

EVALUACIÓN DE UN REACTOR ANAEROBIO Y HUMEDAL ARTIFICIAL PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Alcocer Belmonte Carla Minerva (1), Dr. Delfino Francia Pérez (2)

1 Lic. Ingeniería Ambiental, Universidad de Guanajuato | Dirección de correo electrónico: carla.m.ab@hotmail.com

2 Departamento de Ciencias Ambientales, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato | Dirección de correo electrónico: dfranciap@gmail.com

Resumen

En México, el agua ha sido reconocida como un asunto estratégico y de seguridad nacional, y se ha convertido en elemento central de las actuales políticas ambientales y económicas. Los objetivos del tratamiento de aguas residuales se relacionan con: a) la protección de la salud y el medio ambiente; b) el aprovechamiento del agua tratada, y c) el cumplimiento de la normatividad correspondiente. En el presente trabajo se evalúa la operación de una planta de tratamiento de aguas residuales que consta de tratamiento preliminar, sedimentación primaria, reactor anaerobio y humedal artificial, diseñada por el departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad de Guanajuato. Los parámetros utilizados para la evaluación son la DQO, la DBO₅ y los SST. La reducción de la DBO₅ y la DQO fue de 32% y 7.5%, respectivamente, los sólidos suspendidos son eliminados totalmente en el proceso de tratamiento. Los resultados obtenidos muestran que la planta de tratamiento de aguas operará adecuadamente para cumplir con los objetivos de protección a la salud, aprovechamiento del agua tratada y cumplimiento con la normatividad ambiental.

Abstract

In Mexico, water has been recognized as a strategic issue and national security, and has become a central element of the environmental and economic policies. The objectives of the wastewater treatment are related to: a) the protection of health and the environment; (b) the reuse of treated water, and (c) compliance with the corresponding regulations. In the present work evaluates the operation of a wastewater treatment plant that includes preliminary treatment, primary sedimentation, anaerobic reactor and artificial wetland, designed by the Department of Environmental Sciences of the University of Guanajuato. The parameters used for evaluation are COD, the BOD₅ and TSS. The BOD₅ and COD reduction was 32 % and 7.5% respectively; suspended solids are removed completely in the treatment process. The results show that the water treatment plant will operate properly to meet the objectives of protection of health, use of treated water and compliance with environmental regulations.

Palabras Clave

Tratamiento de aguas residuales, reactor anaerobio, humedal artificial, DBO₅

INTRODUCCIÓN

Evaluación De Un Reactor Anaerobio Y Humedal Artificial Para El Tratamiento De Aguas Residuales

Tratamiento de aguas residuales

En México, el agua ha sido reconocida como un asunto estratégico y de seguridad nacional, y se ha convertido en elemento central de las actuales políticas ambientales y económicas, así como un factor clave del desarrollo social [1]. El tratamiento de aguas residuales es un proceso empleado para eliminar contaminantes de las aguas usadas por una comunidad. Los objetivos del tratamiento de aguas residuales se relacionan con a) la protección de la salud y el medio ambiente; b) el aprovechamiento del agua tratada, por ejemplo para riego de áreas verdes; y c) el cumplimiento de la normatividad correspondiente. La descarga en el alcantarillado público es regulada por la NOM-002-SEMARNAT-1996; la regulación del reúso en servicios públicos corresponde a la NOM-003-SEMARNAT-1997 y la NOM-001-SEMARNAT-1996 regula la descarga a cuerpos superficiales de agua y otros bienes nacionales. .

Las operaciones y procesos que conforman una planta de tratamiento de aguas residuales incluyen como mínimo: a) tratamiento preliminar; b) tratamiento primario y c) tratamiento secundario o biológico: adicionalmente se incluye un proceso de desinfección y si se desea mejorar la calidad del agua tratada se deben considerar los procesos de tratamiento avanzado. [2].

- *Tratamiento preliminar*

El tratamiento preliminar elimina sólidos gruesos, arenas y grasas y aceites. Se utilizan rejas o cribas, canales desarenadores y separadores de grasas.

- *Tratamiento primario*

El tratamiento primario tiene por objetivo la eliminación de sólidos en suspensión por medio de la sedimentación simple por gravedad o con la ayuda de coagulantes y floculantes. El tiempo de

retención hidráulico en los sedimentadores es de 2.0 horas y las eficiencias de remoción de sólidos alcanzan valores de 50 a 60%, con lo cual también se reduce la DBO₅, en un 30 a 35% [3].

- *Tratamiento secundario*

El tratamiento biológico o secundario elimina la materia orgánica en disolución y en estado coloidal a través de los microorganismos presentes en el agua residual. El proceso se desarrolla en reactores aireados o en reactores anaerobios, después de los cuales se puede establecer una sedimentación secundaria para la separación de la masa biológica que se desarrolla a expensas de la degradación de la materia orgánica contaminante. Las eficiencias de reducción de la carga orgánica pueden ser hasta del 95%, de acuerdo al tipo de reactor utilizado [2, 4].

La digestión anaerobia es el proceso fermentativo que ocurre en el tratamiento anaerobio de las aguas residuales, caracterizado por la conversión de la materia orgánica a metano y de CO₂ (imagen 1), en ausencia de oxígeno y con la interacción de diferentes poblaciones bacterianas [5]

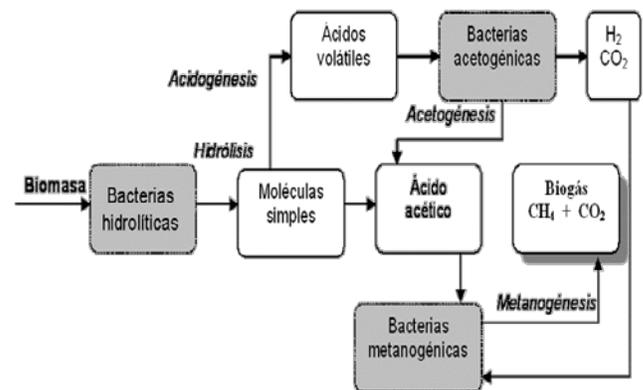


Imagen 1: Proceso anaerobio

- *Otros métodos (humedal artificial)*

Los humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales son sistemas simples que permiten el establecimiento de una amplia variedad de mecanismos para retener o degradar contaminantes contenidos en las aguas residuales, en estos sistemas el oxígeno es transportado por

las plantas hacia el suelo inundado. [3] El oxígeno requerido por las bacterias es producido en las hojas de las plantas y los nitratos producidos en el proceso anterior es asimilado por las plantas, así se establece una relación de ayuda mutua [2], la eliminación de contaminantes se atribuye a la asimilación de la planta y a los procesos bioquímicos y físicos que ocurren en la zona de la raíz, la columna de agua y el sedimento [6, 7].

Justificación: en este proyecto se analiza el comportamiento del reactor anaerobio, como parte de un sistema de tratamiento de aguas residuales, para determinar la eficiencia de remoción de la materia orgánica en función de SST, la DQO y DBO₅ del efluente.

MATERIALES Y MÉTODOS

La planta de tratamiento a evaluar ha sido diseñada de tal forma que puede operar a través de dos procesos: a) alimentando el agua residual a un canal de sedimentación, en el que los sólidos pasan a través de una abertura del fondo hacia el reactor anaerobio y el agua se conduce hacia el humedal; b) alimentando el agua al reactor anaerobio, en el que se sedimentan los sólidos y el agua sube a través de la abertura del fondo del sedimentador para fluir hacia el humedal artificial (imagen 2).

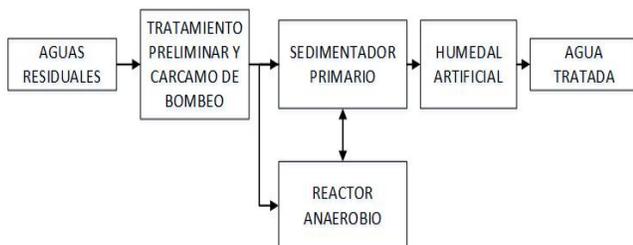


Imagen 2: Diagrama del proceso de tratamiento de aguas residuales

El humedal artificial consta de dos secciones, de 3.0 m de ancho por 6.0 de largo y profundidad de 0.60 m, rellenos con grava de 1 a 1.5 pulgadas de diámetro. Las plantas utilizadas son de coyol (*Canna sp.*).

Las muestras de agua residual se tomaron del cárcamo de bombeo y de la salida del humedal artificial.

En el presente trabajo se evalúa el primer proceso, a través de la determinación de los parámetros:

DBO - NMX-AA-028-SCFI-2001

Método de Prueba;

- Aireador con difusión
- Incubadora a 20°C
- Medidor de Oxígeno disuelto

DQO - NMX-AA-030-SCFI-2001

Método de reflujo cerrado/Método colorimétrico

- Placa de calentamiento a 150°C
- Colorímetro hatch
- Tubos de digestión

SÓLIDOS - NMX-AA-034-SCFI-2001

Método de prueba;

- Bomba de vacío
- Estufa y mufla eléctrica
- Balanza analítica
- Cápsulas de evaporación y crisol Gooch
- Matraz kitazato y desecador

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de sólidos, tanto SVT, SST, SDT y ST fueron bajos, debido a la poca carga orgánica contenida en las aguas, se puede observar en la tabla 1 la disminución los valores en la salida del reactor anaerobio y aún mayor en el humedal, logrando un valor de 0 en todas las muestras.

En la tabla 2 incluyen las concentraciones de la DQO y la DBO₅, tomadas en la entrada del reactor. Los valores de la DQO oscilan entre 86 y 100 mg/L y la DBO entre 44.5 y 56.4 mg/L, dando una relación de DBO/DQO promedio de 0.52.

Tabla 1. Resultados de las determinaciones de sólidos

Parámetro: Sólidos	Media de 9 muestras		
	Entrada	Salida del reactor	Salida del humedal
Sólidos volátiles (SVT), mg/L	1	0.5	0
Sólidos suspendidos totales (SST), mg/L	1	0.5	0
Sólidos disueltos totales (SDT), mg/L	0	0	0
Sólidos Totales, mg/L	1	0.5	0
Sólidos volátiles (SVT)	1	0.5	0
Sólidos suspendidos totales (SST), mg/L	1	0.5	0

Tabla 2. Concentraciones de DBO₅ y DQO a la entrada del reactor anaerobio

Muestra No.	Entrada al reactor anaerobio		
	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	DBO/DQO
1	100	56.4	0.56
2	97	53.9	0.56
3	89	51.3	0.57
4	99	49.5	0.50
5	96	48	0.50
6	95	47.6	0.50
7	95	46.5	0.50
8	86	44.5	0.52
Promedio	94.63	49.71	0.53

Tabla 3. Valores de las concentraciones de DQO y DBO₅ en la salida del reactor anaerobio

Muestra No.	Salida del reactor anaerobio		
	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	DBO/DQO
1	92	22.6	0.25
2	96	18.6	0.19
3	89	16.9	0.19
4	89	17.8	0.20
5	85	17.0	0.20
6	83	16.6	0.20
7	82	16.4	0.20
8	81	16.2	0.20
Promedio	87.13	17.3	0.20

En la tabla 3 se muestran los valores de las concentraciones de la DQO y DBO₅, solo se

observa una disminución significativa en los valores de la DBO₅, disminuyendo en promedio de 49.71 a 17.3 mg/L, representando un 35% de reducción.

Aunque la evaluación solo contempla el reactor anaerobio, se determinaron concentraciones de DQO y DBO₅ en la salida del humedal, reduciéndose de 40 a 50% para la DQO y de 45 a 66% para la DBO₅.

CONCLUSIONES

- En todos los análisis realizados, los valores obtenidos son menores a la salida del reactor que en la entrada.
- El reactor anaerobio, está en proceso de arranque, por lo que se espera que las eficiencias aumenten una vez que este se estabilice
- El humedal está siendo de gran importancia en el proceso de tratamiento, eliminando de manera más eficiente la carga orgánica de las aguas tratadas.
- Se recomienda en una próxima investigación realizar los estudios cambiando el punto de alimentación en la planta.
- Así como corroborar el comportamiento del agua residual cuando la planta se encuentre trabajando en presencia activa de la totalidad de alumnos para la que fue diseñada.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es resultado de esfuerzo y dedicación.

Gracias a la colaboración y apoyo del Dr. Francia Pérez, por sus comentarios, fundamentos y enseñanzas en su amplia experiencia que han contribuido a la realización de esta investigación.

REFERENCIAS

- [1] BID, 2013. Tratamiento de Aguas Residuales en México. Nota Técnica # IDB-TN-521.

[2] Metcalf & Eddy, 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. McGraw Hill. USA.

[3] Crites, R. y Tchobanoglous, G. (2000). Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Santa Fé de Bogotá, Colombia. McGraw Hill.

[4] Davies, P. S. (2005). The Biological Basis of wastewater treatment. Strathkelvin Instruments.

[5] Marín Ocampo, A. Osés Pérez, M. (2013). Operación y mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales con el Proceso de Lodos Activados (tomo 1). Jalisco: Arturo Nelson Villarreal

[6] Goodrich-Mahoney, J. W. 1996. Constructed wetland treatment systems applied research program at the Electric Power Research Institute. Water, air and soil pollution. Vol. 90, pp. 205-217.

[7] Burgoon, P. S., T. A. DeBusk, K. R. Reddy and B. Koopman 1991. Vegetated Submerged Beds With Artificial Substrates. I: BOD Removal. Journal of Environmental Engineering. Vol. 117. No. 4, pp. 394-407.