

TRATAMIENTOS AVANZADOS PARA AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES – UNA REVISIÓN

L.J. Ricardo

Estudiante de Ing. Ambiental, del Semillero Tecnoapro

Leidyricardo23@hotmail.com

RESUMEN

El desarrollo industrial de un país no puede realizarse sin que se produzcan algunos efectos secundarios perjudiciales al medio ambiente, para los cuales hay que tomar medidas. Este documento pretende hacer una revisión rápida acerca de los sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales industriales, y sobre los emergentes, resaltando la necesidad de dirigir la investigación en temas que permitan la apropiación de las mismas a los usuarios de las pequeñas agremiaciones industriales.

INTRODUCCIÓN

La demanda de agua para usos industriales va en aumento, de acuerdo al informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos del Mundo. *Agua para Todos* del 2003, el 59% del consumo total en países desarrollados se destina para usos industriales y en el 2025 este alcanzará los 1.170Km³/año, cifra que en el año 1995 se ubicaba alrededor de los 752Km³/año. El sector industrial no solo es un gran consumidor de agua sino también un gran contaminador de la misma, el mismo informe de la ONU revela que más de un 80% de los desechos peligrosos del mundo se producen en los países industrializados, mientras que en las naciones en vías de desarrollo un 70% de los residuos que se generan en las fábricas se vierten sin ningún tipo de tratamiento previo. En Colombia la demanda de agua por la industria es cercana al 6.6% (MIRA, 2006) y no existen estadísticas confiables sobre cuanto se trata.

¿Pero porque es importante este tipo de residuos? La descarga de aguas residuales industriales a los cuerpos de agua generados por diversas actividades económicas constituye un problema ambiental serio que afecta la calidad del agua (en sus propiedades organolépticas, físico-químicas y biológicas), la salud humana, genera modificación en los ciclos de nutrientes y la dinámica ecosistémica de las fuentes receptoras y por ende limita sus posteriores usos (en función de las características de vertido), debido a la incorporación de: sales inorgánicas, ácidos o álcalis, materia orgánica, sólidos en suspensión, sólidos flotantes, color, agua a temperatura elevada, productos químicos tóxicos, metales pesados, microorganismos, materiales radioactivos, compuestos que producen espumas, entre otros (NEMERROW, 1977).

Esta versatilidad de desechos que produce la industria ha hecho que se desarrollen diversos sistemas de tratamiento. En la actualidad dichas técnicas se pueden clasificar en tres niveles y un cuarto nivel se aplica para los tratamientos específicos para determinados tipos de residuos en el cual el presente artículo pretende hacer un hincapié sobre el estado actual y emergente de dichas tecnologías.

TRATAMIENTOS CONVENCIONALES PARA AGUAS RESIDUALES

La siguiente proviene de la clasificación general que hace la mayoría de textos sobre el tratamiento de aguas residuales, las cuales se catalogan en tres niveles.

Tratamiento Primario: remoción de una porción de los sólidos suspendidos y materia orgánica.

Tratamiento Secundario: Remoción de la materia orgánica biodegradable (en solución o en suspensión) y sólidos suspendidos. La Desinfección es también típicamente incluida en la definición de tratamiento secundario convencional.

Tratamiento terciario: remoción de sólidos suspendidos residuales (después del tratamiento secundario), usualmente por medios de filtración granular o micro-pantallas. La desinfección es también típicamente incluida al igual que la remoción de nutrientes.

Avanzado: Remoción de materiales disueltos y suspendidos remanentes después de los normales tratamientos biológicos o cuando requiere varias aplicaciones de re-uso del agua (EDDY, 2004).

Semillas Ambientales: Boletín semestral de semilleros de investigación de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Boletines anteriores y las instrucciones para autores las podrá encontrar en http://metis.udistrital.edu.co/investigaciones/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=85

Para escribir en Semillas Ambientales envíe su manuscrito a facmedioamb-uinv@udistrital.edu.co de la Facultad del Medio Ambiente antes del **10 de Septiembre de 2010**

Coordinador: Carlos Francisco García Olmos, Monitor: Juan Carlos Medina Avellaneda (asistencia editorial) Secretaria: Adriana Ávila.

(viene de la página anterior)

En la figura 1 se muestra un resumen gráfico de las pertenecientes tecnologías aplicadas en cada nivel antes referenciado.

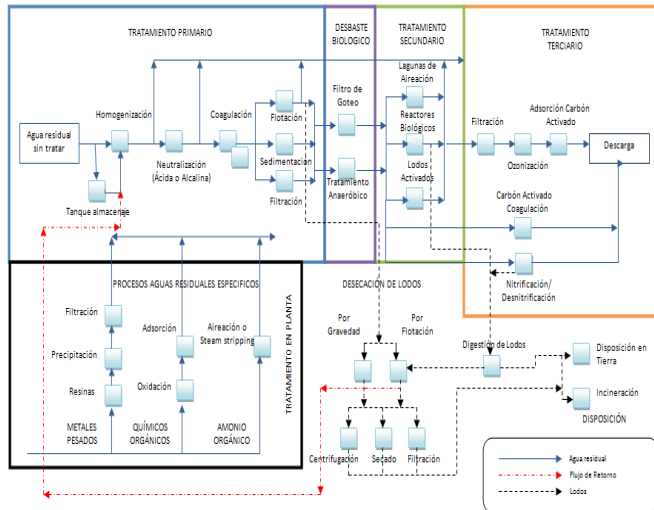


Figura 1. Tecnologías Alternativas para el tratamiento de aguas residuales industriales. Fuente: (WESLEY Eckenfelder, 2000)

También, otros autores clasifican las tecnologías de acuerdo al contaminante a tratar en: materia en suspensión, materia coloidal o materia disuelta (CITME, 2006). En donde la materia en suspensión se puede eliminar bajo procesos de desbaste, sedimentación, filtración, flotación, y Coagulación-Floculación. La materia disuelta por precipitación, procesos electroquímicos, intercambio iónico, adsorción, y desinfección.

Estos últimos son los que se emplean mayormente en el tratamiento de aguas residuales industriales para contaminantes tóxicos (iones metálicos, ácidos y álcalis) (NEMERROW, 1977), los cuales se abordarán a continuación.

TRATAMIENTOS AVANZADOS

Son muchas las discrepancias sobre la clasificación de los tratamientos avanzados, muchos autores los clasifican en los del nivel terciario (RAMALHO, 1996), en este artículo se tomarán las tecnologías de intercambio iónico, precipitación, coagulación, adsorción y la oxidación química como tratamientos avanzados; y más allá de explicar su funcionamiento teórico que está ampliamente difundido en la literatura, este artículo pretende dar herramientas de análisis para su elección en cuanto a los aspectos de tipo de agua a tratar, modo de operación, grado de tratamiento y algunas observaciones, basado en el texto de Wesley sobre el control de aguas contaminadas.

Las resinas de *intercambio iónico* son aplicadas mayormente para vertidos de la industria galvanotécnica y nuclear, estas filtran de manera continua con un grado de tratamiento que permite la recuperación de productos, generalmente para su aplicación requiere neutralización y remoción de sólidos.

Para el tratamiento generalizado para metales pesados es la *Precipitación*, la cual puede trabajar por Batch o continuamente, de manera continua requiere una retención mínima de 3 horas y un día de capacidad por Batch.

La Coagulación aplicada en los tratamientos de vertidos de la industria del papel, refineries, pinturas, y textiles, puede ser aplicada por Batch y de manera continua, ofrece una remoción completa de sólidos suspendidos y coloidales, requiere estabilización del pH, manejo de lodos y tanques de clarificación.

La Adsorción utilizando carbón activado granular ofrece una remoción total de elementos tóxicos y orgánicos. Para su correcto funcionamiento es necesario eliminar los materiales en suspensión antes de que el efluente sea tratado y genera un subproducto (lodos), lo cual amerita otras medidas de disposición.

La oxidación parcial o completa de elementos tóxicos y orgánicos es aplicada para residuos químicos y es recomendable dado que este proceso ayuda a la biodegradabilidad de los contaminantes.

De esta corta revisión de ventajas y desventajas cabe aclarar que la selección de la técnica de tratamiento depende básicamente de tres factores que son: (1) las características del vertido, (2) los requerimientos de calidad de agua y (3) los costos y la viabilidad técnica (WESLEY E., 2000).

En cuanto a la investigación sobre estas tecnologías ahí mucho por trabajar aun, temas como el desgaste de la infraestructura, desarrollo de nuevos materiales, control de procesos, reducción de costos, control de olores entre otros, son un problema aun para este tipo de tratamientos.

TECNOLOGIAS EMERGENTES

Las tecnologías emergentes para el tratamiento de vertidos industriales se visualizan en dos ramas: las de *Oxidación* y las de *Membranas* fundamentalmente, las cuales se explicarán brevemente.

Los procesos avanzados de oxidación se pueden definir como aquellos procesos que implican la generación de radicales hidroxilos en cantidad suficiente para interactuar con los compuestos orgánicos del medio. Los más comunes utilizan combinaciones de ozono (O₃), peróxido de hidrógeno (H₂O₂), radiación ultravioleta y fotocatalisis, los cuales poseen la desventaja de ser poco selectivos y los reactivos que emplean son costosos, pero es recomendable para la eliminación de contaminantes en concentraciones de 5g/l (CITME, 2006).

En cuanto a las tecnologías de membranas estas se clasifican de acuerdo a la fuerza impulsora en: de acuerdo a la diferencia de presión transmembrana (Microfiltración, Ultrafiltración, Osmosis Inversa, y Nanofiltración) y a la diferencia de potencial eléctrico transmembrana (Electrodialisis) (HUGHES, 1996), estos tratamientos permiten la separación de coloides y macromoléculas. Una de las desventajas que poseen es que los costes de

implementación y de operación, son todavía demasiado altos para que pueda aplicarse como única tecnología de tratamiento de grandes caudales de agua residual, pero si tiene ya un importante campo de aplicación, en combinación con otras tecnologías, como es el caso de los reactores biológicos de membrana (HERNANDEZ, 1990).

DISCUSIÓN

Como se ha visto hasta ahora los sistemas de tratamiento para la industria están ampliamente desarrollados y dirigidos a los diferentes elementos contaminantes, pero esto no garantiza que los problemas de contaminación no se vuelvan a presentar, y es debido a la poca adaptabilidad que tiene las pequeñas industrias para adquirir estas tecnologías. Un ejemplo claro es el que afronta las industrias de galvanotecnia en Bogotá, las cuales de acuerdo a estadísticas de FUNDES en el 2003, existen alrededor de 325 industrias dedicadas a los recubrimientos metálicos de carácter formal y por lo menos 400 informales, de las cuales solo 5 de cada 10 industrias en promedio poseen sistemas de tratamientos de aguas residuales, debido a varias desventajas representadas en costos de implementación y generación de residuos asociados. Estos son los temas que tratamos en el semillero de investigación Tecnoapro, adaptar y generar tecnologías las cuales las comunidades puedan emplear debido a su eficiencia energética, razonabilidad ambiental, bajo costo de implementación, alta adaptabilidad a ambientes culturales y sociales específicos (FORERO, 2010)

LITERATURA CITADA

- Citme. (2006). *Tratamientos Avanzados de Aguas Residuales Industriales*. España: CEIM Dirección General de Universidades e Investigación.
- Eddy, M. &. (2004). *Wastewater engineering treatment and Reuse*. International Edition: four Edition. Mac Graw Hill.
- Forero, &. S. (2010). Trabajo de Grado: Diseño De Una Ruta Metodológica Para La Revisión Y Sistematización Del Estado Del Arte En Tecnologías Apropiaadas. Bogota: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
- Fundes (2003). *Guia Ambiental Sectorial del Sector Galvanotecnia*. Bogota: Ministerio de Medio Ambiente y Fundes.
- Hernandez, T. A. (1990). *Microfiltración, Ultrafiltración y Osmosis Inversa*. Madrid: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- Hughes, S. &. (1996). *Industrial Membrane Separation Technology*. Great Britain: Blackie Academic & Professional.
- Mira, J. C. (13 de Septiembre de 2006). *EcoPortal.Net*. Recuperado el 28 de Septiembre de 2010, de <http://www.ecoport.net/content/view/full/64694>
- Nemerrow, N. (1977). *Aguas Residuales Industriales*. Madrid: H. Blume Ediciones.
- ONU/WWAP. (2003). *1er Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: Agua para Todos, Agua para la Vida*. París, New York y Oxford: UNESCO y Berghahn Books.
- Ramallo, R. (1996). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Barcelona: Reverté.
- Wesley Eckenfelrder, J. (2000). *Industrial water pollution control*. International Edition: Third Edition. Mec Graw Hill.

UNA BREVE DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LOS MATADEROS DE COLOMBIA Y SU INCLUSIÓN EN LOS PROCESOS DE LAS TECNOLOGÍAS LIMPIAS O APROPIADAS.

Ramiro Alfonso Rada Perdigón

Docente de Química Inorgánica del Proyecto Curricular de Ingeniería Ambiental
Miembro del Semillero de Investigación sobre Tecnologías Apropiaadas (TECNOAPRO)

RESUMEN

En el presente escrito, se presenta una discusión sobre la situación del manejo de los desechos de mataderos en Colombia. Se condensa en éste la necesidad de un cambio tecnológico en el proceso, buscando la generación de una propuesta en la que se implementen las llamadas Tecnologías limpias o apropiadas para aprovechar los residuos de la industria en cuestión, lo que permitirá la disminución del impacto ambiental y la construcción de un desarrollo sustentable adecuado para la sociedad colombiana; así mismo se muestra –en breve– el avance de la discusión sobre el tema dentro del semillero de investigación sobre Tecnologías Apropiaadas (TECNOAPRO) perteneciente al Proyecto Curricular de Ingeniería Ambiental.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las evidencias que demuestran el deterioro en las condiciones ambientales en el planeta y específicamente en nuestro país, han hecho que la sociedad colombiana diseñe y construya un sin número de propuestas encaminadas a formar y mantener una gestión ambiental y por ende un desarrollo sustentable en cada una de sus actividades productivas o comerciales.

Es indudable que el cambio se esta realizando, permitiendo un mayor aprovechamiento de los recursos y disminuyendo la cantidad de residuos que se generan en los procesos; dicho cambio ha sido factible gracias a la aplicación de las denominadas tecnologías limpias (Restrepo, 2006) o tecnologías apropiadas.