

EL DERECHO HUMANO A UN MEDIO AMBIENTE SANO

Rosa Oliva Carbajal García

Introducción	205
Tratamiento de aguas residuales.....	206
1. Agua corriente y de pozo	206
2. Ahorros de energía con el reciclaje del agua	206
3. Ahorros de costes futuros al reutilizar el agua del proceso.....	207
4. Demandas estrictas en el uso del agua	207
5. Los costes de las aguas residuales	207
6. Sistemas de reciclaje de agua	208
6.1 Conceptos básicos de ósmosis inversa.....	208
7. Tratamiento de aguas residuales mediante el sistema de lodos activados.....	211
7.1 Material y métodos.....	212
7.2 Ilustración a través de tablas.....	213
7.3 Resultados.....	214
Conclusiones.....	215
Comentarios	217
Bibliografía.....	218

EL DERECHO HUMANO A UN MEDIO AMBIENTE SANO

Rosa Oliva Carbajal García

Introducción

Este ensayo pretende ir más allá de mostrar una serie de soluciones formales e intenta comprender fenómenos biológicos que tradicionalmente no corresponden a la cultura del paisaje. Sin pretensiones científicas, intentando resumirlos y transmitirlos.

De igual manera, he intentado presentar el esfuerzo de una serie de profesionales que son los que pueden lograr la realización de los futuros jardines de depuración. Hay que añadir que un viaje es también la ocasión para comprobar que la visión de la «naturaleza» forma parte integrante de la «cultura»... y que hay grandes diferencias entre las sensibilidades de los distintos países acerca de los problemas del medio ambiente.

La reutilización de procesos de agua residual llega a ser más y más interesante: Estudio de caso con la comparación de costes.

El coste del agua de la llave está aumentando constantemente mientras que las concesiones para la extracción del agua subterránea se conceden raramente más. Se espera que el precio del agua potable pronto doble en precio.

Muchos procesos industriales requieren el agua de proceso calentada o refrescada. Reutilizando el agua de proceso, las demandas de la necesidad energética son disminuidas y por lo tanto los ahorros se pueden hacer en sus costes de la energía.

Al preparar el agua de proceso, ciertos elementos se quitan para aumentar el funcionamiento del sistema, mientras que otras sustancias se agregan para mejorar la calidad del agua y para promover la eficacia del proceso. Cuando se reutiliza esta agua, está libre de elementos indeseados y ya contiene esos elementos requeridos por el proceso, por lo tanto se reducen los costes.

205

Demandas más terminantes se están haciendo en la calidad de los procesos que atraviesa el agua. La desinfección por medio de productos ambientalmente amistosos se recomienda altamente. Lenntech no utiliza los productos químicos para los propósitos de la desinfección. En su lugar, Lenntech aplica la luz UV y el ozono que son muy eficaces, y menos perjudiciales para el medio ambiente.

Los costes de eliminar aguas residuales han aumentado en un 20% en los últimos 5 años. Se espera que estos costes se levanten aún más. Algunas compañías han puesto ya las unidades del pre-tratamiento para aguas residuales. En muchos casos el post-tratamiento del agua es también posible, por lo tanto haciéndolo conveniente para la reutilización en el proceso. Las aguas residuales pueden también experimentar un tratamiento menos eficaz y se puede utilizar como agua enfriadora o de limpieza.

Cuando no se elige ninguna de las opciones de la reutilización, Lenntech proporciona métodos alternativos de tratar las aguas residuales antes del drenaje. De esta manera disminuyen las tarifas del drenaje.

Tratamiento de aguas residuales

La reutilización del agua del proceso y residual, lo que se conoce como reciclaje del agua, constituye hoy en día una solución muy interesante, sin embargo en un futuro muy próximo, va a ser una necesidad imperante ya que encontrar agua al cien por ciento potable es cada vez más difícil.

1. Agua corriente y de pozo

El costo de agua corriente está aumentando constantemente. Uno paga ahora una media de 1 - 1.50 EURO por metro cúbico (1000 litros). Esto ha aumentado un 20 % a partir de 1990. Cuando se extrae agua subterránea, un impuesto de 0.15 - 0.20 euros deben ser pagados. En los Países Bajos por ejemplo, debido al descenso en el nivel del agua subterránea, las concesiones se otorgan raramente para la extracción de agua subterránea. Esto ha dado lugar a que más y más compañías de agua potable tengan que utilizar el agua superficial para la preparación de agua potable y las compañías se han cambiado al reciclaje del agua. Por lo tanto se espera que el agua potable pronto doble en precio. En los países vecinos de los Países Bajos, las altas tarifas del agua están ya puestas en uso. (Alemania: 2 EURO por m³, Dinamarca: 2.50 EURO por m³).

2. Ahorros de energía con el reciclaje de agua

Muchos procesos industriales requieren que el agua de proceso sea calentada o sea enfriada. El agua de pozos y el agua corriente tienen una temperatura media entre 10°C y 13°C, respectivamente. En promedio, cada ascenso de un grado en la temperatura cuesta alrededor de 0.05 EURO por m³. Cada descenso en un grado de la temperatura cuesta alrededor de 0.07 EURO por m³. Con la reutilización del agua del proceso, las demandas energéticas son reducidas y por lo tanto se pueden hacer ahorros en los costes energéticos.

3. Ahorros de costes futuros al reutilizar el agua del proceso

Al preparar el agua del proceso, ciertos elementos se quitan para aumentar el funcionamiento del sistema (por ejemplo retiro del hierro del agua corriente y ablandar el agua por el retiro de carbonatos). Aparte del retiro de elementos indeseados, otras sustancias se agregan generalmente para mejorar la calidad del agua y para promover la eficacia del proceso (por ejemplo nutrientes para las plantaciones hortícolas de los viveros). Cuando se reutiliza el agua, está libre de elementos contaminantes, y contiene ya esos elementos que son necesarios para el proceso, por lo tanto el costo es reducido.

4. Demandas estrictas en el uso del agua

Demandas más estrictas se están haciendo en cuanto a calidad en los procesos que utilizan el agua. La desinfección por medio de productos ambientalmente amistosos es recomendada altamente. Lenntech no utiliza productos químicos (como el cloro o el hipoclorito) para los propósitos de la desinfección. En su lugar, Lenntech aplica la luz ultravioleta y el ozono que son muy eficaces, y no son agresivos para el ambiente.

5. Los costes de las aguas residuales

El coste de eliminar aguas residuales ha aumentado en un 20% en los últimos 5 años. Se espera que este coste se incremente aún más. Algunas compañías por lo tanto han puesto ya las unidades de pre-tratamiento para tratar aguas residuales. En muchos casos, el post-tratamiento del agua es también posible, por lo tanto haciéndola conveniente para el proceso de reciclaje. El agua efluente puede también experimentar un tratamiento menos eficaz y ser utilizada como agua de refrigeración o de limpieza. Cuando no se elige ningunas de las opciones de la reutilización, Lenntech proporciona métodos alternativos para tratar el efluente antes de que sea drenado. De esta manera se bajan las tarifas del vertido.

La reutilización del agua referente a los cinco puntos, anteriormente dichos, puede ahorrar muchos de los costes de una compañía.

207

Lenntech, especializándose en la investigación y el diseño de los sistemas de tratamiento de aguas eficaces y viables, le ofrece la solución a sus problemas de recirculación del agua.

Tratamiento del agua: filtración del agua / otros procesos de recirculación / tratamiento del agua residual / desinfección del efluente.

6.- Sistemas de reciclaje de agua

Alta calidad de agua, menos de 5 micrones.

Alta capacidad de caudal, desde 115 lts. / m hasta 473 lts. / m (30 hasta 125 GPM)

Sistema integrado de producción de ozono y recirculación para eliminar olores y algas.

Ocupa poco espacio en las salas de máquina.

Fácil de instalar.

Mínimo mantenimiento.

Puede adaptarse a las instalaciones existentes.

Sistemas de circuito cerrado o alta limitación de vertido a la alcantarilla

Con-Serv VT: Reciclado y filtrado de hasta 28.000 litros hora

Con-Serv V: Reciclado y filtrado de hasta 23.000 litros hora

Con-Serv III: Reciclado y filtrado de hasta 15.000 litros hora

Sistemas completos de reciclado de aguas

YC-5 Reciclado de hasta 23.000 litros / hora

YC-3 Reciclado de hasta 15.000 litros / hora

Sistemas básicos de reciclado de aguas

Y 5 Reciclado de hasta 23.000 litros / hora

Y 3 Reciclado de hasta 14.000 litros / hora

Sistemas de control de olores en tanques de almacenamiento

FS-4000 Producción de 4 gramos / hora

FS-6000 Producción de 6 gramos / hora

FS-8000 Producción de 8 gramos / hora

La utilización de ósmosis inversa para la producción de agua con calidad a partir de la residual, ya depurada, es una técnica de minimización en sí misma, ya que permite disminuir tanto los consumos de agua como los vertidos de la empresa, permitiendo además obtener agua de gran calidad, adecuada para la mayor parte de los procesos industriales.

6. 1. Conceptos básicos de ósmosis inversa

Las tecnologías de membrana son sistemas de filtración enmarcados entre los denominados sistemas de reciclado, y se utilizan para separar sustancias disueltas de una solución. Estas técnicas se basan en la utilización de membranas semipermeables.

Una membrana semipermeable es una barrera delgada que, mediante la actuación de una fuerza, impide o permite el paso de sustancias entre los dos medios que separa.

El interés de las técnicas de membranas frente a otras técnicas de reciclaje es múltiple:

- Suelen operar a temperatura ambiente.
- La separación se realiza sin cambio de fase, extremo éste de gran interés en el plano energético y respecto de otros procesos como la evaporación, destilación, etc.
- La separación se realiza sin acumulación de productos a separar en la membrana, situación que permite el funcionamiento del sistema en continuo, a diferencia de otros sistemas que requieren ciclos de regeneración como es el caso del intercambio iónico.
- La ósmosis inversa es una técnica de separación que utiliza membranas semipermeables a escala molecular, bajo el efecto de una presión. Con esta técnica pueden ser retenidos desde iones hasta moléculas orgánicas de 100-200 g / mol.
- El transporte se debe al potencial químico originado por la presencia de soluto. La presión exacta que debe aplicarse en el lado de la disolución para detener el paso del disolvente es lo que se denomina *presión osmótica*.

En ósmosis inversa, una presión mayor que la osmótica se aplica en el lado de la disolución para invertir el flujo del disolvente, haciéndolo pasar desde el lado de la disolución hacia el lado donde está situado el disolvente puro; de aquí el nombre de *ósmosis inversa*.

La concentración de las sales en la disolución de alimentación tiene un marcado efecto en el rendimiento de la membrana. El efecto primario es el aumento de la presión osmótica que se produce cuando aumenta la concentración de soluto en una disolución. Cuanto más aumenta la concentración de las sales, mayor tendencia existe a darse una disminución de caudal.

Los sistemas de ósmosis inversa suelen aplicarse con dos propósitos generales:

- Producción de agua pura para diversos usos. En este caso el producto que se aprovecha es el agua pura que permea a través de la membrana. Los solutos retenidos deben ser eliminados por diversos procedimientos y constituyen la fracción no aprovechable del sistema.
- Concentración de solutos presentes en la disolución de alimentación. Este proceso se designa en ocasiones como «*deshidratación*». La mayor parte de las aplicaciones de este tipo tienen como finalidades más usuales: Recuperación de materias primas; Reducción del volumen de vertidos; y concentración de productos para su procesamiento en un proceso industrial.

Los diversos tipos de membranas de ósmosis inversa se suministran empaquetados en conjuntos a través de los que se hace circular la corriente de alimentación a elevada presión, y por medio de los que es posible separar el permeado obtenido del correspondiente rechazo. Estos conjuntos de membranas se denominan módulos.

Los módulos se diseñan de modo que la velocidad de circulación de la disolución de alimentación genere un régimen turbulento, con ello se consigue minimizar la deposición de material sobre la membrana, obviándose, al menos en parte, los fenómenos de polarización sobre ésta. Además de los criterios hidrodinámicos, existen otros aspectos importantes que deben de ser considerados en el momento de realizar el diseño de los módulos, algunos de ellos son: Alta densidad de empaquetamiento; Coste de fabricación asequible; Facilidad de limpieza; y costes de sustitución de la membrana no excesivamente elevados.

En los procesos de ósmosis inversa al mismo tiempo que se van separando las sales por medio de la membrana, éstas se van concentrando en el rechazo. En sistemas en los que la recuperación de agua es del 50-75% las sales presentes en el rechazo pueden llegar a alcanzar 2-4 veces superiores a las del agua de alimentación. Cuando esta concentración excede los límites de solubilidad de alguna de las sales éstas precipitan y se depositan sobre la membrana. La formación de incrustaciones está en el origen de una peor calidad del producto obtenido debido a una disminución de la tasa de rechazo, mayor caída de presión en el módulo y, frecuentemente, una saturación irreversible de la membrana.

La capacidad del agua, o fluido tratado, de producir incrustaciones depende, lógicamente, de su composición, temperatura de trabajo y del factor de concentración del propio proceso condicionado, a su vez, por el porcentaje de recuperación del mismo.

Las sales de un modo más frecuente ocasionan fenómenos de incrustación, su presencia requiere arbitrar sistemas adecuados de control para evitar su incidencia negativa sobre las membranas de ósmosis inversa.

Desde el punto de vista de los requerimientos del agua de aporte, el tratamiento previo recomendado para este tipo de instalaciones, debe de contemplar:

- Eliminación de la turbidez o sólidos suspendidos.
- Ajuste y mantenimiento del pH del agua de alimentación en los límites adecuados.
- Reducción de la tendencia a producir precipitados.
- Desinfección con el fin de evitar la formación de limos por algas o bacterias.
- Eliminación de aceites (emulsionados o no) y otros compuestos orgánicos capaces de perjudicar a la membrana.
- Incluso en los casos en que los tratamientos previos son muy estrictos, con el tiempo es normal que tiendan a producirse fenómenos de saturación o de incrustación. Como consecuencia de ello los módulos deben de ser sometidos, eventualmente, a procedimientos de limpieza.
- La suciedad de las membranas debido a los fenómenos citados puede ser detectado por circunstancias inherentes al propio funcionamiento de los equipos, tales como disminución del rendimiento o productividad, incremento de la presión de trabajo, pérdidas de carga debidas a la fricción y disminución de la calidad del permeado; y
- Los productos químicos utilizados en la limpieza de las membranas deben ser compatibles con la naturaleza química de éstas y elegido, además, según los productos causantes de los fenómenos de incrustación o de saturación. En cualquier caso, cada tipo de membrana tiene un mantenimiento más adecuado, que además, viene recomendado por el propio fabricante. Como criterio general se puede decir que en ningún caso deben de sobrepasarse los límites de funcionamiento habituales (presión, temperatura y caudal) cuando se está desarrollando el procedimiento de limpieza, con ello se evitará en gran medida los daños irreversibles en la membrana.

7.- Tratamiento de aguas residuales mediante el sistema de lodos activados

Castorena Torres Fabiola; Jarquín Velásquez Judith; Quiroz Sánchez Alexandra; Valdivia Durán Luis Felipe, Departamento de Sistemas Biológicos, UAM-X.

Actualmente uno de los mayores problemas ambientales es la contaminación del agua. En el presente ensayo se plantea una alternativa para el tratamiento

de aguas residuales domésticas, el tratamiento fue desarrollado en dos sistemas, en lote y continuo. Se evaluó la eficiencia de ambos sistemas, determinando la calidad del influente y el efluente. Se obtuvo una buena eficiencia, lográndose una remoción de materia orgánica oxidable de 79.7% en el proceso continuo y de 92.97% en el proceso en lote.

En la actualidad, uno de los problemas que más preocupa a la humanidad es la gran cantidad de contaminantes que se desechan en el agua, el tratamiento de tales aguas residuales es de gran importancia ya que ofrece una alternativa de solución para aquellos; con motivo de que esto se logre es necesario recurrir a muchos métodos, de los cuales los más utilizados son los que involucran microorganismos debido a que son económicos, eficientes y no generan subproductos contaminantes.

El empleo de lodos activados ofrece una alternativa para el tratamiento de aguas residuales ya que poseen una gran variedad de microorganismos capaces de remover materia orgánica presente en el agua, esto se ve favorecido por el uso de reactores que proveen de las condiciones necesarias para la biodegradación.

El proceso de lodos activados tiene como objetivo la remoción de materia orgánica, en términos de DQO, de las aguas residuales. La combinación de microorganismos y agua residual se conoce como lodos activados.

Por lo anterior, en el presente trabajo se evalúa la eficiencia de un reactor para el tratamiento de aguas residuales de uso doméstico mediante un sistema de lodos activados.

7.1 Material y métodos

Agua residual.

Se utiliza agua proveniente del drenaje de una casa habitación de Tultitlán, Estado de México.

Lodos activados.

Los lodos activados fueron donados de la «Planta de Tratamiento de Agua del Cerro de la Estrella», Iztapalapa México, D. F.

Sistema.

Se utiliza un contenedor de 2000 ml al cual se le adicionó 1500 ml de agua residual, un reactor de 2000 ml al cual se le colocaron 400 ml de lodos

activados previamente adaptados al agua residual durante 6 días y un colector con capacidad de 500 ml para el recibimiento del agua previamente tratada.

Condiciones de operación.

El tiempo de contacto del agua con los lodos fue de 8 horas, 6 de las cuales cada hora se tomó una muestra de 10 ml para evaluar la eficiencia del sistema, durante todo el proceso la suplementación del aire se realizó por difusión con una manguera de plástico de 5 mm de diámetro a temperatura ambiente.

Métodos de análisis.

La evaluación de la eficiencia del sistema se determinó por: Color y olor del agua antes y después del tratamiento; materia en suspensión, materia en solución, materia decantable, materia total. Demanda química de oxígeno (DQO) siguiendo el método de permanganato de potasio en temperaturas altas.

Se realizaron dos pruebas de tratamiento siguiendo dos diferentes condiciones de proceso: en lote y continuo; las condiciones que se utilizaron para ambos se ejemplifican en las tablas 1 y 2.

7.2. Ilustración a través de tablas

Tabla 1

Condiciones del Proceso en Lote

pH 7.6 - 7.9

Temperatura 25°-26°

Tiempo de adaptación del lodo 6 días

Tiempo de retención 8 horas

Volumen de lodo 400 ml

Volumen total de licores 2000 ml

Velocidad de aireación 7.5 ml / seg.

Tabla 2

Condiciones del Proceso Continuo

pH en el reactor 7.6 - 7.9

Temperatura 25°-26°

Tiempo de adaptación del lodo 6 días

Carga Hidráulica (flujo) 6 ml /min.

Tiempo de retención 5 horas

Volumen de lodos 400 ml

Volumen total de licores 2000 ml
Velocidad de aireación 7.5 ml /seg.

El reactor que se utiliza en el proceso continuo estuvo conformado de la siguiente manera: un contenedor de agua residual colocado a 50 cm por arriba de la entrada al reactor; esta entrada de agua estaba controlada por una válvula de control de flujo; también estaba conectado al reactor una entrada de aire controlada a cierta velocidad de aireación (ver tablas). El reactor donde estaba la mezcla de agua residual y los lodos activados tenía filtros por debajo de la salida del agua tratada; la entrada de agua residual y aire estaba en el fondo del reactor. El reactor utilizado es un cilindro de plástico sellado por un lado.

7.3 Resultados

Después de la fase experimental se obtuvieron los siguientes datos del tratamiento del agua residual:

Se encuentra una disminución considerable de la intensidad de olor; tanto en el proceso continuo como en lote, al final del tratamiento se percibe la presencia de un ligero olor. Al inicio del proceso en lote, el agua residual tuvo un olor intenso y al final el olor era ligero; en el proceso continuo el olor del agua residual pasó de medio a ligero.

Durante el tratamiento de las aguas residuales domésticas no se observó un aumento de biomasa significativo ya que en ambos procesos, el aumento de peso de los lodos fue del 1%.

En cuanto al color del agua que se observa antes y después del tratamiento; se ve una disminución del mismo después del bioproceso, ya que el agua residual presentaba un color verde intenso que llegó a ser amarillo o casi incoloro.

Respecto a los valores obtenidos de DQO en el proceso en lote y continuo, se observó una disminución considerable de estos valores. Los muestreos se realizaron a tiempo cero y al final del proceso, alrededor de 6 horas. En el proceso en lote el valor de DQO al tiempo cero fue de 200 y llegó a 15; mientras en el proceso continuo el valor de DQO inicial fue de 400 mientras que al final fue de 78.

En cuanto al porcentaje de remoción de materia orgánica, tanto en el proceso en lote como en el continuo, la eficiencia del tratamiento es mayor del 75%.

La desaparición del olor se marcó considerablemente tanto en el proceso en

lote como en el continuo. Esto nos indica que ambos procesos mostraron ser eficientes ya que tanto en el olor como en el color son características que nos dan una primera impresión respecto a la calidad del agua.

Por otro lado, para darnos una idea mas general sobre el tratamiento del agua se realizó la evaluación de la muestra determinando DQO. Este valor se utilizó como parámetro en lugar de DBO, que representa de una manera más real lo sucedido en un proceso biológico como lo es el tratamiento con lodos activados. Este parámetro no fue considerado debido a la gran cantidad de muestras a analizar y al tiempo que se requiere para la evaluación de las mismas, por lo que se tuvo que optar por el primero. La medida de DQO resulta ser un método aproximado para la determinación de materia orgánica biodegradable en el agua y este valor corresponde a una estimación de las materias oxidables presentes en el agua, ya sean de origen orgánico o mineral. La calidad del agua que entró al reactor continuo contenía una cantidad mayor de residuos orgánicos que el influente en el proceso de lote. Estas cifras nos ayudan a determinar la eficiencia de los dos procesos y se observa que la eficiencia de remoción a nivel lote fue mayor que en el proceso continuo. Sin embargo, si analizamos las condiciones generales de ambos (tabla 1 y 2) observamos que a una menor eficiencia (79.7%) para fines prácticos, el reactor continuo ofrece mayores ventajas ya que el tiempo de retención hidráulica es menor y por lo tanto favorece la eliminación consecutiva de los contaminantes que se generan en las aguas domésticas.

Los valores de pH y temperatura observados durante el proceso, mostraron no haber tenido gran variación y por lo tanto no afectó la eficiencia del reactor. Con respecto al crecimiento de biomasa, en la figura se observa que ambos procesos no muestran un aumento considerable. Esto favorece el proceso continuo ya que se evita el problema de la purga de lodos.

Una recomendación para aumentar la eficiencia del reactor es la de adaptar dos o tres reactores en serie para llevar a cabo una remoción completa de la materia orgánica biodegradable.

Conclusiones

215

Al recopilar los resultados obtenidos del presente ensayo se llegó a los siguientes puntos de conclusión:

1. La construcción del reactor es fácil y de coste accesible.
2. Los procesos en lote y continuo mostraron buena eficiencia de remoción.

3. Los valores de pH y temperatura no afectaron el bioproceso.
4. Se demostró que este proceso es una buena alternativa en la solución de los problemas de contaminación del agua.
5. Este ensayo es una propuesta a seguir para futuras investigaciones.
6. En la actualidad, las modernas técnicas de tratamiento de aguas residuales para evitar la contaminación no son adecuadas para pequeños municipios y, mucho menos, para viviendas unifamiliares. Un análisis preciso de 30 ejemplos de plantas de tratamiento situadas en diferentes lugares de Europa y EE UU, permite que los autores demuestren las ventajas de los sistemas vegetales en la depuración de aguas residuales para todo tipo de tipologías y comunidades. Los diferentes ejemplos se analizan desde una perspectiva funcional y también en tanto que constituyen un importante elemento a tener en cuenta en la planificación del paisaje.
7. Atentos a la memoria y al equilibrio del paisaje, ambos trabajan desde hace diez años sobre temas urbanos y paisajísticos. Son autores de numerosos proyectos en Francia entre los cuales destacan: el parque marítimo de la isla de Tatihou en La Mancha, los jardines de la embajada de Brasil en París y diversos espacios públicos en la región de París. Son autores de numerosos estudios de paisajes, ganadores de la beca «L'envers des Villes» y fundadores del Atelier Traverses.
8. ¿Por qué tratar el agua? El agua dulce es un recurso maravilloso, pero no es inagotable. Representa el 0,01% de las aguas del planeta y se encuentra en circulación continua: la lluvia, la evaporación o los desplazamientos de vapor. Las aguas residuales se integran en este ciclo por infiltración o por vertido superficial, y pueden así contaminar los receptores, destruir la vida acuática y convertirse en un peligro para el hombre, por contacto (baño) o por contaminación del agua potable.
9. El consumo mundial de agua es cada vez mayor. Francia, por ejemplo, dobla el consumo cada diez años. Además, todos sabemos que la cantidad de agua utilizada varía según los países y el nivel de vida: un europeo gasta 70 veces más agua que un habitante de Ghana. Un americano 300 veces más... La responsabilidad de los países ricos en la preservación de los recursos es importantemente esencial, tanto desde el punto de vista de la cantidad como de la calidad. La reglamentación europea fija normas mínimas de tratamiento que

obligarán, a partir de 2005, a que todos los municipios de más de 2,000 habitantes traten las aguas con una planta depuradora. Por debajo de esta cifra sólo se exigirá un tratamiento «adecuado».

10. La actualidad de un fenómeno natural. La capacidad auto-depuradora de la naturaleza no es un descubrimiento nuevo. Se conoce desde la antigüedad en Grecia y China. El sistema más antiguo, el lagunajo, deriva de la observación de los estanques. Se utiliza en todo el mundo, desde los climas ecuatoriales hasta Alaska. A título indicativo, en Francia hay 2, 500 lagos de este tipo y en Estados Unidos 7, 500, el más antiguo de los cuales, el lago Mitchell de San Antonio, en Texas, está en servicio desde 1901. Los estudios realizados durante los años cincuenta sobre estos ecosistemas han permitido optimizar los fenómenos y obtener nuevas soluciones que, curiosamente, se han mantenido en la confidencialidad.
11. Actualmente conocemos sistemas que exigen poca superficie, pocos cuidados, que no son caros y no producen olores desagradables, es más, las aguas tratadas mediante alguno de estos sistemas ya no están necesariamente contaminadas y permiten su reutilización incluso en los países del Tercer Mundo donde existen fiebres palúdicas.

Comentarios

El medio ambiente no sólo de nuestro país, sino del mundo entero, representa hoy en día un problema que se agudiza tanto como va transcurriendo el tiempo, por lo tanto, las soluciones que se deben plantear para aplicarse cotidianamente, deben provenir no sólo de demagogias y promesas de los partidos políticos, de los candidatos al poder en turno, que una vez que llegan al poder, se olvidan por completo de procurar mejoras a la ecología; más bien, considero que es un problema social de conciencia y educación, ya que en lo que respecta al punto que he tratado en el presente ensayo, relativo al tratamiento de las aguas residuales, es una solución increíble para prevenir una crisis de agua potable en un futuro muy próximo, simplemente, por citar un ejemplo, es muy reciente que se ha hecho común comprar el agua para beber, la compramos en garrafones, o bien, buscamos medios diversos para purificarla, y los costes de este pequeño proceso irán en aumento.

Sin duda, uno de los problemas que más preocupa a la humanidad es la gran cantidad de contaminantes que se desechan en el agua, el tratamiento de estas aguas residuales es de gran importancia ya que ofrece una alternativa de solución a éstos; para que esto se logre se recurre a muchos métodos de

los cuales los más utilizados son los que involucran microorganismos debido a que son económicos, eficientes y no generan subproductos contaminantes; sería genial encontrar este tipo de tratamientos en nuestro país.

Sería muy interesante que existiera conciencia para el cuidado del agua, antes de intentar cualquier tratamiento o reciclaje, sin embargo, como el daño al agua es muy severo, es necesario recurrir a estos tratamientos para lograr rescatar este líquido vital, y poder dejarles a nuestros hijos un mundo sin problemas de agua; la reutilización del agua del proceso y residual, lo que se conoce como reciclaje del agua, constituye hoy en día una solución muy interesante, sin embargo en un futuro muy próximo, va a ser una necesidad imperante ya que encontrar agua al cien por ciento potable es cada vez más difícil, y tendremos que adaptarnos a la realidad, aunque es algo que aún tiene solución, pero, desde luego requiere de la colaboración de cada habitante de la tierra.

Bibliografía

- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, *Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento en México*, septiembre 1994.
- ECKENFELDER, W.W. y FORD, D.L., *Water Pollution Control Experimental Procedures for Process Design*, Jenkins Publishing. Co., EUA, 1970, pp. 17-22.
- FLORES, E., *Biología anaerobia para el tratamiento de efluentes industriales*, Biotecnología, Vol. 2, No. 3, 1992, pp. 85-95.
- GANCZARCZYK, Jerzy, *Activated Sludge Process Theory and Practice*, Ed. Marcel Dekker Inc., EUA, 1983, pp. 50-66.
- GREENBERG E. y ARNOLD, Connors J.J., *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 15th edition, Ed. DonnellEy & Sons Co., pp. 393-407.
- JOBBAGY, A. y GRADY, C., *Comparative Studies on Differently Arranged Activated Sludge Systems*, Water Sci. Technol., Vol. 30, No. 11, 1994, pp 263-269.
- LÓPEZ, M.V., *Tratamiento biológico de aguas residuales en perspectiva de la biotecnología en México*, CONACYT, México, 1981, pp. 259-284.
- METCALF y Eddy, *Ingeniería sanitaria, redes de alcantarillado y*

bombeo de agua residual, Ed. Labor, S.A. Inc., España, 1985.

- MIJAYLOVA P Ramírez, E.; LÓPEZ, S. y ILLIEV, M., *Tecnología para el tratamiento de las aguas residuales de la industria farmacéutica*, Biotecnología, Vol. 3, No. 2, 1992, pp. AM-73-AM81.
- NG, W.J.;, SIM, T.S. y ONG, S.L., *Efficiency of Sequencing Batch Reactor (SBR) in the Removal of Selected Microorganisms*, Water Res., Vol. 27, No. 10, 1993, pp. 1591-1600.
- RODIER, J., *Análisis de las aguas*, 2ª ed., Ed. Omega, Barcelona, 1990, pp. 505-530.
- SHAHALAM, A.B. y AI-SMADI, B., *A Wastewater Treatment System with Optimal Control of Biomass Starvation*, J. Environ. Sci., Vol. A28, No. 8, 1993, pp. 1751-1769.
- SOLLFRANK, U.; KAPPELER, J. y GUJER, W., *Temperature Effects on Wastewater Characterization and the Release of Soluble Solids*, Water Sci. Technol., Vol. 25, No. 6, 1992, pp. 33-41.