CH) [cm/d] y DBO afluente [mg/L], humedales verticales



(Autoria Propia).

Grafica Numero 9.



(Autoría Propia)

Conclusiones Gráficas DBO Efluente Vs CH y DBO afluente:

- No hay una dependencia clara de DBO efluente con respecto a carga hidráulica.

CONCLUSIONES SEGUNDO OBJETIVO.

-Las especies Typha, Phragmites y Juncos son las más usadas, y logran adecuados niveles de remoción de DBO.

-En los humedales construidos de flujo subsuperficial horizontal, no hay una tendencia clara de DBO efluente en función de carga orgánica aplicada.

-En los humedales construidos de flujo subsuperficial vertical, si se presenta una tendencia de DBO efluente en función de carga orgánica aplicada.

-Varios humedales, de flujo vertical y de flujo horizontal, sobrepasan (incumplen) los lineamientos de carga orgánica aplicada.

Referencias:

Flujo Horizontal.

1.

Rincón y Millán-(2013), Colombia- Evaluación de un humedal artificial de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales de la universidad -Tesis de grado-Obtenido: de:

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9997/EVALUACION%20DE%20UN%20HUMEDAL%20HSS%20PARA%20LA%20U%20LIBRE..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

2.

LEIDY CAROLINA GÓMEZ RAMIREZ y JEYSON GONZALO GARCÍA ECHAVARRÍA, Colombia (2018)-Tesis de grado del programa de ingeniería civil, Universidad Católica de Colombia, Obtenido de:
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16848/1/Trabajo%20de%20Grado.pdf>

3.

*LUZ ADRIANA LONDOÑO CARDONA CAROLINA MARÍN VANEGAS (Colombia)(2009)-
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN
HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO HORIZONTAL SUBSUPERFICIAL
ALIMENTADOS CON AGUA RESIDUAL SINTÉTICA- Requisito parcial para optar el título de
tecnólogo químico, Obtenido de :*
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1817/628162L847.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

*Tatiana García Botero-Colombia, (2005)-Diseño, construcción y evaluación preliminar de un
humedal de flujo subperforial, Tesis de grado Universidad de los Andes, Obtenido de:*
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/8894/u263497.pdf?sequence=1>

5.

*JENNY ADRIANA GARCIA PALACIO-PEREIRA- 2010-EFECTO DEL USO DE PLANTAS Y
CONFIGURACIÓN DE LOS SISTEMAS EN LA REMOCIÓN DE ORGANISMOS
PATÓGENOS MEDIANTE EL USO DE HUMEDALES CONSTRUIDOS PARA EL
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS EN CONDICIONES
TROPICALES-TESIS DE MAESTRIA-OBTENIDO DE :*

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2118/333918G216.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

6.

*Carlos Arturo Arteaga Apráez y Evangelina López Vásquez, Colombia,(2019)- Diseño y puesta
en marcha de un humedal artificial a nivel piloto como tratamiento complementario para la
depuración de las aguas residuales tratadas en la PTAR del Municipio de Buenavista
Departamento del Quindío-Proyecto de investigación presentado como requisito parcial para
optar al título de: Especialista en Biotecnología agraria-Obtenido de :*
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/30201/18125327.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

7.

Laura Julieth Montero Zapata y Karen Julieth Salazar Zapata, Colombia-(2018)-Estudio de humedales artificiales para la eliminación de nitrógeno en lixiviados provenientes de la disposición final de residuos sólidos municipales-Tesis de investigación para la obtención del título de Ingeniero Ambiental-Obtenido de:

<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10544/T08217.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

8.

Leonardo Andrés Parrao López-2018(Chile)- “Diseño y Construcción de un Prototipo de Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial para el Tratamiento de aguas Residuales Domesticas- Memoria para optar al título de: Ingeniero Civil Ambiental-Obtenido de:

<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/47123/3560900260713UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Flujo Vertical:

1.

Laura Paredes Gilon (2014), Colombia- remoción de contaminantes en la estabilización de humedales construidos de flujo vertical, sembrados con heliconia (sp), para el tratamiento de aguas residuales domésticas-Tesis de grado-Obtenido de:

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4813/333918P227.pdf?sequence=1>

2.

Ennoe Milanés Hernández-Diseño de un humedal subsuperficial de flujo vertical para el tratamiento de aguas residuales en la UCLV-Tesis de grado-Universidad Central Martha Abreu de las Villas-Obtenido de:

<https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/1285/Q07036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

3.

María Eugenia Haro González Nidya y Olivia Aponte Hernández-Evaluación de un humedal artificial como tratamiento de agua residual en un asentamiento irregular-Para obtener el título de Ingeniero Industrial-Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Ingeniería-Obtenido de:

<http://132.248.52.100:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1399/Tesina.pdf?sequence=1>

4.

Oscar Javier Bernal Lopez-Colombia(2014)- DISEÑO DE UNIDAD PILOTO DE HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS EN EL CAMPUS UMNG-CAJICÁ CON FINES DE REUSÓ-Universidad Jorge Tadeo Lozano- Tesis de Grado para optar al título de Magister en Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería-Obtenido de :<https://docplayer.es/79715493-Oscar-javier-bernal-lopez.html>

5.

Maira María Pérez Villar, Elena Rosa Domínguez, Yaribey M. González Rochea, Taimy Jiménez Llano, Cuba-(2015)- Diseño de un humedal subsuperficial vertical para la depuración de las aguas residuales de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas-aCentro de Estudio de Química Aplicada. Universidad Central de Las Villas. Carretera a Camajuaní Km 5 ½ Santa Clara-Obtenido de:

[file:///C:/Users/PC/Downloads/291707-Article%20Text-404576-1-10-20150430%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/291707-Article%20Text-404576-1-10-20150430%20(2).pdf)

6.

Laura Julieth Montero Zapata y Karen Julieth Salazar Zapata, Colombia-(2018)-Estudio de humedales artificiales para la eliminación de nitrógeno en lixiviados provenientes de la disposición final de residuos sólidos municipales-Tesis de investigación para la obtención del título de Ingeniero Ambiental-Obtenido de:

<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10544/T08217.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

7.

Laura Paredes Gilon(Colombia)- REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN HUMEDALES CONSTRUIDOS DE FLUJO VERTICAL SEMBRADOS CON Heliconia Psittacorum Y ALIMENTADOS CON DIFERENTES FRECUENCIAS-Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo Químico-Obtenido de :

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4813/333918P227.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FICHAS BIBLIOGRAFICAS.

1. País: Colombia.

Título: Humedales artificiales para depuración.
Autor: Jesús Fernández González.
Ficha Bibliográfica: Manual de Fitodepuración. Filtros de macrofitas en flotación.
Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto: <p>La descarga de aguas residuales en cursos naturales de agua (arroyos, ríos, humedales) es una práctica antigua, surgida de la necesidad de evacuar dichas aguas fuera de los núcleos urbanos. El impacto ambiental que tales descargas causan obligó a considerar que la depuración previa era imprescindible, particularmente para núcleos urbanos de gran población. Sin embargo, esta toma de conciencia es relativamente reciente en España, y como ejemplo se puede mencionar que en Madrid, hasta la década de 1970 se vertían directamente las aguas residuales al río Manzanares. Las observaciones realizadas por naturalistas, ecólogos y otros investigadores sobre la capacidad depuradora de los humedales naturales incentivó el desarrollo de los sistemas de depuración basados en humedales artificiales, que en Europa se remonta a los años “50” del siglo XX</p>
Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor: <p>¿Cuáles son los tipos de humedales existentes?</p> <p>¿Qué es un sistema con especies flotantes?</p>
Análisis interpretativo por el revisor: <p>Hay tres líneas de desarrollo tecnológico de humedales artificiales, cuyo modo de actuación, aun basándose en los mismos principios biológicos, es diferente. Se trata de los denominados humedales de flujo superficial (en inglés, Surface Flow Wetlands o Free Water Surface wetlands, FWS), los humedales de flujo sub-superficial (en inglés, Sub-surface Flow Wetlands o Vegetated Submerged Bed, VSB, o también Subsurface Flow, SsF) y los humedales con las plantas flotando sobre la superficie del agua. en el último proceso se</p>

encuentran las macrófitas.
Referencias de interés que cita el autor:
Zurita, F., De Anda, J., Belmont, M. (2006). Performance of laboratory-scale wetlands planted with tropical ornamental plants to treat domestic wastewater. Water Quality Research Journal of Canada, 41, 410-417.
Palabras Nuevas:
Macrofitas.

2. País: Colombia.

Título:
Tratamiento de agua residual a través de humedales
Autor:
Díaz Acero Carlos Ariel
Ficha Bibliográfica:
Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja-Artículo-Año 2020.
Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:
Este trabajo hace una recopilación de algunas investigaciones que se han hecho sobre el diseño, construcción y operación de una de las tecnologías no convencionales existentes en el tratamiento de agua residual como lo son los humedales. Resaltando que en Colombia, la mayoría de los sistemas de tratamiento de aguas residuales han resultado inviables económica, técnica o ambientalmente; ya sea en sus fases de construcción, operación o mantenimiento, haciendo recomendable desarrollar tecnologías apropiadas, que sean económicas, eficientes y confiables. Destacando entre otros, el caso de un humedal piloto diseñado, construido y operado en la Escuela Colombiana de Ingeniería de la ciudad de Bogotá, bajo las condiciones de intemperie a las que tiene que estar expuesto ambientalmente. Analizando las condiciones de carga hidráulica, tiempo de retención, cargas de DBO y DQO, e igualmente las remociones promedio como resultado de la actividad físico química de la vegetación, el medio poroso y la actividad biológica.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

Análisis interpretativo por el revisor:

Los humedales construidos tanto de flujo superficial como subsuperficial, dependiendo si el agua está o no expuesta a la atmósfera, respectivamente. Los humedales de flujo superficial debido a su configuración, pueden albergar distintos tipos de vegetación: macrófitas ya sean emergentes, flotantes o sumergidas. Los de flujo subsuperficial sólo presentan macrófitas emergentes. Estos últimos se pueden clasificar según el sentido del flujo del agua en horizontales o verticales.

Referencias de interés que cita el autor:

-USDA, United State Department of Agriculture, (2010). Natural Resources Conservation Service, <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=ZAAE>.

-U.S.EPA (1993). Guía para el Diseño y Construcción de un Humedal Construido con Flujos Subsuperficiales, US EPA-REGIÓN 6.

Palabras Nuevas:

Biopelícula-Macrófitas-Elipsoidal-Humedad.

3. País: Colombia

Título:

Horizontal subsurface-flow constructed wetland removal efficiency using *Cyperus articulatus* L.

Autor:

Aracelly Caselles-Osorio, Hamer Vega - Juan Camilo Lancheros - Henry Alberto Casierra-Martínez - Jose Euliser Mosquera.

Ficha Bibliográfica:

Journal(revista) environmental ecología-Tomado de la base de datos science direct

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

These processes, in tandem, regulate the removal of organic and inorganic wastewater pollutants. Both aquatic microorganisms and aquatic macrophytes can transform and uptake contaminants from wastewater and achieve higher removal efficiencies.

The aim of this study was to evaluate the effect of *Cyperus articulatus*, a Colombian native aquatic macrophyte, on removal of dissolved organic matter and nitrogenous compounds from domestic wastewater. Experiments were conducted to replicate pilot-scale Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetlands (HSSFCWs).

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Wastewater treatment systems are governed by biological, chemical and physical processes?

¿ The aim of this study was to evaluate the effect of *Cyprus articulatus* ?

Análisis interpretativo por el revisor:

The wastewater source used in this study was a University wastewater treatment plant servicing a population of approximately 17,000 people. The experiment was carried out over a four-month period from September through December in the laboratories of the Water Research Center, at Universidad del Atlántico in Barranquilla, Colombia.

Referencias de interés que cita el autor:

-Rial, A., 2013. *Plantas acuáticas: aspectos sobre su distribución geográfica, Condición de maleza y usos. Ensayo. Biota Colombiana 14 (2), 79–95.*

-Schmidt-Mumm, U., Janauer, G., 2014. *Seasonal dynamics of the shoreline Vegetation in the Zapatosa floodplain lake complex. Colombia Rev. biol. trop. 62 (3) (San José Jul./Sep. 2014).*

-Steinberg, S.L., Coonrod, H.S., 1994. *Oxidation of the root zone by aquatic plants Growing in gravel-nutrient solution culture. J. Environ. Qual. 23, 907–913.*

Palabras Nuevas:

Wetlands-Enhanced-Influenced-Rated

4. País: Colombia.

Título:

Organic Matter and Nutrients Removal in Tropical
Constructed Wetlands Using *Cyperus ligularis* (Cyperaceae)
And *Echinochloa colona* (Poaceae).

Autor: Henry Alberto Casierra-Martínez & Jhan Carlos Charris-Olmos &

Aracelly Caselles-Osorio & Alexander Elías Parody-Muñoz

Ficha Bibliográfica:

La revista es Water, Air, & Soil Pollution, 228-Año2017.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de *Cyperus ligularis* y *Echinochloa colona*, dos plantas locales del Caribe colombiano, sobre la remoción de materia orgánica disuelta (DQO) y nutrientes (N-NH₄ + N-NO y P- PO₄-3) de las aguas residuales domésticas. Se realizaron experimentos para replicar Humedales Construidos de Flujo Subterráneo Horizontal (HSSF CW) a escala piloto (0,66 m²).

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿What is waste water?

¿How does it affect human health?

¿How many plants can be adequate to remove organic material?

Análisis interpretativo por el revisor:

Wastewaters of varying types and levels of treatment enter the environment and contribute high quantities of organic matter, nutrients, and micropollutants, which in the short term affect water quality, and suppress biological activity altering their structure and functioning.

Referencias de interés que cita el autor:

-Bilgin, M., Şimşek, I., & Tulun, Ş. (2014). Treatment of domestic wastewater using a lab-scale activated sludge/vertical flow subsurface constructed wetlands by using *Cyperus alternifolius*. *Ecological Engineering*, 70, 362–365.

doi:10.1016/j.ecoleng.2014.06.032.

-Blanco-Fontalvo, E. E. (2008). *Tratamiento de aguas de*

Producción con humedales construidos de tipo subsuperficial. Universidad de Zulia. Brix, H. (1997). *Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands? Water Science and Technology, 35(5), 11–17.*

-Burgos, V., Araya, F., Reyes-Contreras, C., Vera, I., & Vidal, G. (2017). *Performance of ornamental plants in mesocosm subsurface constructed wetlands under different organic sewage loading. Ecological Engineering, 99, 246–255.*

doi:10.1016/j.ecoleng.2016.11.058.

Palabras Nuevas:

Macrophytes-phytodepuration-achieved-attachment-wetlands.

5. País: Colombia. (Tabla Numero 4)

Título:

Effect of plants and the combination of wetland treatment type systems on pathogen removal in tropical climate conditions

Autor: Jenny A. García, Diego Paredes *, Janneth A. Cubillos

Ficha Bibliográfica:

Journal (revista) environmental ecología-Tomado de la base de datos science direct Año 2013.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

In the case of Colombia, pathogen removal is compulsory for those discharges that affect possible water uses downstream, therefore the legislation is based on pathogen indicators like total coliform and fecal coliform. The maximum pathogen concentrations allowed range between 1000 and 20,000 MPN/100 mL for total coliform (primary contact and water supply prior to

conventional treatment uses, respectively) and between 200 and 2000 MPN/100 mL for fecal coliform (primary contact and water supply prior to disinfection as the only treatment method uses, respectively).

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿How is the effect of plants in a treatment process?

¿How many processes of waste water do exist?

¿Are plants effective in the process of wastewater?

Análisis interpretativo por el revisor:

Wastewater collection and treatment in those areas is often problematic and expensive. In most of the cases, centralized waste-water treatment solutions are not suitable due to several reasons, including long distances to the wastewater sources, topographic limitations and/or investment and operational costs. In those cases, decentralized sewage treatment is the only possibility and technology selection becomes a central task. Existing traditional technologies can effectively remove organic matter, suspended solids and even nutrients.

Referencias de interés que cita el autor:

-APHA, 2005. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, 21st ed.

-Arias, C.A., Cabello, A., Brix, H., Johansen, N.H., 2003. *Removal of indicator bacteria from municipal wastewater in an experimental two-stage vertical flow constructed wetland system*. *Water Sci. Technol.* 48 (5), 35–41.

-Konnerup, D., Koottatep, T., Brix, H., 2009. *Treatment of domestic wastewater in tropical, subsurface flow constructed wetlands planted with Canna and Heliconia*. *Ecol. Eng.* 35, 248–257.

Palabras Nuevas: Samples-Grab-Hoc-Wetland-Assess-Removal.

6. País: México.

Título: EFICIENCIA DE UN HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL EMPACADO DE HORTALIZAS.
Autor: Navarro, Amado E.; García, Yasmín; Vázquez, Antonio; Marrugo, José L.
Ficha Bibliográfica: Avances en Ciencias e Ingeniería-2013-Artículo.
Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto: <p>Los residuos líquidos generados en el lavado de frutas y hortalizas, se caracterizan por contener principalmente sólidos suspendidos y materia orgánica disuelta, por lo que se pretende evaluar el uso de humedales construidos de flujo horizontal subsuperficial para el tratamiento de las aguas residuales de una empresa, ubicada en la ciudad de Atlixco, Puebla, dedicada al acopio, procesamiento y comercialización de productos del campo, especialmente hortalizas. Hasta el presente las aguas residuales, conteniendo gran cantidad de material vegetal sólido, son conducidas por un canal a una laguna ubicada a pocos metros de la fábrica, donde se observa claramente la descomposición de la materia orgánica conducente al deterioro del cuerpo de agua y la emisión de olores molestos para la población circundante.</p>
Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor: ¿Cuáles son la diferencia entre la DBO y DQO en las cargas orgánicas altas y medias? ¿Cuáles son los porcentajes de remoción de la carga orgánica en humedales de tratamiento con influencias similares?

¿Cuáles son los cambios de las concentraciones de los nitritos, nitratos y amonios?

Análisis interpretativo por el revisor:

La eficiencia de los humedales depende de la materia orgánica que se pretende trabajar, si es de uso industrial o uso doméstico, este tipo de tratamiento para las aguas residuales, son económicos aunque tiene sus desventajas como todo proceso.

Por medio de las gráficas se pueden interpretar la eficiencia de este proceso, la remoción de materia, la concentración y las plantas que se pueden encontrar y que son viables para los humedales de flujo subsuperficial.

Referencias de interés que cita el autor:

Arvanitoyannis, I.S. & Varzakas, T.H. (2008). Vegetable Waste Management: Treatment Methods and Potential Uses of Treated Waste. In Waste Management for the Food Industries (I.S. Arvanitoyannis, Ed.), pp. 703-761, Academic Press, London.

Bouallagui, H., Lahdheb, H., Ben Romdan, E., Rachdi, B. & Hamdi, M., (2009). Improvement of fruit and vegetable waste anaerobic digestion performance and stability with co-substrates addition. Journal of Environmental Management, 90 (5), 1844–1849.

6. Carawan, R. E., Chambers, J.V. & Zall, R.R. (1979). Fruit and Vegetable Water and Wastewater Management. Extension Special Report No. AM-18E. Raleigh, North Carolina: N.C. Agricultural Extension Service.

Palabras Nuevas:

HFSS- jagüey

7. País: Colombia.

Título:

Estudio de humedales artificiales para la eliminación de nitrógeno en lixiviados provenientes de la disposición final de residuos sólidos municipales

Autor:

Laura Julieth Montero Zapata y Karen Julieth Salazar Zapata

<p>Ficha Bibliográfica:</p> <p>Tesis de investigación para la obtención del título de Ingeniero Ambiental- Universidad Autónoma de Occidente(2018)</p>
<p>Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:</p> <p>En este estudio se evaluó el desempeño de humedales, Provenientes de los residuos municipales, con énfasis en la eliminación de nitrógeno.</p>
<p>Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:</p> <p>¿Cuáles son el porcentaje de remoción en el humedal?</p> <p>¿El humedal es efectivo en la eliminación del nitrógeno?</p>
<p>Análisis interpretativo por el revisor:</p> <p>El documento tiene antecedentes que ayuda a entender los sistemas de humedales, después de esto se hizo la experiencia metodológica para la efectividad de remoción del nitrógeno en el humedal realizado.</p>
<p>Referencias de interés que cita el autor:</p>
<p>Palabras Nuevas:</p> <p>Ortofosfatos-Mecanizados.</p>

8. País: Colombia.

<p>Título:</p> <p>Vertical flow-constructed wetlands for domestic wastewater treatment under tropical conditions effect of different design and operational parameters.</p>
<p>Autor:</p> <p>Eliana Bohórquez -Diego Paredes & Carlos Alberto Arias.</p>

<p>Ficha Bibliográfica:</p> <p>Artículo environ tech-Año 2017.</p>
<p>Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:</p> <p>This study assessed the treatment of domestic wastewater to find the optimum vertical flow-constructed wetland (VFCW) configuration under tropical conditions. Eight pilot-scale configurations units were studied to compare between fine sand and medium gravel used as substrate, two feeding frequencies (20 pulses d⁻¹ and 10 pulses d⁻¹) and the presence or absence of tropical plants (<i>Heliconia psittacorum</i>). The results showed that the sand beds were significantly more efficient in the removal of organic matter, ammonia nitrogen, and total suspended solids than gravel beds.</p>
<p>Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:</p> <p>¿How can we compare conventional treatment processes and wetland processes?</p> <p>¿What is a wetland process?</p>
<p>Análisis interpretativo por el revisor:</p>
<p>Referencias de interés que cita el autor:</p>
<p>Palabras Nuevas:</p>

<p>Palabras Nuevas:</p> <p>Polluted-Furthermore-Stratification-Sewage-Subsurface</p>

9. País: Colombia. (Tabla Numero 4).

<p>Título:</p> <p>REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN LA ESTABILIZACIÓN DE HUMEDALES CONSTRUIDOS DE FLUJO VERTICAL, SEMBRADOS CON HELICONIA (sp), PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.</p>
<p>Autor:</p> <p>LAURA PAREDES GILÓN</p>

Ficha Bibliográfica:**Tesis de grado para optar al título de Tecnóloga en Química-Año 2014 Pereira-Colombia****Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:**

Se evaluó la influencia que tenía la presencia de plantas *Heliconia psittacorum* y la aplicación de distintas frecuencias de alimentación (10 pulsos/d - 20 pulsos/d), en la eficiencia de remoción en humedales construidos de flujo vertical, basados en arena como medio filtrante para el tratamiento de aguas residuales domésticas, durante su fase de aclimatación (5 meses) en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Los resultados muestran que la principal forma de nitrógeno removida fue el nitrógeno amoniacal con porcentajes entre 75-81%, por mecanismos de nitrificación, en donde el sistema plantado con 20 pulsos/demostró ser el más eficiente ($p < 0,05$).

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cómo se generó la propuesta de nuevos procesos de tratamiento de aguas residuales?

¿Cómo se remueve los contaminantes de las aguas residuales?

Análisis interpretativo por el revisor:

En general la contaminación del recurso hídrico se genera a partir del vertimiento de aguas residuales no tratadas o semi- tratadas, lo que implica una alta contaminación bacteriológica, siendo una causa inminente de enfermedades como diarrea, hepatitis A, tifoidea, cólera, y shigelosis debido a que están constituidas principalmente por desechos corporales humanos (heces y orina) y material inorgánico así como un aumento de los costos de potabilización del recurso hídrico.

Referencias de interés que cita el autor:

Miller J. Miller J. Estadística y quimiometría para química analítica. Cuarta edición. Prentice Hall. Madrid.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL (MAVDT)., 2008. Gestión para el manejo y disposición final de las aguas Residuales municipales. Bogotá D.C. 64 pp.

Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico., 2000. Reglamento Técnico Del sector de Agua Potable Y Saneamiento Básico. Bogota D.C.

*Ministerio de medio ambiente. Informe de estado del medio ambiente., 2013
Gobierno de Navarra.*

Palabras Nuevas:

Amoniacal-Hidrólisis.-Lorsban-Erradicación-Electrobombas.

10. País: Colombia.

Título:

Efectos del medio filtrante y la frecuencia de alimentación en humedales construidos de flujo vertical para tratamiento de aguas residuales domésticas en condiciones tropicales.

Autor:

Eliana Bohórquez Bedoya.

Diego Paredes Cuervo.

Ficha Bibliográfica:

Presentado como requisito parcial de los requerimientos necesarios para obtener el título de Magister en Ecotecnología-2015.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

Las antiguas construcciones semejantes a los sistemas de alcantarillado que conocemos hoy en día, ponen en evidencia la problemática que ha representado para la humanidad la generación masiva de aguas residuales domésticas. Es el caso de sistemas como el Mohenjo – Daro (Pakistán) cuyos sistemas de conducción se remontan hacia 1500 a.C. o la Cloaca Máxima como se conoce al sistema de recolección construido en Roma alrededor de 500 a.C

Sin embargo, estos sistemas hacen referencia a estructuras de conducción de aguas residuales que sólo trasladaban la problemática a sitios alejados de las poblaciones urbanas, pero no se encargaban de su tratamiento o depuración.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:**Análisis interpretativo por el revisor:**

La problemática se ha transferido a través de los siglos y los retos asociados al saneamiento se han incrementado debido al aumento de la población mundial.

Es así como en la actualidad, y en especial en países en vías de desarrollo, el abastecimiento de

agua insalubre y los niveles insuficientes de saneamiento se manifiestan a través de la transmisión de enfermedades como el cólera y la hepatitis (OMS, 2014). En Colombia, la morbilidad de menores de 5 años a causa de Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) superó los 260 mil casos en el año 2012.

Referencias de interés que cita el autor:

-Abou-Elela, S. I., y Hellal, M. S. (2012). Municipal wastewater treatment using vertical flow constructed wetlands planted with Canna, Phragmites and Cyprus. Ecological Engineering, 47. 209-213.

-Arroyo, P., Ansola, G., y Miera, L. E. S. de. (2013). Effects of substrate, vegetation and flow on arsenic and zinc removal efficiency and microbial diversity in constructed wetlands. Ecological Engineering, 51, 95–103.

Palabras Nuevas:

11. País: Colombia.

Título:

Efecto en la Variación de la Altura Laminar en la Remoción de Patógenos y Nitrógeno en Humedales Construidos de Flujo Subsuperficial Vertical Tratando Aguas Residuales Domésticas en Condiciones Tropicales.

Autor:

Marcela González Giraldo

Ficha Bibliográfica:

Trabajo de maestría-Año 2014.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

Los humedales construidos se han convertido en una alternativa viable para tratar los residuos líquidos, tratando de “imitar” las complejas relaciones y reacciones que se dan en este tipo de ecosistemas.

Los sistemas de Flujo Subsuperficial Vertical (HCFSS – V), son un tipo de humedales construidos cuyas unidades pueden verse afectados por diferentes parámetros hidráulicos, entre ellos la altura laminar, debido a que desempeña un papel importante en las funciones ecológicas y puede perjudicar la subsistencia de la vegetación asociada, así como la incidencia sobre el tiempo de residencia hidráulica, uno de sus principales parámetros operativos.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Por qué se dice que los humedales son un proceso eficiente y económico?

¿Cuál es la diferencia entre un proceso convencional de tratamiento de aguas residuales y un humedal?

¿Cómo calcular la remoción de materia orgánica de un proceso de tratamiento de aguas residuales?

Referencias de interés que cita el autor:

-Wand, H.; Vacca, G.; Kusch, P.; Krüger, M.; Kästner, M. 2007. Removal of bacteria by filtration in planted and non-planted sand columns. En: Water Res., 41(1), 159–167.

-Water Environmental Federation (WEF) American Society of Civil Engineers. 2011. Nutrient Removal. WEF Manual Practice No. 34. Prepared by the Nutrient Removal Task Force of the Water Environment Federation. WEF Press and McGraw – Hill. Alexandria, Virginia (USA). 628pp.

-Water Environmental Federation (WEF) American Society of Civil Engineers. 2009. Design of Municipal Wastewater Treatment Plants, 5th ed., WEF Manual of Practice No. 8, ASCE Manual of Practice and Report on Engineering No.76; McGraw – Hill: New York.

-Weedon, C.M. 2003. Compact vertical flow reed bed system – first two years performance. En: Water Science Technology 48 (5), 15–23.

-Williams, J.; Bahgat, M.; May, E.; Ford, M.; Butler, J. 1995. Mineralisation and pathogen removal in gravel bed hydroponic constructed wetlands for waste-water treatment. En: Water Science Technology 32 (3), 49–58.

Palabras Nuevas:

ANOVA-Unifactorial.

12. País: Colombia.

Título:

EFFECTO DEL USO DE PLANTAS Y CONFIGURACIÓN DE LOS SISTEMAS EN LA REMOCIÓN DE ORGANISMOS PATÓGENOS MEDIANTE EL USO DE HUMEDALES CONSTRUIDOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN CONDICIONES TROPICALES.

Autor:

JENNY ADRIANA GARCIA PALACIO

Ficha Bibliográfica:

Tesis de Maestría -Pereira año 2010.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

Aunque existen diferentes tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, son pocas las que son eficientes en la remoción de organismos patógenos. La gran mayoría son eficientes en la remoción de materia orgánica y otros compuestos, sin embargo son limitadas frente a organismos patógenos. En los últimos años se han promovido los sistemas naturales como alternativa para la remoción de organismos patógenos, caracterizados principalmente por sus bajos costos de operación y mantenimiento, simplicidad de operación y la ausencia de compuestos intermedios o subproductos indeseables. Dentro de la gran gama de sistemas naturales se destacan los humedales construidos, los cuales han sido objeto de investigación en condiciones subtropicales o países con régimen estacional. Los resultados obtenidos en estos trabajos confirman la bondad de estos sistemas, sin embargo falta desarrollar actividades de investigación y aplicación en condiciones tropicales. Así mismo, se ha sugerido que una forma de reducir área y por consiguiente costos de los sistemas, es la combinación de humedales de diferentes características, en especial para la remoción de patógenos.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Qué efecto tienen las plantas en el tratamiento de aguas residuales?

¿Es efectivo los humedales para el retiro total de patógenos contaminantes?

¿Qué es un humedal de flujo vertical y flujo horizontal?

Análisis interpretativo por el revisor:

Los humedales son tratamientos no convencionales que tienen un grado de economía en el proceso de tratamiento ya que su función es por sí solo y su gasto energético es muy poco, además de crear un ecosistema al mismo tiempo que soluciona una problemática ambiental.

Referencias de interés que cita el autor:

-Ciria, M., Solano, M., Soriano, P., 2005. *Role of Macrophyte Typha latifolia in a*

Constructed Wetland for Wastewater Treatment and Assessment of Its Potential as a Biomass Fuel. Biosystems Engineering (2005)92(4), 535–544 doi: 10.1016/j.

Biosystemseng. 2005.08.007RD—Rural Development.

-Contraloría General de la República. Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente 1999-2000. Bogotá, 2001.

Palabras Nuevas:

13. País: Colombia.

Título:

EFFECTOS DEL TIPO DE VEGETACIÓN Y DE LAS VARIACIONES DE PROFUNDIDAD EN LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE PATÓGENOS EN HUMEDALES CONSTRUIDOS DE FLUJO SUBSUPERFICIAL.

Autor:

ADALBERTO ARROYAVE GUTIÉRREZ

Ficha Bibliográfica:

TESIS MAESTRÍA EN ECOTECNOLOGÍA-Colombia-2010.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

Acorde con el Estudio Plan Decenal de las Aguas Residuales, realizado por la Contraloría General de la República (2001), Colombia cuenta con 237 plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, de diferentes tecnologías (lodos activados, reactores anaerobios, lagunas de estabilización, entre otras) que tratan el 8% de los vertimientos que generan los municipios. Sin embargo, gran parte de estos sistemas presentan deficiencias en cuanto a su capacidad de remoción de contaminantes y no cumplen con el proceso completo de tratamiento. Así mismo, debido a que en la mayoría de los casos los recursos para la operación y mantenimiento de los sistemas

existentes no están incluidos en la estructura de

Costos de los prestadores de servicios públicos, no ha sido posible garantizar sostenibilidad de las inversiones, utilizándose incluir sólo a partir de 2006 los Costos de tratamiento de agua residual en la tarifa de alcantarillado. Entre las conclusiones del III Foro Nacional del Agua efectuado en 2003 en la ciudad de Bogotá, de las 237 plantas de tratamiento de aguas residuales construidas en el País durante los últimos cinco años, sólo el 12 % funciona adecuadamente.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cuántas plantas de tratamiento de aguas residuales de diferentes tecnologías hay en Colombia?

¿Qué procesos se usan en Colombia para el tratamiento de aguas residuales?

Análisis interpretativo por el revisor:

Para llevar a cabo la investigación se establecieron para las unidades de tratamiento existentes (Humedales de Flujo Horizontal Subsuperficial-HFHSS), complementarias al Tanque Séptico y Filtro Anaerobio, coberturas vegetales nativas de la zona, en monocultivos y policultivos, con diferentes profundidades de agua dentro del humedal, que se evaluaron midiendo como parámetro básico de respuesta los Coliformes Fecales (CF), complementado con lecturas de Coliformes Totales (CT), Demanda Química de Oxígeno y Demanda Biológica de Oxígeno.

Referencias de interés que cita el autor:

-Petranka, J., Harpa, E., Holbrook, T., Hamel, J., (2007). Long-term persistence of amphibian populations in a restored wetland complex. Biological Conservation 138(2007)371–380.

-Proakis E. (2003) Pathogen removal in constructed wetlands focusing on biological predation and marine recreational water quality. Proceedings, WEFTEC

2003 National Conference, 76th Annual Conference and Exhibition; Water

Environment Federation: Alexandria, Virginia.

-Reinoso, R., Torres, L., Bécars, E., (2008). Efficiency of natural systems for removal of bacteria and pathogenic parasites from wastewater. *Science of the total environment* 395(2008)80–86

Palabras Nuevas:

14. País: Colombia. (Tabla Numero 2 y 3).

Título:

EVALUACIÓN DE LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN AGUAS RESIDUALES EN HUMEDALES ARTIFICIALES UTILIZANDO LA *Guadua angustifolia* Kunth

Autor:

JHOAN PABLO MARÍN MONTOYA.

JUAN CARLOS CORREA RAMÍREZ.

Ficha Bibliográfica:

TRABAJO UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA -AÑO 2010.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

La depuración de aguas residuales es un tema de gran importancia para controlar los riesgos de polución y por lo tanto es necesario buscar alternativas que permitan mejorar las

Condiciones de los líquidos para poder verter a fuentes naturales. Existen diferentes tecnologías

que presentan ventajas y desventajas dependiendo del contexto entre las opciones tecnológicas se encuentran los humedales artificiales o construidos.

Los humedales artificiales son ecosistemas en los cuales conviven diferentes especies que permiten mantener un equilibrio en el cual se remueven contaminantes de aguas residuales por medio de un conjunto de procesos químicos, físicos y biológicos depurando un agua de una mejor calidad que puede ser reutilizada en otros procesos dependiendo de sus

Contenidos.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

Análisis interpretativo por el revisor:

Este proyecto se llevó a cabo en las instalaciones de la planta de tratamiento de la

Universidad Tecnológica de Pereira, en donde se encuentran construidos dos humedales artificiales, uno con medio de grava y otro con medio de arena y ambos sembrados con *Guadua angustifolia* Kunth, la cual es una especie muy abundante en todo el país, de rápido crecimiento y es muy importante por sus diferentes usos en obras civiles, artesanías, muebles y otros, por lo que se hace indispensable su reproducción.

Referencias de interés que cita el autor:

-Garrels, R.M. y Christ, C.L. Minerals, Solutions, and Equilibria. London: Jones and

Bartlett. 1990. Consultado en página web:

*http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/en/Reduction_potential#Standard_hydrogen_electrode.
03/08/2010.*

-GONZÁLEZ, J. La fitorremediación mediante humedales artificiales. Consultado en página web:

<http://www.madrimasd.org/informacionidi/noticias/noticia.asp?id=25006>.

26/06/2010.

-INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES,

IDEAM. Estudio nacional del agua (documento en línea). Bogotá, Colombia. (Citado el 6

De noviembre, 2009). <http://www.ideam.gov.co/publica/ena/enatexto.pdf>

Palabras Nuevas:

15. País: Colombia.

Título:

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO HORIZONTAL SUBSUPERFICIAL ALIMENTADOS CON AGUA RESIDUAL SINTÉTICA

Autor:

LUZ ADRIANA LONDOÑO CARDONA.

CAROLINA MARÍN VANEGAS.

Ficha Bibliográfica:

Requisito parcial para optar el título de tecnólogo químico-Año 2009

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

La utilización de humedales artificiales para el tratamiento de aguas servidas es de gran interés en la actualidad ya que la demanda de agua es cada vez mayor y que las fuentes más económicas de la misma están cada vez más cerca de agotarse, además hay un volumen creciente de residuos biológicos y químicos que son arrojados a la red aguas superficiales, desde este punto de vista y

teniendo en cuenta que la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales es muy costosa, es importante buscar alternativas que permitan el tratamiento de dichas aguas y que reduzcan los costos.

En este trabajo se estudió la eficiencia de remoción de materia orgánica en humedales artificiales de flujo horizontal subsuperficial ubicados en la planta de tratamiento de aguas residuales de la UTP, dichos humedales se alimentaron con agua residual sintética preparada con sustancias que simulan la composición y concentración del agua residual doméstica.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

-¿La especie *Phragmites australis* sirve para la remoción de materia orgánica?¿Por qué ?

-¿Cómo se determinó las plantas más efectivas para el tratamiento de aguas residuales?

Análisis interpretativo por el revisor:

En general en un humedal construido se replican las características y capacidad de reciclaje de aguas de los pantanos naturales. Para ello sobre una superficie, expresamente excavada con fondo impermeabilizado, se siembra vegetación que proporciona superficies para la formación de películas bacterianas, facilita la filtración por la alta densidad vegetal, propicia la adsorción de los constituyentes

del agua residual, permite la transferencia de oxígeno a la columna de agua y controla el crecimiento de algas al limitar la penetración de la luz solar. Existen diferentes variaciones en tipo y diseño de humedales construidos; en esta investigación se trabajó sobre humedales construidos de flujo horizontal subsuperficial, sembrados con fragmita (*Phragmites australis*), que es una especie muy utilizada en este tipo de sistemas.

Referencias de interés que cita el autor:

-CARDER (2004). *El soporte del desarrollo, las ciudades y los servicios de infraestructura. Ecorregión Eje Cafetero: un territorio de oportunidades. Proyecto construcción de un ordenamiento territorial para el desarrollo sostenible de la Ecorregión del Eje Cafetero. Convenio*

CARDER-FONADE (Ministerio del medioambiente) No 1068 Convenio Corporación ALMA MATER-FOREC. 2da edición. Pereira de 2004. p: 213-228.

-CENTRO NACIONAL DEL AGUA —CENAGUA, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD OPS/OMS. SOCIEDAD QUEBEQUENSE DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CANADA (SQAE). (1999). Estudios técnicos de sustitución aplicables al saneamiento de aguas servidas de pequeñas comunidades. Sistemas de tratamiento de aguas servidas por medio de humedales artificiales. Santafé de Bogotá. 190 p.

-Dussaubat S, Vargas X. (2005). Modernización e Integración Transversal de la Enseñanza de Pregrado en Ciencias de la Tierra. Universidad de Chile. Módulo: Aforo en un Cauce Natural. p: 3-4.

-EATON A.D, Clesceri L.S.(2005) .Standard Methods for Examination of water and Wastewater, American Public Heald Association, American Water WORK association, water environment federation 21° edition Greenberg A.E,

Palabras Nuevas:

Phragmites Australis-Grubbs

16. País: Colombia.

Título:

EXPERIENCIAS DE TRATAMIENTOS NO CONVENCIONALES PARA AGUAS RESIDUALES.

Autor:

Gloria Yaneth Flórez Yepes.

Alejandro Rincón Santamaría.

Vladimir Heno Céspedes.

Ficha Bibliográfica:

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

Para que los tratamientos como la oxidación avanzada o la filtración por membranas sean más efectivos, (Rubio et al. 2013) proponen que estos sean empleados en conjunto con tratamientos biológicos, sin embargo, reconocen que son insuficientes para depurar contaminantes orgánicos emergentes (COE), tales como las sustancias bioacumulables, persistentes y tóxicas, debido a su complejidad y alto riesgo para los seres vivos.

En Colombia, se han llevado a cabo estudios alrededor de los COE o micro contaminantes que llegan a las fuentes hídricas por diversas razones, realizaron una investigación denominada “Eliminación de compuestos farmacéuticos presentes en el agua residual doméstica mediante un tratamiento primario avanzado” en la PTAR que tiene como fuente receptora el río Cauca, en Cali, Colombia. En los resultados se evidenció una eficiencia de eliminación inferior a 30 % en la mayoría de los compuestos analizados, siendo los analgésicos y los antiinflamatorios los de mejor eficiencia.

Dos años antes, también se realizó una investigación similar en la misma zona de estudio, en la cual se identificó que los compuestos “CBZ-Diol, ibuprofeno, gemfibrozilo, naproxeno, paracetamol, sulfametoxazol, las estronas, 4-INF y BPA, son prioritarios por su presencia y concentración” en el río Cauca.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cuál es el método más efectivo para eliminar compuestos farmacéuticos?

Análisis interpretativo por el revisor:

Referencias de interés que cita el autor:

-Ríos, J., Posada, J. y Uribe, J. (2011). Revisión e identificación de tratamientos para la determinación del potencial de recirculación de aguas residuales industriales. Revista Investigaciones Aplicadas, 5(2). 59-72.

-Sánchez, R. y García, K.,J. (2018). Tratamiento de aguas residuales con cargas industriales con

oxidación avanzada en sistemas convencionales. La Granja, 27(1), 103-111.<http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/lgr/v27n1/1390-3799-lgr-27-01-000103.pdf>

Palabras Nuevas:

17. País: Costa Rica.

Título:

EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA ALTERNATIVO DE HUMEDALES ARTIFICIALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Autor:

Roy Pérez Salazar Carolina Alfaro Chinchilla-Jihad Sasa Marín -Juan Agüero Pérez

Ficha Bibliográfica:

Artículo-Uniciencia págs. 332-340 -Año 2013.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

En Costa Rica, las aguas negras generalmente son depositadas en tanques sépticos en donde se dan procesos de sedimentación y el efluente se infiltra en el subsuelo.

Esta actividad representa un gran riesgo para la salud humana y un impacto negativo en el medio ambiente debido a la posible contaminación de aguas subterráneas. En este caso de estudio, se presenta la aplicación de un humedal artificial horizontal de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas negras en una industria cosmética y farmacéutica, como tecnología de bajo costo, utilizando un sistema de macrófitas enraizadas emergentes.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿El humedal construido demostró eficiencia en su implementación?

¿Cómo se realizó la remoción de la materia orgánica?

¿El *Cyperus papyrus* demostró, a lo largo del experimento, ser una especie apta como sistema de macrófitas enraizadas en el humedal?

Análisis interpretativo por el revisor:

En Costa Rica se tiene un proceso convencional para el tratamiento de las aguas negras, por lo tanto se evalúa un proceso por medio de humedales para comprobar la eficiencia de algunas plantas para el tratamiento de algunas aguas domésticas.

Referencias de interés que cita el autor:

Móra, D. Mata, A. Portuguez F. (2011). Acceso al agua para consumo humano y saneamiento. Evolución en el periodo 1990-2010 en Costa Rica. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). Laboratorio Nacional de Aguas. Costa Rica. Pérez, R. (2007).

Dimensionamiento de un humedal artificial como alternativa de tratamiento y reúso de aguas domésticas grises en la Finca Experimental Santa Lucía de la Universidad Nacional de Heredia. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Polprasert, C. y Veenstra, S. (2000). Sustainable wastewater treatment 1: natural treatment systems [Tratamiento sostenible de aguas residuales 1: sistemas de tratamiento natural]. IHE Delft. Netherlands. Reed, S., Crites, R., Middlebrooks, E. (1995).

Natural system for waste management and treatment [Sistemas naturales para el manejo y tratamiento de desechos]. (2ª Ed.), pp. 70-73, 186-202. United States of America: McGraw-Hill.

Palabras Nuevas:

18. País: México.

Título:

El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México..

Autor:

Elizabeth Díaz Cuenca Alejandro.

Rafael Alvarado Granados.

Karina Elizabeth Camacho Calzada.

Ficha Bibliográfica:

Artículo-Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto-Año 2012.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

Se formuló una propuesta con la técnica SUTRANE para las aguas residuales de las viviendas aledañas a la Laguna de San Miguel Almaya, México.por medio de macro plantas.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Es eficiente la calidad del agua tratada en humedales?

¿Cómo se puede aplicar los humedales de flujo subsuperficial?

Análisis interpretativo por el revisor:

El estudio propone una técnica de tratamiento de agua residual para los asentamientos humanos aledaños a la laguna de San Miguel Almaya, municipio de Capulhuac, a partir de las características de la localidad y de los principios del desarrollo local sostenible mediante la valoración de tres técnicas: los humedales, el Sistema de Unitario de Tratamiento.

Referencias de interés que cita el autor:

-(Muñoz, 2008).

-Boffil (2009).

Palabras Nuevas:

Desarrollo local-Cobertura.

19. País: Colombia.**Título:**

EVALUACIÓN DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA UNIVERSIDAD LIBRE.

Autor:

JEIMMY ALEXANDRA RINCÓN MEDINA

NOHORA FERNANDA MILLÁN BALLÉN

Ficha bibliográfica:

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Ambiental-Año 2013.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

La Universidad Libre sede Bosque Popular no cuenta con un sistema de tratamiento para las aguas residuales generadas en la institución y en estos momentos vierte este efluente en el sistema de alcantarillado. La composición de este tipo de agua es variada puesto que se recolectan en una misma línea de conducción aguas de actividades sanitarias, lluvia y de efluentes de laboratorio.

Como resultado se genera un efluente con concentraciones considerables de carga orgánica, inorgánica y contaminación microbiológica (Coliformes fecales y totales principalmente). Bajo estas condiciones, la institución no cumple con la normatividad de vertimientos dispuesta por la autoridad puesto que los niveles de concentraciones de DQO, DBO5, nitrógeno y fósforo, rebasan los límites permisibles dispuestos en la norma.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Es eficiente el proceso de humedales para la universidad libre?

¿Qué estrategias se deben implementar para la mitigación de la contaminación?

Análisis interpretativo por el revisor:

Mediante el desarrollo de este proyecto se evaluó una estrategia de tratamiento para los efluentes generados por la Universidad, teniendo en cuenta los beneficios ecológicos, económicos y de salud pública que poseen estos sistemas en el tratamiento de aguas residuales. En este trabajo se realizó una aproximación en la construcción y mantenimiento de humedales de flujo subsuperficial, mediante la evaluación de la eficiencia de remoción de materia orgánica en términos de la demanda biológica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), nitrógeno y fósforo total.

Referencias de interés que cita el autor:

Otalora Rodriguez, A. P. (2011). EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia, Ingeniería química, Bogotá, Colombia.

Perez Reyes, G., Enciso Saenz, S., Del prado, M., & Castañon, Gonzales, J. (s.f.). Diseño hidráulico de un humedal artificial a nivel laboratorio. Tesis de postgrado, Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutierrez, Chiapas, Mexico.

Ramirez Flores, E., Robles Valderrama , E., Bonilla Lemus , P., Ramirez Garcia, P., Gutierrez

Sarabia, A., Martinez Perez, E., y otros. (2012). Aplicación de humedales artificiales para el tratamiento del agua residual de casa-habitación en áreas rurales. Proyecto de conservación, Universidad Nacional de México, Iztacal, México.

Palabras Nuevas:

Carrizo-Juncais-amoniactal.

20. País: Colombia.

Título:

Construcción y evaluación de la eficiencia de dos prototipos de humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales domésticas provenientes de la Universidad El Bosque.

Autor:

Badillo Guevara - Laura Paola-Carvajal Arias Carel- Elizabeth Plata Plata - Daniel Fernández Calderón-Danna Fernanda.

Ficha Bibliográfica:

Revista de tecnología 15-Artículo-Año 2018.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

Los humedales artificiales son sistemas de depuración que reproducen procesos de tratamiento de agua y reducción de contaminantes que tienen lugar en humedales naturales. La finalidad de este proyecto es evaluar la eficiencia de los humedales artificiales en el tratamiento de agua residual proveniente de la Universidad El Bosque (sede Usaquén) para utilizarla en riego de plantas y descarga de retretes.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cuál es la diferencia entre un humedal natural y un humedal artificial?

¿Qué clima es el apropiado para realizar un humedal subsuperficial?

Análisis interpretativo por el revisor:

Los humedales son tratamientos efectivos que ayudan al paisajismo y al mismo tiempo a la

ecología de un lugar o zona, tratando con un problema ambiental reduciendo la contaminación en un cuerpo de agua.

La mayoría de ocasiones se usan los humedales para tratar aguas residuales domésticas, aunque no se descarta la idea de un humedal de aguas industriales.

Referencias de interés que cita el autor:

-Ménez, B. "La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada " .México:Limusa. 2001.Kibisz A. K. "The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review". Ecological engineering.(4), 545 – 560. 2001.

-Mant, C., Costa, S., Williams, J., Tambourgi,E. "Phytoremediation of chromium by model constructed wetland". Bioresource Technology, 97(15).

Palabras Nuevas:

21. País: Colombia.

Título:

Humedales de Flujo Subsuperficial: Una Alternativa Natural para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en Zonas Tropicales.

Autor:

Miguel R. Peña Varón-Meike Van Ginneken-Carlos A. Madera P.

Ficha Bibliográfica:

Artículo-Revista de ingeniería y competitividad-Año 2011.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

Los sistemas naturales de tratamiento (SN) están surgiendo como alternativas de bajo costo, fáciles de operar y eficientes en comparación con los sistemas de tratamiento convencional para una amplia gama de aguas residuales.

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales basados en macrófitas pueden ser definidos como SN en los cuales las macrófitas acuáticas (plantas que crecen en suelos saturados de agua) tienen una función vital en relación con la depuración del agua residual. Los humedales están entre los ecosistemas más importantes de la tierra por sus condiciones hidrológicas, y porque constituyen un enlace entre sistemas terrestres y acuáticos. Un humedal artificial (Wetland) es un sistema complejo de medio saturado, diseñado y construido por el hombre, con vegetación sumergida y emergente y vida animal acuática que simula un humedal natural para el uso y beneficio humano. Existen básicamente dos tipos de humedales de flujo superficial (HFS) y flujo Subsuperficial (HS). Este artículo describe los principales criterios y consideraciones para el diseño de humedales HS. Finalmente, se considera que los humedales HS tienen un gran potencial para el tratamiento de aguas residuales domésticas, en regiones tropicales como Colombia y el Valle del Cauca en particular.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cuáles son los tipos de suelo más efectivos para un tratamiento de humedales?

¿Cuál es la eficiencia de los procesos de aguas residuales en las zonas tropicales?

Análisis interpretativo por el revisor:

Los humedales en las zonas tropicales, son el clima perfecto para implementar un tratamiento de aguas residuales, están surgiendo como alternativas de bajo costo, fáciles de operar y eficientes en comparación con los sistemas de tratamiento convencional para una amplia gama de aguas residuales. Los sistemas de tratamiento de aguas residuales basados en macrófitas pueden ser definidos como SN, en los cuales las macrófitas acuáticas (plantas que crecen en suelos saturados de agua) tienen una función vital en relación con la depuración del agua residual y contaminantes en los sistemas con macrófitas son removidos por una variedad compleja de procesos biológicos, físicos y químicos, incluyendo sedimentación, filtración, adsorción en el suelo, degradación microbiológica, desnitrificación, decaimiento de patógenos y metabolismo de las plantas.

Referencias de interés que cita el autor:

-Watson, J.T., S.C. Reed, R.H. Kadlec, R.L. Knight, and A.E. Whitehead, 1989. "Performance Expectations and loading rates for constructed wetlands" in Constructed Wetlands for Wastewater Treatment; Municipal, Industrial and Agricultural, pp. 319 - 351, de. D.A. Hammer, Chelsea, Michigan, USA: Lewis Publishers.

-Watson, J.T. and A. Hobson, 1989. "Hydraulic Design Considerations and Control structures for constructed wetlands for wastewater treatment", in Constructed Wetlands for Wastewater Treatment; Municipal, Industrial and Agricultural, pp. 379 - 391, de. D.A. Hammer, Chelsea, Michigan, USA: Lewis Publishers.

Palabras Nuevas:

Helminfos-Evapotranspiración.

22. País: Colombia. (Tabla Numero 2 y 4)

Título:

CONSTRUCCIÓN DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL A NIVEL DE LABORATORIO VIVO, EN EL PREDIO "MI RANCHITO", EN LA VEREDA OLARTE, LOCALIDAD USME – BOGOTÁ.

Autor:

LEIDY CAROLINA GÓMEZ RAMIREZ- JEYSON GONZALO GARCÍA ECHAVARRÍA.

Ficha Bibliográfica:

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN-UNIVERSIDAD CATOLICA DE CILOMNA-BOGOTA-AÑO 2018.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

El trabajo consiste en el diseño, construcción y evaluación de un humedal artificial a nivel de laboratorio vivo, como tratamiento alternativo de las aguas residuales producidas en el predio "Mi Ranchito", este sistema se implementa en áreas pequeñas, sin acceso a un sistema de alcantarillado y con problemas de proliferación de malos olores.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

-¿Cómo se realizó el diseño de un humedal de flujo subsuperficial?

-¿Cuáles fueron los criterios de diseño?

-¿Es eficiente el proceso de tratamiento de aguas residuales por medio de humedales artificiales?

Análisis interpretativo por el revisor:

El objetivo de esta investigación es evaluar el funcionamiento de un humedal artificial a nivel de laboratorio vivo, para el tratamiento de las aguas residuales producidas en el predio. Además, la implementación de un sistema alternativo es una herramienta que permite dar cumplimiento a la normatividad para vertimientos de la autoridad ambiental competente.

Referencias de interés que cita el autor:

-Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, Resolución 0330 'Por La Cual Se Adopta El Reglamento Técnico Para El Sector de Agua Potable Y Saneamiento Básico - RAS Y Se Derogan Las Resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 Y 2320 de 2009

-Morales, J V, Cucunub{á}: Modelo Para Un Desarrollo Sostenible (Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2000)

-Olmos, R R, R S Marqués, and F V Moreto, El Agua En El Medio Ambiente: Muestreo Y An{á}lisis (Universidad Aut{ó}noma de Baja California, 2003)

Palabras Nuevas:

Modelmuse-Cotas.

23.

País: Colombia.

Título: PRODUCCIÓN DE PLANTAS MACRÓFITAS: ALTERNATIVA PARA LA DEPURACIÓN EN HUMEDALES ARTIFICIALES.
Autor: Alcibíades Bohórquez Bonilla
Ficha Bibliográfica: Artículo- Perfil de la revista en Google Scholar - Revista afiliada a l Red Colombiana de revistas de ingeniería e indexada en EBSCO, ULRICHSWEB, DOAJ y Pubindex - categoría C.-Año 2009.
Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto: En el estudio realizado con humedales artificiales en la sede Usme de la Universidad Antonio Nariño, se adaptaron tres especies de plantas macrófitas (<i>Rumex conglomeratus</i> , <i>Bidens laevis</i> y <i>Typha latifolia</i>) y una especie ornamental (<i>Zantedeschia aethiopica</i>), enraizadas en sustratos inertes o medios de soporte plástico (MSP). Se verificó la adaptación del material vegetal a un sistema acuático, donde se hizo evidente el incremento de su producción radicular y foliar.
Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor: ¿Cómo funcionan las plantas en el tratamiento de las aguas residuales?
Análisis interpretativo por el revisor: La adecuación del material vegetal al sistema acuático incluyó el diseño y la construcción del humedal artificial, selección del material vegetal, plantación definitiva y labores de manejo. El trabajo experimental evidenció cambios fisiológicos que demostraron alta adaptación aun medio saturado.
Referencias de interés que cita el autor: <i>Maia S., Welz B., Ganzarolli E., Curtius A. Feasibility of eliminating interferences in graphite furnace atomic absorption spectrometry using analyte transfer to the permanently modified graphite tube surface. Spectrochim. Acta Part B, Vol. 57 (2002) 473-484.</i> <i>Andersen R., Schiff S. Alkalinity generation and the fate of sulphur in lake sediments. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 44 (1987) 188-193.</i>

Palabras Nuevas:

Macrófitas-APP-Foliar-Radicular

24. País: México**Título:**

Selección de plantas acuáticas para establecer humedales en el estado de Durango

Autor:

GUILLERMO GONZÁLEZ SÁNCHEZ.

ADRIANA MARTÍNEZ PRADO.

Ficha Bibliográfica:

Tesis de posgrado-Tesis que como Requisito para obtener el Grado de Doctor en Ciencia y Tecnología Ambiental-Año 2009.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

Este trabajo muestra información que permite establecer como sistema de tratamiento terciario de aguas residuales domésticas a los humedales artificiales y con ello, apoyar a los sistemas locales de tratamiento a cumplir con el contenido de coliformes fecales que solicita la normatividad en materia de descargas de agua (10 Unidades formadoras de colonias/mL), además de bajar los contenidos de fósforo y nitratos y evitar con ello la eutrofización de los cuerpos de agua. Lo primero fue reconocer la calidad del agua del Río El Tunal con base a sus características físico-químicas y microbiológicas. De acuerdo a esto se establecieron tres intervalos de calidad y en cada uno se realizó un inventario de las especies de plantas acuáticas presentes. Diez fueron llevadas al invernadero para evaluar su capacidad de adaptación y la facilidad en su reproducción; de ellas, se seleccionaron tres para establecer micro-humedales sub-superficiales de 100 L con grava de río como soporte.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cómo diseñar un humedal artificial?

¿Es eficiente implementar un humedal en Durango?

¿Cuáles son las plantas acuáticas que más se acoplan en los procesos de humedales?

Análisis interpretativo por el revisor:

La selección de plantas acuáticas es muy importante ya que de allí parte la eficiencia de los procesos de humedales, ya que no todas sirven en un clima respectivo, hay plantas para climas cálidos y tropicales para tratar un agua urbana o industrial.

Referencias de interés que cita el autor:

-Aguirre Á., M.E., 1995. Sistemas de Plantas Acuáticas en el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas. Tesis Maestro en Ciencias, Especialidad Ingeniería Ambiental en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey, División de Graduados e Investigación, Programa de Graduados en Ingeniería., pags. 58-60.

-Albert, L.A., 1999. Curso Básico de Toxicología Ambiental, Editorial Limusa, S.A. de C.V., Grupo Noriega Editores, Balderas 95, México, D.F. C.P. 06040, pags 185-204. APHA, 1995. Standard Methods "For the Examination of Water and Wastewater", 19 th Edición, AWWA WEF.

Palabras Nuevas:

Nitratos-Coliformes.

25. País: Colombia.(Tabla Numero 3 y Numero 4).

Título:

REDISEÑO HUMEDAL ARTIFICIAL PARA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y

REÚSO: MODELO DIDÁCTICO LABORATORIO DE RECURSOS HÍDRICOS
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA.

Autor:

MARIA ESTEFANY MORALES CAICEDO.

LEIDY LETICIA CASTELLANOS RODRIGUEZ.

Ficha Bibliográfica:

Investigación-Año 2018

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

En Colombia se está empezando a implementar humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales como alternativa para mejorar la calidad de agua en poblaciones pequeñas, donde las autoridades ambientales empiezan a promover su implementación para la reducción de costos ya que la construcción y mantenimiento de estos requieren menor inversión económica a comparación de los tratamientos de agua convencionales usados. Como normativa se encuentra el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS). Título J, donde “se detalla cómo los humedales pueden ser usados como soluciones descentralizadas en las zonas rurales o como tratamiento terciario en otros esquemas” (Siegua, 2018).

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cómo se hace la remoción de sólidos en el proceso de humedales?

¿Es óptimo el proceso de humedales para las aguas residuales?

Análisis interpretativo por el revisor:

A Partir de investigaciones estos sistemas tienden a ser óptimos por factores como “remoción de sólidos en suspensión totales (SST) entre 74-84%, eliminación demanda química de oxígeno (DQO) cerca de 50%, nitrógeno total (NT) y fósforo total (PT) debajo al 35%” (Vera et al., 2016). Estos son algunos de los parámetros evaluados para la calidad de agua a nivel nacional e internacional.

Referencias de interés que cita el autor:

-Rodríguez, J., Garcia, C. and Garcia, J. (2016) ‘Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia Waterborne diseases and Basic sanitation in Colombia’, Rev. Salud Pública, 18(5), pp. 738–745. doi: 10.15446/rsap.v18n5.54869.

-Romero-Aguilar, M. et al. (2009) ‘Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: Evaluación de la remoción de la carga orgánica’, Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 25(3), pp. 157–167.

-Sancha, A. M. et al. (2005) ‘Criterios De Calidad De Aguas O Efluentes Tratados Para Uso En Riego’, División de Recursos Hídricos y Medio Ambiente, Departamento de Ingeniería Civil Universidad de Chile, p. 254.

Palabras Nuevas:

Resistividad-Junco

26. País: Cuba.

Título:

HUMEDAL SUBSUPERFICIAL VERTICAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN

Autor:

Hernández-Ruiz, Juan M.; Pérez-Villar, Maira M.; Domínguez, Elena R.; Cachaldora, Isidro J.

Ficha Bibliográfica:

Revista cubana de química-Articulo-Año 2012.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

En este trabajo, primeramente, se realizó el diseño de un humedal subsuperficial vertical, colocado

posterior a los órganos de tratamiento ya existentes en la empresa de soldar carriles de Placetas, para de esta forma lograr la reducción de los contaminantes que no cumplían con la normativa cubana para el vertimiento. Se realizó la caracterización de las aguas residuales afluentes del tanque de rebose según Standard Methods, y se realizó el cálculo del área necesaria para lograr la reducción de los contaminantes, considerando el comportamiento de estos sistemas como una cinética de primer orden para la remoción de la DBO y el nitrógeno, entre otros. Se propone un humedal subsuperficial vertical con un área superficial de aproximadamente 20 m² con 0,8 m de altura, y como sustrato el suelo ferralítico rojo que presenta alto contenido de hierro y aluminio, lo que favorece la remoción de fósforo, plantado con *Typha domingensis*. Además se realizó la construcción del mismo y la evaluación de la eficiencia en la depuración de los principales contaminantes, lográndose una aumento del oxígeno disuelto y la reducción de los sólidos suspendidos, DQO, DBO y nitrógeno por debajo del límite máximo permisible promedio, según NC- 27-1999.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cómo se comporta un humedal subsuperficial?

¿Cómo construir un humedal de flujo subsuperficial?

Análisis interpretativo por el revisor:

El anterior documento tiene como objetivo diseñar, construir y evaluar un humedal subsuperficial vertical para completar el tratamiento de las aguas residuales domésticas en la empresa de soldar carriles de Placetas.

Referencias de interés que cita el autor:

-VYMAZAL, J. "Removal of Nutrients in Various Types of Constructed Wetlands". Science of the Total Environment. 2007, 380, 1-3, 48-65. 5.

-LANGERGRABEL, G.; C. PRANDTSTETTEN; A. PRESSL; R. ROHRHOFER; R. HABERL. "Optimization of Subsurface Vertical flow Constructed Wetlands for Wastewater Treatment". Water Science and Technology. 2007, 55, 7, 72-78. 6.

-EPA. 832-F-00-023 Folleto informativo de tecnología de aguas residuales humedales de flujo subsuperficial. Washington, D.C. 2000.

Palabras Nuevas:

Solcar-Placetas.

27. País: Ecuador.

Título:

Estudio de un sistema piloto para tratamiento de aguas residuales domiciliarias en la comunidad Bella Unión del Napo, provincia de Orellana.

Autor:

Muñoz Tobar Fredy Paul.

Freire Hidalgo Carlos Alejandro.

Ficha Bibliográfica:

Trabajo de grado-Universidad Central del Ecuador-Año 2019.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

En este estudio, a partir de ensayos de caracterización realizados al agua residual gris, se diseñaron e implementaron dos sistemas de tratamiento piloto mediante biojardineras en la zona, para evaluar la evolución de la remoción de contaminantes con dos especies vegetales a lo largo del tiempo, la primera Heliconia Latispatha y la segunda Calathea Lutea, y así escoger la especie vegetal que presente una mejor eficiencia.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Qué especie presenta una mejor eficiencia en la depuración de aguas grises?

Análisis interpretativo por el revisor:

Se diseñó el sistema de tratamiento de agua residual mediante biojardineras para las viviendas de la zona y las unidades complementarias de pre tratamiento, tratamiento primario y almacenamiento para el efluente tratado. Se especifican las medidas constructivas, los detalles de construcción y el

presupuesto para su construcción.

Referencias de interés que cita el autor.

Freire Hidalgo, C. (2019). Estudio de un sistema piloto para tratamiento de aguas residuales domiciliarias en la comunidad Bella Unión del Napo, provincia de Orellana. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil. Carrera de Ingeniería Civil. Quito: UCE. 173 p.

Palabras Nuevas:

Convencional-Cóncavo-Descarga.

28. País: Ecuador.

Título:

Análisis del estado del arte de humedales subsuperficiales de flujo vertical para tratamiento de aguas residuales y lodos de depuradoras.

Autor:

-Arévalo Durazno María Belén.

-Pazan Adriana Estefanía.

-Trelles Calle Jorge Steven.

Ficha Bibliográfica:

Trabajo de grado-Universidad del Azuay-Año 2018.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

La presente investigación tiene como objetivo analizar el estado del arte de los humedales de flujo subsuperficial vertical para el tratamiento de aguas residuales y lodos de depuradoras, se pretende realizar el estudio de los parámetros necesarios para su implementación en zonas de clima frío o templado.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

Análisis interpretativo por el revisor:

El estudio Permite el análisis de los factores necesarios según la zona. Obteniendo Finalmente los

rangos de valores de los parámetros que influyen en el diseño de este tipo de humedales.

Referencias de interés que cita el autor:

-Wijninga, V.M., O. Rangel & A.M. Cleef. (1989). *Botanical ecology and conservation of the Laguna de la Herrera (Sabana de Bogotá, Colombia)*. *Revista Caldasia* Vol. XVI. (76): pp. 23 - 40.

-Zambrano Cardona, C. (2011). *Encomienda, Mujeres y Patriarcalismo difuso: Las encomenderas de Santafé y Tunja (1564- 1636)*. *Revista Historia Crítica*. (44): pp. 10 - 31.

-Zapata, A. (2014). *Humedales artificiales; una propuesta para la mitigación de la contaminación hídrica de la quebrada la nutria, de los cerros orientales de Bogotá D.C. Trabajo de investigación para Magister. Universidad de Manizales. Colombia.*

Palabras Nuevas:

N.A

29. País: Chile.

Título:

PROPUESTA DE HUMEDALES ARTIFICIALES, IMPULSORES DE BIODIVERSIDAD, QUE DEPURAN AGUAS CONTAMINADAS PARA LA RECUPERACIÓN DE LAGUNAS URBANAS DE CONCEPCIÓN.

Autor: Pedro PedroEulogio Cisterna Osorio-Leonel Pérez Bustamante

FichaBibliográfica:

Revista: Hábitat sustentable-Artículo-2019.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

La metodología propuesta es realizar o implementar humedales en ciertos parques recreativos, ya que así se puede recuperar la biodiversidad de manera que así se puedan tratar algunas aguas contaminadas y poder recuperar algunas lagunas urbanas y tener un aprovechamiento de ellas.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cómo realizar el aprovechamiento de las lagunas urbanas?

¿Cuántas lagunas se pretenden recuperar?

¿Cómo y por qué se puede regular el clima urbano con la implementación de los humedales?

Análisis interpretativo por el revisor:

Según la lectura, se puede evidenciar que es un proyecto donde se pretende recuperar 5 humedales que están en parques recreativos en la ciudad de Santiago de Chile, dicho proyecto es bueno porque algunas lagunas se están contaminando al ser de uso de las personas, el humedal se pretende realizar para generar de nuevo una biodiversidad y así poder regular el clima del sector y de la ciudad.

Referencias de interés que cita el autor:

HERNÁNDEZ, Agustín. Calidad de vida y medio ambiente urbano. Indicadores locales de sostenibilidad y calidad de vida urbana. Revista INVI, 2009, vol. 24, n° 65.

HUGHES, Robert; DUNHAM, Susie; MAAS-HEBNER, Kathleen; YEAKLEY, Alan; HARTE, Michael; MOLINA, Nancy; SHOCK, Clinton y KACZYNSKI, Victor. A review of urban water body challenges and approaches: rehabilitation and remediation. Fisheries, 2014, vol. 39, n° 1, pp. 18-29.

Palabras Nuevas:

Msh-Urbe-Espadañas-Macrófita-Pampeanas

30. País: Chile.**Título:**

Optimización del tratamiento de aguas residuales de cultivos de flores usando humedales construidos de flujo subsuperficial horizontal

Autor:

Mónica L. Jaramillo-Gallego; Ruth M. Agudelo-Cadavid. Gustavo A. Peñuela-Mesa

Ficha Bibliográfica:

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

Se realizó un estudio de tipo exploratorio experimental en dos etapas, en la primera se efectuó el acondicionamiento fisicoquímico y biológico del sistema de tratamiento, en la segunda, se llevó a cabo el seguimiento de la remoción de los contaminantes durante nueve meses, para lo cual se monitoreó la demanda química de oxígeno, demanda biológica de oxígeno, sólidos totales, sólidos suspendidos totales, pH y oxígeno disuelto

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cómo funciona un sistema de tratamiento primario

Análisis interpretativo por el revisor:

Se logró mejorar la eficiencia del sistema de tratamiento en 7,1% para la Demanda biológica de oxígeno, 4,1% Demanda química de oxígeno, 56,9% sólidos totales y 117,2% solidos suspendidos totales.

La concentración de DQO disminuyó con el tratamiento primario.

Referencias de interés que cita el autor:

HUGHES, Robert; DUNHAM, Susie; MAAS-HEBNER, Kathleen; YEAKLEY, Alan; HARTE, Michael; MOLINA, Nancy; SHOCK, Clinton y KACZYNSKI, Victor. A review of urban water body challenges and approaches: rehabilitation and remediation. Fisheries, 2014, vol. 39, n° 1, pp. 18-29.

Palabras Nuevas:

Remocion-Geotextil

31. País: Colombia.

Título: Formulación de una propuesta de rediseño de un humedal artificial de flujo subsuperficial para el mejoramiento del saneamiento básico ambiental del sector el porvenir, vereda los Soches, Usme.
Autor: Yuly Estefany Ramírez Barbosa. Daniela Alejandra Rodríguez Gordillo.
Ficha Bibliográfica: Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Ambiental y Sanitario-Universidad de La Salle.
Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto: El objetivo principal es diseñar un sistema de humedal artificial de flujo subsuperficial, como mecanismo de tratamiento del agua residual doméstica generada por la comunidad del Sector el Porvenir, Vereda Los Soches, Usme. Para esto, se evaluaron distintos materiales y macrófitas, seleccionando aquellos con mejor comportamiento en cuanto a la supervivencia de las plantas.
Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor: -¿Cómo se comportan las especies escogidas en el trabajo en la depuración del agua residual? -¿Cuál es su eficiencia?
Análisis interpretativo por el revisor: El proyecto pretende formular una propuesta de rediseño de un humedal artificial para el mejoramiento del saneamiento básico en el sector El Porvenir, Vereda Los Soches, Zona Rural de la Localidad de Usme, Bogotá.
Referencias de interés que cita el autor: Ramírez Barbosa, Y. E., & Rodríguez Gordillo, D. A. (2016).

Palabras Nuevas:

Remoción-Perenne-Hidrofita-Gramineas.

32. País: Colombia.**Título:**

THYPA LATIFOLIA Y EICHHORNIA CRASSIPES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE EFLUENTES INDUSTRIALES.

Autor:

Martínez Mendoza, Nelver Keny.

Iglesias Paredes, Amir Alejandro.

Ficha Bibliográfica:

Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero Ambiental-Universidad Privada del Norte-Año 2020.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar el porcentaje de remoción de Typha latifolia y Eichhornia crassipes en los parámetros de DBO, DQO, SST Y AYG de las aguas residuales de efluentes industriales.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cómo se adaptan las plantas en el sistema de aguas residuales industriales?

¿Cuál es el porcentaje de remoción de la Typha latifolia y Eichhornia crassipes?

Análisis interpretativo por el revisor:

Se puede afirmar que las dos especies presentan un porcentaje alto de reducción en los valores de los parámetros evaluados, y los efluentes finales cumplen con lo estipulado en el decreto.

Referencias de interés que cita el autor:

Martínez, N. K., & Iglesias, A. A. (2020). Typha latifolia y eichhornia crassipes en el tratamiento de aguas residuales de efluentes industriales (Tesis de licenciatura).

Palabras Nuevas:

Jacinto-Reductor.

33. País: Cuba

Título: Comportamiento de un humedal subsuperficial en la depuración de aguas oleosas. Cinética de remoción de DQO.
Autor: MSc. Yaribey Mayusca González-Dra.C. Maira María Pérez-Villa-Dra.C. Pastora de la C. Martínez-Nodal-Lic. Julio César Pedrozo-Alfonso.
Ficha Bibliográfica: Artículo-Centro de Estudio de Química Aplicada. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Villa Clara, Cuba-Año 2019.
Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto: El en presente trabajo se evaluó la remoción de materia orgánica y grasas, aceites e hidrocarburos en las aguas residuales oleosas de la Central Eléctrica fuel oil Santa Clara Industrial "Los Alevines", mediante un humedal subsuperficial experimental. Primeramente se realizó la caracterización de las aguas residuales efluentes del tratamiento primario, instalado actualmente en la entidad, comprobándose que no cumplen con la Norma Cubana de Vertimiento NC: 27/2012.
Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor: ¿Qué método se utiliza para la remoción de materia orgánica? ¿Cómo afecta el combustible a las aguas del planeta?
Análisis interpretativo por el revisor: Los métodos tradicionales desarrollados para el tratamiento secundario o terciario de estos efluentes han sido ampliamente estudiados, encontrándose como principal desventajas la baja eficiencia, el alto costo de operación, insumos y requerimientos, obligando al hombre a encontrar nuevas soluciones como se observa en el documento.
Referencias de interés que cita el autor: -MOLLE, P., LIENARD, A., GRASMICK, A., IWEMA, A. "Effect of freeds and feeding operations on hydraulic behavior of vertical flow constructed wetlands under hydraulic overloads". <i>Water Research</i> , 2006, 4, 606-612. ISSN: 0043-1354.

-KADLEC, R. H.; KNIGHT, R., Treatment wetlands. Lewis Publishers. Boca Raton, Florida. 1996. ISBN: 978-3-540-03431.

Palabras Nuevas:

Zantedeschia-Humedal plantado.

34. País: Colombia. (Tabla Numero 4 y Numero 5).

Título:

Eliminación de nitrógeno en un humedal construido subsuperficial, plantado con *Heliconia psittacorum*.

Autor:

Ing. Harry Gutiérrez-Mosquera-Dr. Miguel Ricardo Peña-Varón.

Ficha Bibliográfica:

Artículo de la Universidad del Valle para la revista.

Revista Tecnología y ciencias del agua. Tecno. Cien. Agua vol.2 no.3 Jiutepec jul. /sep. 2011.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

Para investigar la influencia de la planta y la carga hidráulica en la eliminación de N en humedales construidos de flujo sub-superficial horizontal (HFSS) para el tratamiento de aguas residuales domésticas, se montaron doce HFSS a escala de laboratorio (microcosmos), con lechos de soporte en grava, seis de ellos plantados con *Heliconia psittacorum* y otros seis sin plantar (controles), los cuales fueron expuestos a cargas hidráulicas de 0.02 y 0.05 m³ d⁻¹ (que equivalen a TRH de 2.5 y 1.0 día, respectivamente). Los resultados experimentales indicaron una mejor eficiencia de eliminación del NH₃, NO₃⁻ y DQO en los tratamientos expuestos a la menor carga hidráulica (0.02 m³ d⁻¹).

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cómo influye la heliconia en las aguas residuales?

Análisis interpretativo por el revisor:

Los humedales construidos de flujo subsuperficial (HFSS) constituyen una solución de bajo costo

ampliamente utilizada en el mundo para el tratamiento secundario y/o terciario de diferentes tipos de aguas residuales. Entre las especies de plantas comúnmente utilizadas en los HFSS se encuentran el cáñamo (*Phragmites* sp.), e papiro (*Scirpus* sp.). Pese a la amplia utilización de especies cosmopolitas en regiones estacionales, la eliminación de N y P por asimilación directa y cosecha de la planta ha sido muy discutida.

Referencias de interés que cita el autor:

-PEÑA, M.R. *Advanced primary treatment of domestic wastewater in tropical countries: development of high-rate anaerobic ponds*. Thesis Doctoral. Leeds, England: University of Leeds, April, 2002.

-RICHTER, G. *Fisiología del Metabolismo de las Plantas*. México/Buenos Aires: Compañía Editorial Continental, S.A., 1971

-SAWAITTAYOTHIN, V. and POLPRASERT, C. Nitrogen mass balance and microbial analysis of constructed wetlands treating municipal landfill leachate. *Bioresource Technology*. Vol. XCVIII, No. 3, February, 2007, pp. 565-570.

-SIM, H.S., YUSOFF, M.K., SHUTES, B., HO, S.C., and MANSOR, M. Nutrient removal in a pilot and full scale constructed wetland, Putrajaya city, Malaysia. *Environmental Management*. Vol. LXXXVIII, No. 2, July, 2008, pp. 307-317.

Palabras Nuevas:

Humedal construido-Carga hidráulica-Eliminación de nitrógeno.

35. País: Ecuador.

Título:

Estudio del comportamiento de la DBO demanda bioquímica de oxígeno en el humedal artificial de flujo subsuperficial tratando agua residual doméstica.

Autor:

Franco Loor-Alexis Gustavo.

Ficha Bibliográfica:

PROYECTO DE INVESTIGACION PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL-UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL-AÑO 2018.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

El agua residual se introdujo en la capa de arena y viaja de forma horizontal a través de esta hasta el fondo, pasa luego con la pendiente de fondo de la planta piloto (1%), el agua tratada es recolectada a través de una tubería de diámetro de ½" (ubicada en el extremo opuesto inferior), el agua descarga a través de esta tubería hacia un punto de toma de muestra. En donde se llevó a realizar las pruebas en el laboratorio expulsando un índice bajo de contaminación, hacia donde se realice la descarga final.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cómo se comporta la DBO en el humedal artificial?

¿Cómo se trata un flujo subsuperficial en un humedal?

Análisis interpretativo por el revisor:

El comportamiento de la DBO en el humedal depende de las especies con las que se trabaje, de allí la demanda biológica de oxígeno ayudara a la remoción de la materia orgánica dependiendo del clima y las condiciones externas que este expuesto este proceso.

Referencias de interés que cita el autor

-METCALF & EDDY. (2016). INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES, TRATAMIENTO, VERTIDO Y REUTILIZACION. Obtenido de tratamientoresiduales.html Mississippi-Alabama Sea Grant Consortium. (2018).

-(2010). EVALUACIÓN DE LA REMOCIÓN DE CONTAMINANTES EN AGUAS.

-POLPRASERT, C. (2001). Humedal artificial de flujo subsuperficial.

Palabras Nuevas:

Juncáceas-Pecuario-Índole-Lecho.

36. País: Peru.

Título: Tratamiento de aguas residuales domesticas mediante humedales subsuperficiales con macrófita Alocasia macrorrhizos (orejas de elefante) en la urbanización los tulipanes –Chosica, Lima.
Autor: Castro Sarco Diana- Gloria a.Cruz Paredes -Yobana Elsa - Florez Mamani Michael Edgard.
Ficha Bibliográfica: Articulo-Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión-2017.
Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto: El objetivo de este artículo es evaluar la eficiencia de la macrófita alocasia macrorrhizos (orejas de elefante) en un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal para la remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, para el riego de cultivos agrícolas. Utilizando el método de aforo de caudal, método de tubos múltiples y análisis físico químico, y la prueba de T-Student. Para el diseño del humedal se empleó 8 macrófitas de alocasia, se manejó un tanque a escala piloto con 16 litros, donde posteriormente se almaceno el agua a tratar durante un periodo de retención de 3 días, consecutivamente con el monitoreo de un mes. La eficiencia del uso del humedal subsuperficial con la macrófita consiguio el 60.72% de remoción de parámetros microbiológicos.
Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor: ¿Qué tan eficiente es la macrofita? ¿Qué parámetros fisicoquímicos altera?
Análisis interpretativo por el revisor: Los humedales son zonas de la superficie que están temporal o permanente inundadas, regulada por factores climáticos y en constante interrelación con los seres vivos que la habitan. En los humedales el agua es el principal factor controlador del medio y la vida vegetal y animal asociada a él. Eliminan contaminantes mediante varios procesos que incluyen sedimentación degradación microbiana, acción de las plantas, absorción reacciones químicas y volatilización.
Referencias de interés que cita el autor: -Jaramillo, A. (1996). Bioingeniería de aguas residuales. ACODAL Colombia.

- Kolb, P. (1998). Desing of constructed weland (pilot plant) for the reclamation of the river besós.

-Universidad fur bodenkultur. Austria. Kura, B., la Motta, E., Tittlebaum, M., Alawady M. (1997)

-Macroscopic BOD Kinetic Model for Microbial Rock Plant Filter Desing. Advances in Evironmental (pp. 36 - 43)

Palabras Nuevas:

Alocasia-Microbiano.

37. País: Colombia.

Título:

Evaluación hidrodinámica de un humedal artificial de flujo subsuperficial a escala piloto utilizando como medios filtrantes antracita, carbón activado y coque y su efecto en un agua residual.

Autor:

Lindarte Ramírez-José Clodoveo Zárate Guío- Piedad Patricia

Ficha Bibliográfica:

Tesis de la Universidad Jorge Tadeo Lozano- Año 2014.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento hidrodinámico de un humedal artificial de flujo sub-superficial a escala piloto utilizando como lechos filtrantes antracita, carbón activado, coque y una mezcla de estos tres componentes granulares en una proporción de 35 % de antracita, 30% de coque y 35% de carbón activado y analizar el cambio de algunos parámetros fisicoquímicos.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cómo se analizó la curva de tendencia cuantitativa de los procesos fisicoquímicos?

Análisis interpretativo por el revisor:

El régimen de flujo fue dual con el predominio de mezcla completa (76% coque, 68.6% antracita y 63.1% carbón activado) y la presencia de zonas muertas para coque, antracita y carbón activado fue de 14.2%, -3.9%, y -19.1%, respectivamente. El modelo de flujo obtenido para el humedal construido operando con una mezcla de los tres materiales granulares.

Referencias de interés que cita el autor:

Palabras Nuevas:

38. País: Colombia.

Título:

HUMEDALES ARTIFICIALES: UNA ALTERNATIVA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS DE PRODUCCIÓN

Autor:

PAUL ANDREÉ ARCE CARDONA.

Ficha Bibliográfica:

Monografía para optar por el título de Especialista en Gestión Ambiental-BOGOTA D.C. -2018.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

El propósito de esta monografía es dar a conocer los humedales artificiales como una de las opciones posibles de tratamiento eficientes y económicas para las aguas de producción de la industria petrolera. La fitorremediación, es una técnica en la cual se utilizan las plantas para eliminar contaminantes presentes en el agua, una alternativa económica y amigable con el medio ambiente.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cómo se pueden implementar los humedales artificiales?

¿Es más eficiente los humedales artificiales como tratamiento de aguas residuales que los procesos

convencionales?

Análisis interpretativo por el revisor:

Para vertimientos se deben hacer tratamientos primarios, secundarios y terciarios, muchos de estos tratamientos siendo más costosos que otros, por lo que requieren una alta inversión para operación y mantenimiento a diferencia de los procesos de humedales.

Referencias de interés que cita el autor:

Fleckenstein, W. W., Eustes, A. W., Stone, C. H., & Howell, P. K. (2015, October 11). An Assessment of Risk of Migration of Hydrocarbons or Fracturing Fluids to Fresh Water Aquifers: Wattenberg Field, CO. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/175401-MS

Generalitat Valenciana. Criterios de diseño y construcción de humedales artificiales aplicados en la EPSAR. I Jornadas de Diseño, Construcción y Explotación de Humedales Artificiales en Pequeños Municipios. Benicàssim. Junio 13. 2017.

GARCIA LLUQUE, Kevin. DELGADO SAAVEDRA, Rubén. VIDAL SEMINARIO, King. JIMENEZ VERA, William. Operaciones unitarias de transferencia de materia; Absorción y Adsorción. p 1-20. Sullana. Julio 9. 2017

Palabras Nuevas:

Remoción-Ecosistema-Extracción-Filtro.

39. País: Perú.

Título:

Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante **humedales subsuperficiales con** macrófita *Alocasia macrorrhizos* (orejas de elefante) en la urbanización los tulipanes – Chosica, Lima.

Autor:

Diana Gloria Castro Sarco.

Ficha Bibliográfica:

Artículo-Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo-Año 2018.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

El objetivo de este artículo es evaluar la eficiencia de la macrófita alocacia macrorrhizos (orejas de elefante) en un humedal artificial subsuperficial de flujo horizontal para la remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, para el riego de cultivos agrícolas. Utilizando el método de aforo de caudal.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cómo funcionan las orejas de elefante en la remoción de materia orgánica de los procesos de los humedales?

Análisis interpretativo por el revisor:

La eficiencia de las macrófitas como parte del tratamiento de agua residual es viable a un nivel ambiental, económico y ostenta ventajas atractivas para el apoyo de la conservación del ambiente ya que no requieren grandes insumos de energía o máquina para su operación.

Referencias de interés que cita el autor:**Palabras Nuevas:**

No aplica.

40.

Título:

Artificial wetlands for wastewater treatment, water reuse and wildlife in Queensland, Australia

Autor:

Margaret Greenway-John S. Simpson

Ficha Bibliográfica:

[Water science and technology-Volume 33-Issues-10-11-1996-Paginas 221-229.](#)

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

Se han establecido 10 humedales artificiales piloto experimentales y se están llevando a cabo otros 6 proyectos de investigación universitarios sobre diversos aspectos de los humedales artificiales, incluida la absorción y biodisponibilidad de nutrientes y metales pesados en las plantas de los humedales, la biogeoquímica de los sedimentos y los balances de masa

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cómo se puede reutilizar las aguas residuales de una mina?

Análisis interpretativo por el revisor:

Este documento presenta 3 estudios de caso que incluyen resultados significativos con respecto al pulido y reutilización de aguas residuales.

Referencias de interés que cita el autor:

Palabras Nuevas:

Estuarinos.

41.

Título:

Constructed treatment wetland.

Autor:

United States Environmental Protection Agency.

Ficha Bibliográfica:

United States Environmental Protection Agency- Agosto del año 2004- EPA 843-F-03-013

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

Los humedales son algunos de los ecosistemas naturales más productivos y biológicamente

diversos del mundo. Si bien no todos los humedales artificiales replican los naturales, tiene sentido construir humedales que mejoren la calidad del agua y apoyen el hábitat de la vida silvestre.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cómo se construye adecuadamente un humedal?

Análisis interpretativo por el revisor:

El artículo habla sobre la adecuada construcción de algunos sistemas de tratamiento de aguas con humedales, y por medio de esquemas nos muestra un diseño y su función.

Referencias de interés que cita el autor:

Treatment Wetlands (2004), Robert H. Kadlec and Robert L. Knight, Lewis Publishers, Boca Raton, Fl.

Palabras Nuevas:

42.

Título:

TREATMENT WETLANDS.

Autor:

ROBERT H. KADLEC - SCOTT D. WALLACE

Ficha Bibliográfica:

Libro TREATMENT WETLANDS.-Second Edition-Año 2009.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

Estos flujos son extremadamente variable en la mayoría de los casos, y las variaciones son de carácter estocástico. Los humedales de tratamiento de aguas pluviales generalmente poseen este mismo conjunto de entradas. Tratamiento de humedales tratar con fuentes continuas de aguas residuales puede tener estos mismos insumos, aunque el flujo de corriente y el agua subterránea las entradas suelen estar ausentes. El flujo constante asociado con Los humedales de tratamiento de fuente continuo representa una característica distintiva importante. Un flujo constante dominante el ecosistema hacia una condición ecológica que es algo diferente de un sistema impulsado

estocásticamente.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cuál es la Historia de los humedales naturales y artificiales?

¿Los humedales son necesarios en la sociedad?

Análisis interpretativo por el revisor:

El Libro hace referencia a todos los tipos de humedales existentes, así mismo cuenta su historia, funcionamiento y eficacia en algunos modelos realizados en lugares del mundo. Es un libro estratégico si se desea conocer el funcionamiento de los humedales.

Referencias de interés que cita el autor:

(Reed et al., 1995)

Palabras Nuevas:

43.

Título:

Handbook for Restoring Tidal Wetlands.

Autor:

Joy B. Zeller.-Michael J,Kennish

Ficha Bibliográfica:

Libro Handbook for Restoring Tidal Wetlands.

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

La restauración de ecosistemas se ha practicado durante muchas décadas y se ha escrito

mucho sobre el proceso; sin embargo, hay pocos textos o manuales disponibles para guiar las fases de planificación, implementación o evaluación. El practicante debe consultar una variedad de fuentes para aprender a qué condiciones ambientales prestar atención y qué especies considerar reintroducir. Las anécdotas y las fotografías pueden ser todo lo que esté disponible para indicar las técnicas que funcionan mejor y los escollos que se pueden evitar. Los gerentes de proyectos y el personal de las agencias de recursos se enfrentan a un dilema similar, documentos e informes de proyectos tratan sitios únicos, pero no existe una recopilación amplia de estudios de casos y principios para orientar la gestión de los sitios de restauración.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Es posible restaurar un ecosistema?

Análisis interpretativo por el revisor:

El siguiente libro nos habla sobre como la existencia de ecosistemas han hecho que algunas especies sobrevivan, sin embargo se han visto alteradas por el hombre, este libro muestra una metodología paso a paso para seguir y restaurar un humedal.

Referencias de interés que cita el autor:

N.A

Palabras Nuevas:

N.A

44.

Título:

Artificial Wetlands for Wastewater Treatment.

Autor:

Isobel Heathcote.

Ficha Bibliográfica:

Artículo- Artificial Wetlands for Wastewater Treatment-Regional Updates

Conceptos, contextos y aspectos metodológicos que propone el texto:

Una planta de tratamiento de aguas residuales convencional normalmente descarga efluentes que contienen cantidades relativamente bajas de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y sólidos en suspensión (SS), a menudo alrededor de 30 mg / L de cada uno. Pero por cada 10,000 personas, una planta secundaria descarga con las aguas residuales tratadas más de 100 kg / día de sólidos secos microbianos, una cantidad igual de sustancias que demandan oxígeno y suficientes nutrientes para proporcionar fertilizantes para cultivar cultivos en más de 300 ha. Cuando se practica la cloración, también se descarga una cantidad sustancial de compuestos orgánicos clorados tóxicos. Además, dos tercios de la materia seca que recibe la planta solo se convierte en forma y se descarga como lodo, en promedio unos 12 metros cúbicos de residuo húmedo por cada 10.000 personas. Debido a que la aireación intensiva se practica en la mayoría de estas instalaciones, Los compuestos orgánicos volátiles, incluidos algunos carcinógenos conocidos, se eliminan durante el proceso de tratamiento y se descargan en el medio ambiente local. En muchos casos, cantidades significativas (kg / día) de estos materiales se descargan a la atmósfera. Y estas tecnologías convencionales no son baratas: normalmente cuestan a cada individuo atendido alrededor del 1% de sus ingresos anuales.

Preguntas de investigación y del conocimiento que propone el autor:

¿Cuál es el sistema de tratamiento de aguas ideal?

Análisis interpretativo por el revisor:

El siguiente artículo hace una comparación entre humedales artificiales y las plantas de tratamiento de aguas residuales, para determinar que procesos es más efectivo y cual es más amigable con el medio ambiente, implementando economía, sociedad y recursos naturales.

Referencias de interés que cita el autor:

-Kadlec, R. H., and Knight, R. L. Treatment Wetlands. New York: CRC Press and Lewis Publishers, 1996.

-Pullin, B. P., and Hammer, D. A. "Aquatic Plants Improve Wastewater Treatment." *Water Environment & Technology* 3(3): 36-40, 1991.

-Reed, S. C. "Nationwide Inventory: Constructed Wetlands for Wastewater

Treatment." *Biocycle* 32(1): 44-49, 1991.

Palabras Nuevas:

