

COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE
INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010.

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI,
TAMU, ICA, e invitados.



6

**LAS AGUAS
SERVIDAS Y LA
ADMINISTRACIÓN**

**Arq. César Jorge Carpio
Utrilla**

LAS AGUAS SERVIDAS Y LA ADMINISTRACIÓN

Arq. César Jorge Carpio Utrilla

Universidad Autónoma Metropolitana UAM-A México D. F.
Procesos, Grupo de Investigación de
Administración y Tecnología para el Diseño
Correo: cjcu@correo.azc.uam.mx

“LAS AGUAS SERVIDAS Y LA ADMINISTRACIÓN”.

RESUMEN

El propósito del presente trabajo es hacer conciencia en la necesidad de dar tratamiento a las aguas negras, las industriales, a las afectadas por derrames de petróleo, en fin, a toda aquella que al entrar en contacto con el ser humano, termina contaminada con productos que deterioran la ecología, el entorno del mismo ser humano y su salud. Considerando que por este motivo es necesario que cada vivienda tenga un sistema de tratamiento o de pre tratamiento de aguas negras antes de ser retirada del inmueble.



Fig. 01

El agua es parte esencial de todo ser vivo en nuestro planeta. Para el hombre además ha significado el medio de desarrollo para llegar a niveles jamás imaginados. Hasta hace pocos años, la mayor parte de sus actividades estaban relacionadas con ella. El saber dónde había agua potable y como obtenerla era la clave del éxito para la supervivencia y el desarrollo. Durante miles de años, el agua permitió el desarrollo de pueblos y culturas, pero también generó guerras y

COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA e invitados

conflictos. Es una paradoja que si existen 1,360 millones de Km³ de agua sobre la tierra, y nos tocan 250 millones de M³ a cada uno sólo el 1.5% del total es agua dulce.

Y del 1.5% mencionado sólo el 0.008 % está al alcance de la mano, el resto está congelado en los polos o a gran profundidad en el subsuelo. Y del porcentaje que le toca a México, el 32% de ríos, lagos y lagunas están contaminados



Fig. 02



Fig. 03

Se entiende por contaminación del medio hídrico o contaminación del agua a la acción o al efecto de introducir materiales o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales.

Los contaminantes se dividen en tres grandes tipos: químicos, biológicos y físicos.

- 1) Los contaminantes químicos son aquellos que alteran la composición del agua y/o reaccionan con ella.
- 2) Los contaminantes biológicos son organismos o microorganismos, que son dañinos o que se encuentran en exceso (plagas, como lirios acuáticos, de rápida propagación).
- 3) Los contaminantes físicos son los que no reaccionan con el agua, pero pueden dañar la vida en el ecosistema.



Fig. 04



Fig. 05

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua está contaminada cuando su composición se encuentra alterada de modo que no reúne las condiciones necesarias para el uso al que se le hubiere destinado en su estado natural. En los cursos de agua, los microorganismos mantienen siempre igual nivel de concentración de las diferentes sustancias que puedan estar disueltas en el medio. Este proceso se denomina *auto depuración del agua*. Cuando la cantidad de contaminantes es excesiva, la autodepuración resulta imposible.

El problema de la contaminación de las aguas dulces y la afectación del medio ambiente es conocido de antiguo.

Uno de los primeros testimonios históricos lo constituye el relato de las Sagradas Escrituras (Éxodo, 7, 14-25) acerca de una de las diez plagas de Egipto, en la que se describe la transformación en "sangre" de las aguas del río Nilo. Dicho fenómeno fue sin duda debido a la contaminación biológica producida por microorganismos (algas, bacterias sulfurosas o dinofíceas), esto produjo el incremento de los insectos, los insectos al de las ranas y por último: la peste. En tiempos más recientes tenemos que las ciudades medievales eran habitualmente sucias, pestilentes, provocando serios y extendidos problemas de salud, dando pie a epidemias cíclicas que se fueron agravando cada vez más, llegando algunas de ellas a más de cien años de duración.

Con el incremento de la población y el surgimiento de la actividad industrial la polución de ríos, lagos y aguas subterráneas aumenta constantemente. Las guerras también han contribuido al deterioro del planeta. Durante la guerra del Pérsico (1990-1991) el ejército Iraquí incendió más de 600 pozos petroleros en Kuwait, contaminando grandemente la atmósfera. Añadió al aire toneladas de gases tóxicos y, por otra parte, los enormes derrames de petróleo en el mar arrasaron con los ecosistemas marinos. Actualmente podemos apreciar un problema de contaminación en el Golfo de México debido al derrame de petróleo ocasionado por la explosión de una plataforma petrolera estadounidense y por su posterior hundimiento. El accidente se inició el 20 de abril del presente año y duró cuatro meses sin control, derramando algo así como cinco mil millones de barriles de crudo; apenas en días pasados fue destituido el Director de exploraciones de la British Oil Company.



Fig. 06

COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA e invitados

En México algunos ríos y lagos han presentado el desarrollo desmedido de vegetales acuáticos como los lirios, lo que ha ocasionado graves daños a los ecosistemas, impidiendo la pesca y obstaculizando la navegación. Ríos y lagos como el Lerma, Chapala, Santiago, San Juan, Balsas, Blanco, Pánuco, Nasas y Bravo, entre otros, enfrentan en mayor o menor medida estos problemas; en el caso del lago de Chapala la contaminación por aguas negras y basura alcanza más de cinco kilómetros de la ribera hacia el interior.

Factores ambientales. La contaminación del agua es un problema local, regional y mundial y está relacionado con la contaminación del aire y con el modo en que usamos el recurso de la tierra. El crecimiento demográfico, la industrialización y la concentración urbana, contribuyen a crear una amenaza para el hombre contemporáneo, el deterioro de su medio ambiente.

La contaminación del agua es producida por varios factores, entre los cuales figuran ocho importantes, o mejor dicho, existen 8 razones para la contaminación del agua:

- 1) Microorganismos patógenos.
- 2) Desechos orgánicos.
- 3) Sustancias químicas inorgánicas.
- 4) Nutrientes vegetales inorgánicos.
- 5) Compuestos orgánicos.
- 6) Sedimentos y materiales suspendidos.
- 7) Sustancias radiactivas.
- 8) Contaminación Térmica.

Aunado a lo anterior, Estados Unidos hace 40 años aceptó que depositaba anualmente al mar cerca de 50 millones de toneladas de desechos, llevados mar adentro por buques-tanque o barcasas (esto es sin incluir los desechos arrastrados por las aguas negras que son descargadas y arrojadas a lo largo de las costas de los océanos Atlántico y Pacífico y el Golfo de México); la ciudad de Chicago eliminaba las aguas servidas por tuberías 30 kilómetros al interior del lago Michigan, hasta que empezó a tener problemas con el agua potable.

El verter las aguas negras y desechos agrícolas en las aguas costeras, se introducen grandes cantidades de nitrógeno en forma de nitratos y fósforo que generan el crecimiento acelerado de organismos acuáticos como las algas. Cuando las algas mueren y se descomponen, crean una "zona muerta" (eutrofización), debido a que las aguas costeras se quedan sin oxígeno peces y otras especies acuáticas mueren. Actualmente existe en el Golfo de México una zona muerta de 7,800 kilómetros cuadrados cerca de la desembocadura del río Mississippi.

Las aguas negras y los desechos industriales arrastrados por el agua de fuentes puntuales generalmente no se tratan, sobre todo en los países subdesarrollados. La mayoría de éstos desechos son descargados a las corrientes de agua más cercanas o en lagunas donde el aire, la luz solar y los microorganismos degradan los desechos, matan algunas bacterias patógenas (causantes de enfermedades) y permiten que los sólidos se sedimenten, contaminando no así al ambiente, pero sí al cuerpo de agua que los contenga. Por este motivo durante la estación seca, en la mayor parte de las zonas turísticas y protegidas pueden verse ríos y lagunas altamente contaminadas con basura y aguas negras, especialmente el centro y sureste de la república.

Las aguas subterráneas no pueden depurarse por sí mismas, ya que las corrientes de éstas son lentas y no turbulentas, y los contaminantes no se diluyen ni se dispersan fácilmente. Es difícil también, que se lleve a cabo el proceso de descomposición aeróbica ya que existe muy poco oxígeno debajo de la tierra, y las colonias de bacterias anaeróbicas están muy dispersas y no son suficientes para descomponer la materia. Para que las aguas subterráneas contaminadas puedan liberarse por sí mismas de los desechos contaminantes tienen que pasar a veces cientos, o miles de años.

El libro *Agua* de La Jornada cita lo siguiente: México, segundo consumidor mundial de agua embotellada sólo es superado por Italia. Con al menos 94 por ciento de ríos y lagos contaminados, la sobreexplotación de 102 acuíferos, la desaparición de cinco lagunas y 38 ciudades con problemas serios de abasto de agua potable (como podemos ver en la región lagunera y la aparición de cáncer de la piel en niños y ancianos en los años setenta). México enfrenta una crisis de escasez del líquido que ya amenaza el desarrollo de ciertas urbes y ha generado conflictos sociales.

De la misma forma en el libro Agua de la Jornada se presenta un diagnóstico sobre la crítica situación del agua en la ciudad de México, la crónica de cómo se ha desaguado el valle y un estudio de la UNAM sobre la calidad de agua potable, donde se han encontrado sustancias cancerígenas y altos niveles de materia fecal. Los mayores problemas se presentan en el Valle de México y el Sistema Cutzamala.

La contaminación del agua puede provocar enfermedades infecciosas intestinales; en el 2007 en nuestro país, estos padecimientos fueron la tercera causa de muerte en niños menores de 4 años, registrando 1,465 fallecimientos.



Fig. 07

Un diagnóstico de la Comisión Nacional del Agua (CNA) indica que en 47 cuerpos de agua superficial, de 429 monitoreados, el líquido se encuentra “fuertemente contaminado” por la alta cantidad de materia orgánica; en 111 contaminado, y sólo en 84 en condiciones “excelentes”. Más de la mitad de los cuerpos de agua fuertemente contaminados, detalla el reporte Estadísticas del Agua en México 2007, se localizan en las regiones hidrológicas Valle de México y Lerma-Santiago-Pacífico. La Secretaría de Medio Ambiente, por su parte, advierte que la contaminación de los recursos hídricos es uno de los problemas más graves de deterioro ambiental que enfrenta México.

*Cita: Angelica Enciso www.jornada.unam.mx.6 de marzo 2006

COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA e invitados

<http://www.olca.cl/oca/mexico/agua06//html>

Parecería que todos los daños causados al medio ambiente no podrían ser peores, pero no es así; pongamos como ejemplo lo que está sucediendo en ríos desde Canadá hasta la Florida, la alta concentración de nitratos, entre otros, producto de la contaminación humana está produciendo cambios importantes en los seres unicelulares, como la fiesteria, naturalmente quieta e inofensiva, se reproduce y gira vertiginosamente, está atacando a los peces y a los pescadores produciendo llagas en la piel que mata a los peces y enferma a los pescadores, y no es la única, en América del Norte ha aparecido un competidor del Ébola, con la diferencia de que entrando por una herida, se come a los humanos vivos, en cuestión de horas .

Durante años se ha dicho que la desaparición de los dinosaurios se debió a un asteroide, pero el año pasado se empezó a hablar por paleontólogos de otra causa, es posible que los grandes dinosaurios desaparecieran por epidemias, ya que todos no desaparecieron al mismo tiempo. En este siglo, las comunidades científicas analizan la posibilidad de “nuevos virus” en epidemias que maten a millones de seres humanos, como la “gripe aviar”, no sería nada remoto que la “aparición” de estos virus no sea más que un problema sanitario como los mencionados aquí.

Parecería que el problema que tratamos no tenga que ver nada con los constructores y administradores, pero no es así, nosotros somos parte de la solución; si tratáramos de resolver el problema masivo el costo superaría cualquier cifra que podríamos imaginar, sobre todo dado los recursos disponibles en nuestro país, por tanto, es necesario tratarlo de otra manera.

Los conjuntos habitacionales, tan mal vistos por sus problemas sociales, podrían muy bien ser proyectos piloto para el tratamiento previo de las aguas servidas, lo mismo universidades, centros comerciales, de negocios o de trabajo, y posteriormente la vivienda individual.

En varias partes del mundo el tratamiento de las aguas servidas ha tomado prioridad, así encontramos estudios de los trabajos realizados por ejemplo: el Sistema de lagos de tratamiento en Santee, California en los años sesenta-setenta, los estudios sobre wetlands en el Instituto Max Planck de Alemania-USA, los lagos de la ciudad de Xalapa, Veracruz en los setentas, “la forma en que estos humedales trabajan tiene similitud con los procesos biológicos que se dan en la naturaleza y en los filtros por goteo utilizados en las plantas de tratamiento convencionales” (Wolverton, 1988).

Autores como Kadlec Robert H. y Knight R. L. (1993) dan cuenta de una buena historia del empleo de humedales naturales y construidos para el tratamiento de aguas residuales y disposición. Los humedales son medios semi-terrestres con un elevado grado de humedad y una profusa vegetación, que reúnen ciertas características biológicas, físicas y químicas, que les confieren un elevado potencial auto depurador. Con el fin de apoyar la protección, ordenación de los recursos naturales, y también la promoción de actividades económicas respetuosas con el medio ambiente, varias Instituciones del entorno atlántico (Francia, norte de Portugal, Andalucía y Canarias) están desarrollando conjuntamente el proyecto DEPURANAT, que persigue investigar e implantar esquemas de desarrollo sostenible en el mundo rural y espacios naturales protegidos. Hoy en día existen varios métodos para tratar el agua residual o aguas negras.

El sistema brasileño trata aguas negras mediante radiación solar. Se trata de la creación de una planta en la cual se lleva a cabo el tratamiento de aguas negras mediante la utilización de la radiación solar para eliminar bacterias patógenas y permitir que el líquido sea reutilizado principalmente en la agricultura. La tecnología es totalmente sustentable, debido a que se puede

reciclar un desecho con una fuente de energía alternativa. El uso de plantas acuáticas en digestores de gravedad para el tratamiento de aguas residuales.

También llamados humedales artificiales o wetlands, tienen ventajas respecto de los sistemas de tratamiento alternativos, debido a que requieren poca o ninguna energía para funcionar. Si se cuenta con áreas no construidas, disponibles cerca de la instalación del digestor de cultivo acuático, puede ser una alternativa de costo efectivo, ya que nos ahorraríamos millones de pesos de costo de la infraestructura. También proporcionan un hábitat para la vida silvestre.

Este último sistema de tratamiento de aguas negras es el que detallaremos más a fondo, como una de las alternativas más económicas y viables, dado que no utiliza ninguna energía para funcionar. Los sistemas de depuración de bajo costo energético pueden ser una alternativa de tratamiento de las aguas residuales en entornos rurales al basarse en reproducir, en espacios acotados, los procesos de depuración que se dan en la naturaleza, necesitando pocos o nulos aportes energéticos externos. Además, los residuos que generan los procesos de depuración, así como el mantenimiento que requieren, son mínimos.

La idea fundamental de este artículo es aprovechar las aguas captadas localmente, tratar el agua residual in situ, por medio de pequeños sistemas, y reutilizar los subproductos obtenidos (agua, biomasa vegetal, nutrientes, etc.). Esto representa una oportunidad para poner en práctica estrategias de desarrollo territorial integrado y armonioso con los objetivos sociales, económicos y medioambientales, promoviendo la conservación y la valorización de los potenciales culturales y medioambientales tanto rurales como suburbanos.

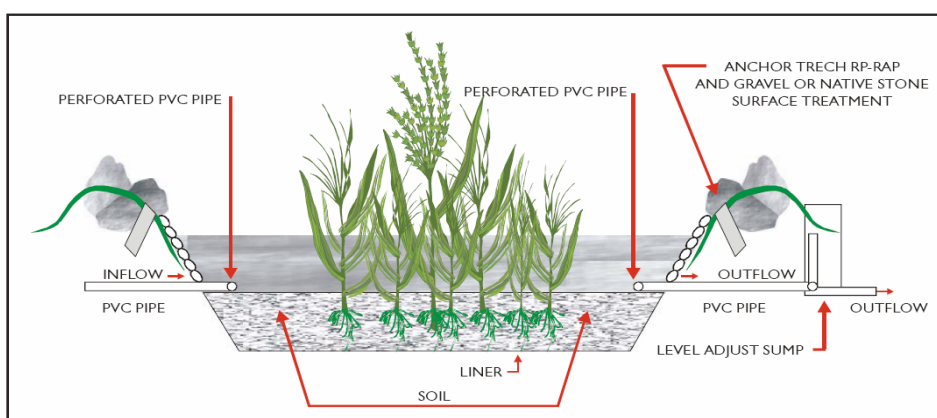


Fig. 08

Los tipos de Humedales artificiales:

Sistema de agua superficial libre (SASL) consisten típicamente de estanques o canales, con alguna clase de barrera subterránea para prevenir la filtración, suelo u otro medio conveniente a fin de soportar la vegetación emergente, y agua en una profundidad relativamente baja (0,1 a 0,6 m) que atraviesa la unidad. La profundidad baja del agua, la velocidad baja del flujo, y la presencia de tallos de planta y basura regulan el flujo del agua. Se aplica agua residual pre tratada, estos sistemas, y el tratamiento ocurre cuando el flujo de agua atraviesa lentamente el tallo y la raíz de la vegetación emergente.

COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA e invitados

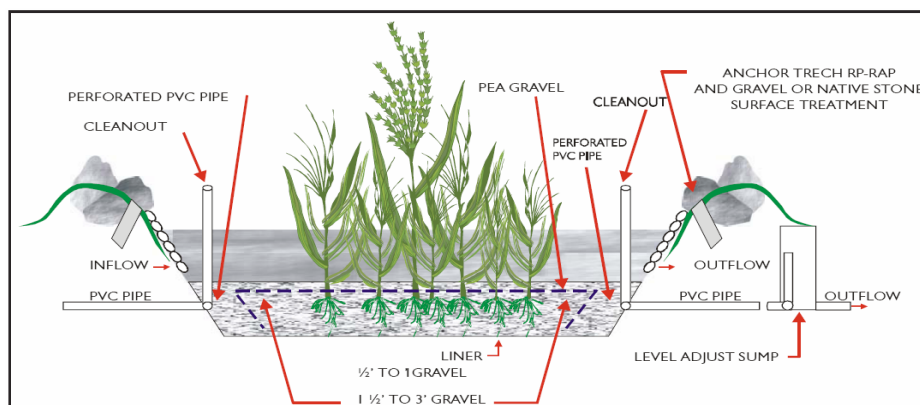


Fig. 09

Sistemas de flujo bajo la superficie (SFBS)

Estos sistemas son similares a los filtros horizontales por goteo en las plantas de tratamiento convencionales. Se caracterizan por el crecimiento de plantas emergentes usando el suelo, grava o piedras como sustrato de crecimiento en el lecho del canal. Dentro del lecho los microbios facultativos y las raíces de las plantas atacan al medio, contactando de este modo el agua residual que fluye horizontalmente a través del lecho; mientras que el sobrante baja a la superficie del medio (Kadlec *et al.*, 1993). Estos sistemas de flujo bajo superficie son diseñados con el propósito de obtener niveles de tratamiento secundarios, son llamados «la zona de raíces» o «filtros de piedras de junco y caña» desarrollados en Alemania Oriental.

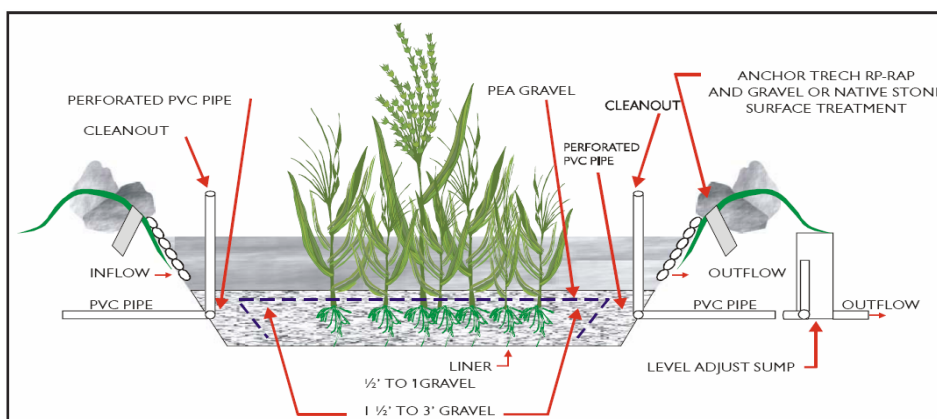


Fig. 10

Humedal artificial con plantas acuáticas emergentes

Este tipo de sistemas combina la acción de un sustrato determinado (grava principalmente) con la de plantas acuáticas emergentes. El sustrato retiene los sólidos en suspensión, a la vez que facilita una gran superficie de fijación para las bacterias que descomponen la materia orgánica; y por su parte, las plantas acuáticas absorben los nutrientes (nitrógeno y fósforo) y aportan oxígeno a través de sus raíces, lo que favorece la descomposición bacteriana.

Las plantas acuáticas facilitan la integración paisajística de los sistemas y recrean ecosistemas complejos donde intervienen otros elementos como insectos, anfibios y aves, regulando el sistema.

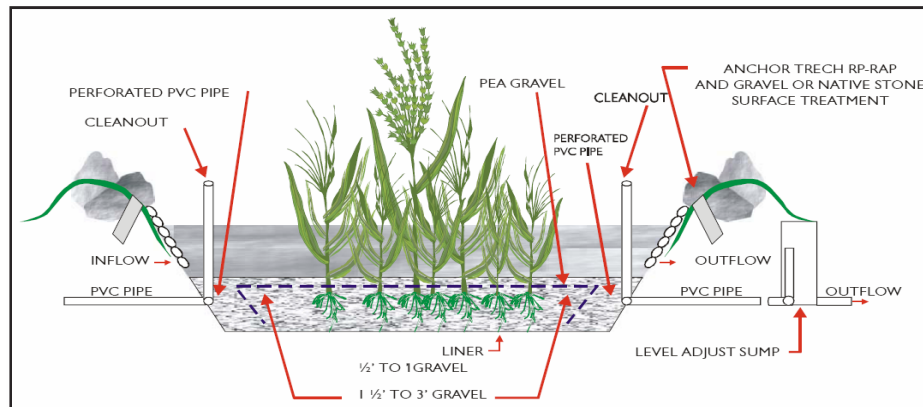


Fig. 11

La importancia de los humedales ha variado con el tiempo. Los humedales son zonas de transición entre el medio ambiente terrestre y acuático y sirven como enlace dinámico entre los dos. El agua que se mueve arriba y abajo del gradiente de humedad, asimila una variedad de constituyentes químicos y físicos en solución, ya sea como detritus o sedimentos, estos a su vez se transforman y transportan a los alrededores del paisaje. Los humedales proveen sumideros efectivos de nutrientes y sitios amortiguadores para contaminantes orgánicos e inorgánicos. Esta capacidad es el mecanismo detrás de los humedales artificiales (también denominados wetlands en otros países), para simular un humedal natural con el propósito de tratar las aguas residuales de empresas y municipios.

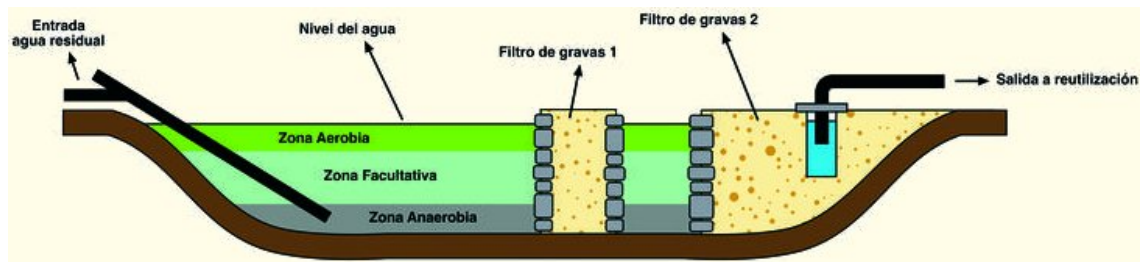


Fig. 12

La Solución biotecnológica consiste en la instalación de humedales artificiales que actúan como filtros naturales. Ubicados entre la planta y los recursos acuáticos (ríos, lagos, lagunas), estos sistemas, además de no necesitar mantenimiento ni consumir energía eléctrica, cuestan menos que la cuarta parte de un sistema de tratamiento tradicional. Los humedales se construyen utilizando diferentes especies de plantas que abundan en la zona: totoras, repollitos de agua, camalotes o juncos

COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA e invitados

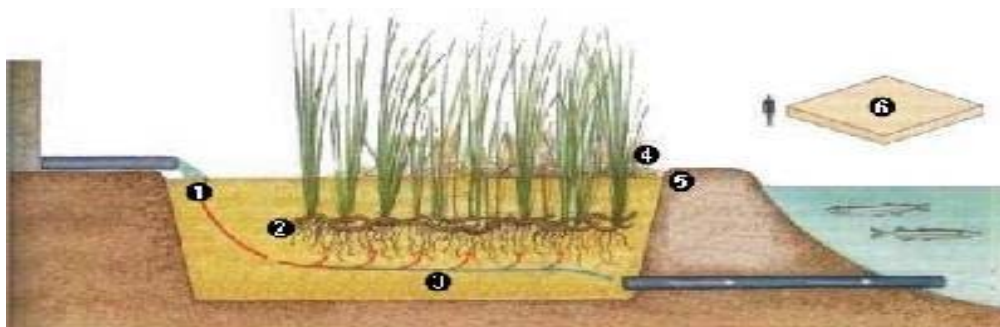


Fig. 13

La Solución 1 - Los desechos cloacales desembocan en el humedal, que es una cava llena de arena que funciona como aislante para que los olores no salgan a la superficie. 2 - El filtro del humedal consiste en una gran plantación, en este caso de juncos con sus raíces dentro de la arena, que se alimentan del agua. 3 - Los nutrientes del agua son absorbidos por los juncos, que los atrapan en sus tejidos y los utilizan para su crecimiento. 4 - Los nutrientes absorbidos se eliminan con el cambio de tallo del junco. Esos restos forman una capa aislante. 5 - El agua, ya libre de nutrientes, desemboca desde el humedal hacia la laguna. 6 - El tamaño del humedal: La superficie necesaria se calcula en base a la cantidad de habitantes de la ciudad que produce los desechos, según la siguiente relación: 1 persona = alrededor de 5 m². (Otros estudios consideran una superficie de 0.25 m² por persona para una ciudad de 20,000 habitantes).

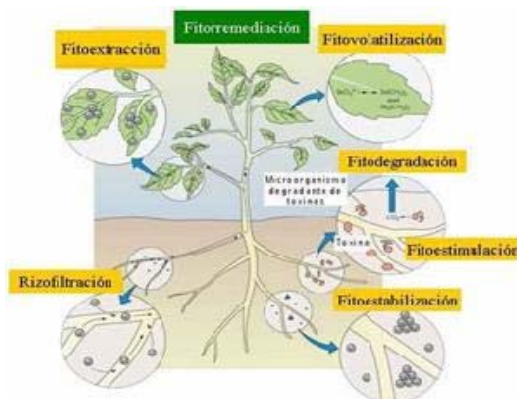


Fig. 14

No todos los sistemas de purificación de natural de aguas negras tienen que ser exactamente iguales, esto depende del uso o procedencia de sus aguas a tratar y del nivel de purificación que se requiera. El siguiente ejemplo se construyó para un albergue; este albergue tiene una capacidad para alojar a 36 personas y en él se combinan actividades de recreo con otras de educación ambiental, acercamiento al patrimonio local, deportes en la naturaleza, etc. El sistema está constituido por una fosa séptica seguida de dos lagunas facultativas con macrófitos de ribera, unidas a través de un pequeño filtro de gravas. A la salida de la segunda laguna y como última etapa de tratamiento se dispone de un filtro de gravas con macrófitos. El agua tratada puede ser recirculada al primer lagunaje desde la arqueta de salida, con la ayuda de una bomba de recirculación.

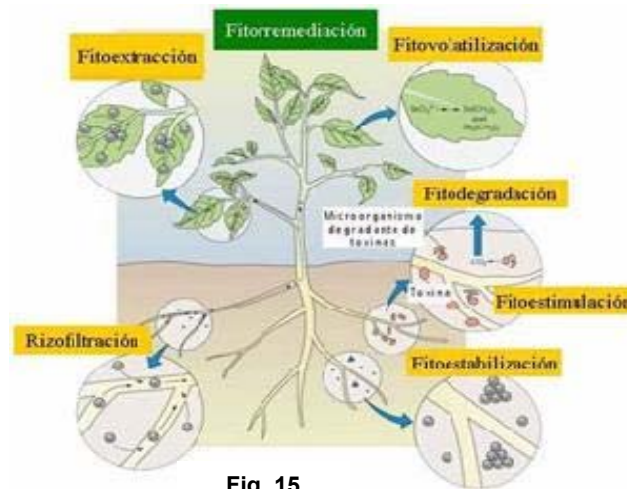


Fig. 15

El sistema de depuración consiste en una fosa séptica de 100 m³, en donde se le da un pretratamiento anaeróbico a un humedal de flujo horizontal de 80 m² (2.22 m² p.p.), en el que se combinan distintos tipos de plantas y una laguna facultativa. El agua, ya depurada, se vierte al barranquillo próximo, favoreciendo la recuperación de los sistemas riparios. Estas depuradoras suponen un importante ahorro de agua, al reutilizar un recurso escaso en la zona, y reduce de forma considerable el volumen y los costes de la gestión de los residuos sólidos.



Fig. 16

Se puede observar que todos los documentos investigados no toman en cuenta el sistema de pretratamiento que utilizan como parte importante del mismo, quizás porque ya existe información sobre el tema, el problema que se presenta es que las dimensiones descritas no corresponden a la población indicada, variando mucho de un autor a otro.

Por lo que la propuesta en este sentido es la de combinar algunos de los métodos para obtener un método más eficiente y que requiera un área menor, de manera de optimizar los recursos disponibles.

COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA e invitados

Por ejemplo, utilizando un sistema de fosa séptica de tres cámaras en vez de dos, con tapa o tubo de extracción de lodos activados, la salida de la tercera cámara utilizaría los rayos ultravioleta del sol.

**Fig. 17**

Para lograrlo, la salida de la tercera cámara sería de acción lenta, para pasar el agua servida sobre una superficie plana como escurrimiento, de manera que los rayos del sol eliminen las bacterias patógenas al mismo tiempo que las anaerobias; este procedimiento reduciría considerablemente la necesidad de un campo de tratamiento de vertidos peligrosos, ya que los lodos pueden retirarse periódicamente y dejarse secar en un campo apropiado o incinerarlos, como se realiza en los países desarrollados, pero el primer procedimiento tendría un costo muy pequeño en relación al segundo.

Las aguas negras previamente tratadas más las servidas pueden llevarse al sistema de tratamiento de humedales requiriendo una superficie menor. De esta manera el campo de tratamiento se reduciría por ejemplo, para una población de 20,000 habitantes a una superficie no mayor a la de un campo de fútbol, logrando de ésta manera eliminar residuos peligrosos, metales pesados y nitratos, que tanto daño le ocasionan a los seres vivos.

CONCLUSIONES

La ciencia de la Administración nos auxilia en el manejo de recursos cada vez más escasos de manera de obtener el mayor beneficio posible de los bienes con los que contamos, estos recursos no incluyen tan sólo el capital disponible sino también los materiales equipos y procedimientos accesibles para lograr un fin dado.



Fig. 18

Durante la planeación de la idea, nos damos cuenta que en ocasiones es posible atacar el problema de manera global y contundente, pero al hacerlo, es probable que el costo rebase en mucho las posibilidades reales de lograr eficacia en nuestras acciones.

En cambio, si en problemas como el presente avanzamos de lo particular a lo general, elegimos los participantes, detallamos con cuidado lo que a cada uno le corresponde realizar, analizamos los pros y los contras, consecución de materiales, costo de los mismos y de los procedimientos, tiempos de ejecución así como los procedimientos para obtener recursos y en determinados aspectos, permisos para su elaboración, es muy probable que la realización de los planos y planes para el proyecto se adecúen de manera flexible al entorno y al momento.

La siguiente etapa, la de ejecución tendrá también sus propias necesidades, tales como verificar su adecuación al sitio, cumplimiento con normas y especificaciones, con los materiales, los costos y los volúmenes de obra, así como a cambios y modificaciones que se presentaran durante la realización de la misma; cumplido todo ello, habrá de revisarse todo el proceso minuciosamente antes de la entrega del trabajo. La última etapa consistirá en seguir minuciosamente el funcionamiento del sistema, a manera de garantizar su servicio además de en caso de ser necesario, realizar los cambios oportunamente para optimizar su eficacia. Por último, guardar toda la información útil para la realización de nuevos proyectos.

COMPILACIÓN DE ARTICULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2010

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA e invitados

REFERENCIAS DE IMÁGENES

- Fig. 01** - [Http://web.educastur.princast.es/proyectos/grupotecne/archivos/investiga/166agua1.jpg](http://web.educastur.princast.es/proyectos/grupotecne/archivos/investiga/166agua1.jpg)
- Fig.02** [Http://3.bp.blogspot.com/_Wlp_EWrtEpl/THcDThnbBHI/AAAAAAAAAWI/WhZIWnC_an0/s200/falta_agua_potable.jpg](http://3.bp.blogspot.com/_Wlp_EWrtEpl/THcDThnbBHI/AAAAAAAAAWI/WhZIWnC_an0/s200/falta_agua_potable.jpg)
- Fig. 03** - [Http://www.blogsociedad.com/files/uploads/big_glaciar-perito-moreno.jpg](http://www.blogsociedad.com/files/uploads/big_glaciar-perito-moreno.jpg);
- Fig.04** [Http://www.elsalvador.com/noticias/EDICIONESANTERIORES/marzo25/NACIONAL/6BASURARIO1.GIF](http://www.elsalvador.com/noticias/EDICIONESANTERIORES/marzo25/NACIONAL/6BASURARIO1.GIF)
- Fig. 05** - [Http://eliud44.iespana.es/agua.jpg](http://eliud44.iespana.es/agua.jpg)
- Fig. 06** - [Http://educasitios.educ.ar/grupo068/files/PATO.gif](http://educasitios.educ.ar/grupo068/files/PATO.gif)
- Fig. 07** - [Http://img379.imageshack.us/img379/7677/contaminacionbf2.jpg](http://img379.imageshack.us/img379/7677/contaminacionbf2.jpg)
- Fig. 08** - Sistema de aguas superficiales libre SASL
- Fig. 09, 10, 11** - Sistema de flujo bajo la superficie SFBS
- Fig. 12** - [Http://www.rinconesdelatlantico.com/num3/26_depuranat.html](http://www.rinconesdelatlantico.com/num3/26_depuranat.html)
- Fig. 13** - Humedal artificial de desechos cloacales e industriales; 22-12-07 *Por Cristian Frers*
- Fig. 14,15** - Tipos de fitoremediación, en donde se indica la zona de la planta en donde ocurre el proceso; 22-12-07 *Por Cristian Frers*
- Fig. 16,17** - Sin referencia alguna
- Fig. 18** - foto del bosque de la primavera, las orillas del rio agua caliente foto giorgio viera.

BIBLIOGRAFÍA

- *Cristian Frers es Técnico Superior en Gestión Ambiental y Consultor Ambiental.
- *http://www.ecoportal.net/Contenido/Temas_Especiales/Contaminacion/El_uso_de_plantas_acuaticas_para_el_tratamiento_de_aguas_residuales
- *http://www.rinconesdelatlantico.com/num3/26_depuranat.html
- *<http://depuranat.itccanarias.org>
- **Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG Vol. 15, N° 17, 85-96 (2006) UNMS MISSN: 1561-0888 (impreso) / 1628-8097 (electrónico)*
- **Wilmer Alberto Llagas Chafloque, Egresado de la Diplomatura en Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible. UPG - FIGMMG, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.*
- *Enrique Guadalupe Gómez, Docente de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.*
- *Cita: Angelica Enciso www.jornada.unam.mx.6 de marzo 2006 <http://www.olca.cl/oca/mexico/agua06/html>