

Remoción de E-coli y turbiedad en filtros empacados de zeolita

Irleth S. Segura Estrada^{1*}, Rafael Hurtado Solórzano, Sandra Vázquez Villanueva

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnáhuac 8532, Col. Progreso, Jiutepec, Morelos, México. C.P. 62550- Tel.: +52(777)329-3680 - e-mail^{1*}: irleth_segura@tlaloc.imta.mx.

Resumen

Las grandes diferencias de cobertura y calidad de agua entre las zonas urbanas y rurales siguen siendo un reto para la mayoría de los países en desarrollo, siendo las zonas rurales generalmente las más afectadas ya que no cuentan con sistemas de potabilización de agua y carecen de condiciones sanitarias adecuadas, siendo en el mejor de los casos, la perforación de pozos profundos el método común para extraer agua. La no disponibilidad de agua apta para consumo humano plantea la necesidad de buscar alternativas de solución ante esta problemática. Siendo la biofiltración una tecnología viable para el tratamiento de agua por su bajo costo y alta eficiencia de remoción de contaminantes.

En el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), se evaluó en condiciones controladas este tipo de tecnología utilizando tres filtros empacados con material filtrante tipo zeolita clinoptilolita de 0.6 (filtro 1) y 0.7 mm (filtro 2 y 3) de diámetro, obteniéndose después de 30 días de estabilización del sistema, eficiencias de remoción de turbiedad para el filtro 1 del 89.6% y para el filtro 2 y 3 mayor a 93%. En cuanto a la remoción de E-coli el filtro 2 fue el que presentó la mayor eficiencia alcanzando un promedio de remoción del 99.27%. Un análisis de correlación evidenció que el diámetro del material y la remoción de E-coli están prácticamente ligados.

Palabras clave: filtros biológicos, zeolita, E-coli, turbiedad.

Introducción

En la Visión Mundial del Agua para 2025, que fue dada a conocer en el Segundo Foro Mundial del Agua de La Haya, se establece que «Todo ser humano debe tener acceso seguro al agua para satisfacer sus necesidades de consumo, saneamiento y producción de alimentos y de energía, a un costo razonable. El abastecimiento del agua para la satisfacción de estas necesidades básicas debe realizarse en armonía con la naturaleza», sin embargo, los problemas de calidad del agua continúan siendo una amenaza para la salud pública, principalmente en los países en desarrollo, afectando a más de 2,300 millones de personas (Rojas, 2006) ya que aproximadamente 1.6 millones de niños muere a causa de enfermedades de origen hídrico (Aiken *et al.*, 2012), entre ellas disentería amebiana, cólera, hepatitis, gastritis etc.).

En México, la CONAGUA estima que al cierre del 2013 la cobertura de agua potable era del 92.3%, desglosándose en 95.4% para zonas urbanas y 81.6% en zonas rurales; siendo que para estas últimas, el hecho de contar con el servicio de agua potable no

necesariamente significa que el agua sea apta para consumo humano. Esto resulta un grave problema, ya que generalmente en las comunidades rurales no se cuenta con otra fuente de abastecimiento que cumpla con los estándares requeridos para su consumo.

Por otro lado, las zonas rurales que no cuentan con servicio de agua potable, a menudo recurren a fuentes cercanas como ríos y lagos que pueden presentar un alto grado de contaminación debido a las descargas de agua residual sin tratar provenientes de industrias y hogares. La no disponibilidad de agua apta para consumo humano plantea la necesidad de buscar alternativas de tratamiento a nivel vivienda que aseguren y mejoren la calidad del agua.

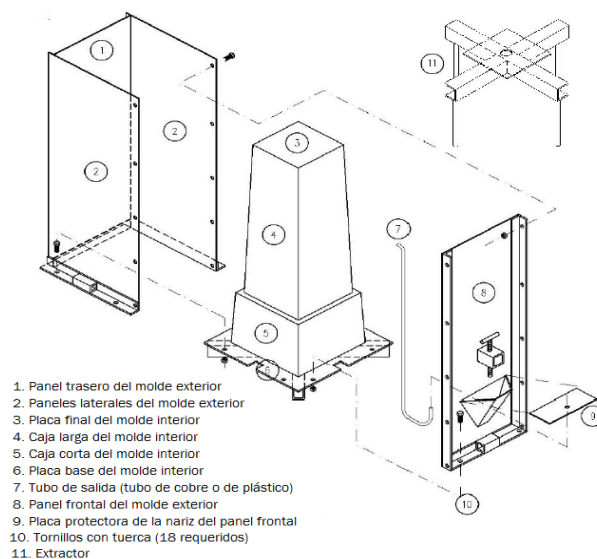
Una de estas alternativas, es el tratamiento del agua por medio de filtración biológica, en la que mediante la sinergia de procesos físico-químicos y biológicos que se llevan a cabo en el lecho filtrante el agua es tratada y potabilizada. La biofiltración puede llevarse a cabo en medios porosos o en medios granulares como la arena o la antracita y zeolita. Este último ha sido utilizado ampliamente como material filtrante para el tratamiento de agua por su alta capacidad de adsorción e intercambio iónico.

Este estudio se enfoca a la evaluación de la biofiltración mediante la adaptación de un filtro empacado de zeolita clinoptilolita como alternativa para la remoción de E-coli y turbiedad.

Metodología.

Para la evaluar la eficiencia de esta tecnología se construyeron tres biofiltros (filtro 1, filtro 2, filtro 3) rectangulares de estructura de concreto con base en los criterios de diseño del Centro de Tecnologías Accesibles de Agua y Saneamiento (Figura 1).

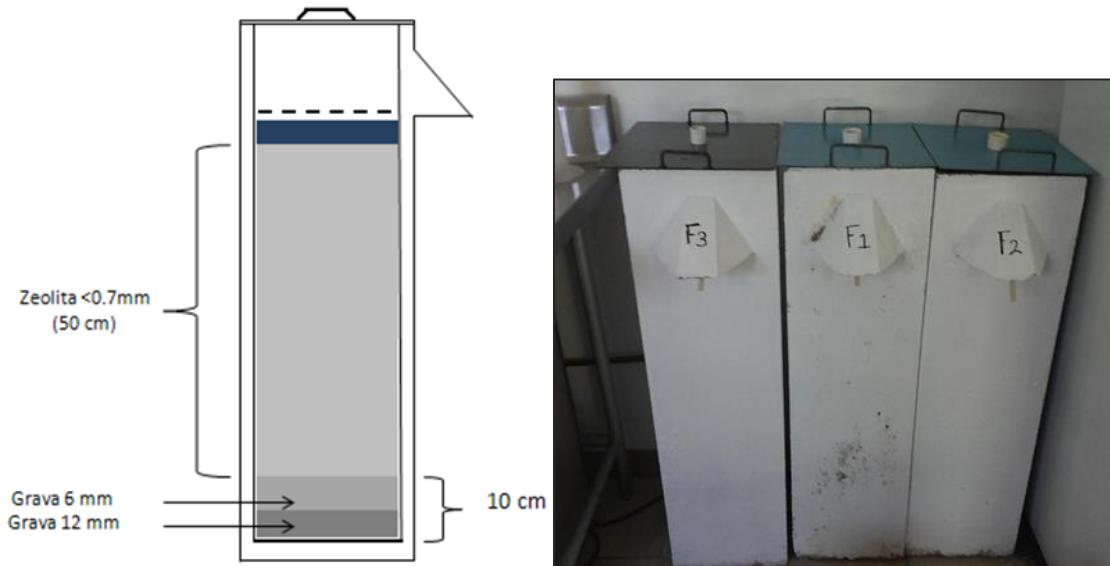
Figura 1. Molde de acero Molde de acero (CAWST, 2012).



Cada biofiltro tiene tres capas de material granular; la capa ubicada en el fondo corresponde al material de soporte, se trata de grava con un tamaño de ½" (12 mm),

inmediatamente y hacia arriba sigue la capa de separación, se trata también de grava de $\frac{1}{4}$ " (6 mm). Ambos tipos son de grava de roca triturada. Finalmente la capa superior o capa de filtración de trata de zeolita clinoptilolita de 0.03" (0.7 mm) para el filtro 2 y 3; y 0.6 mm para el filtro 1.

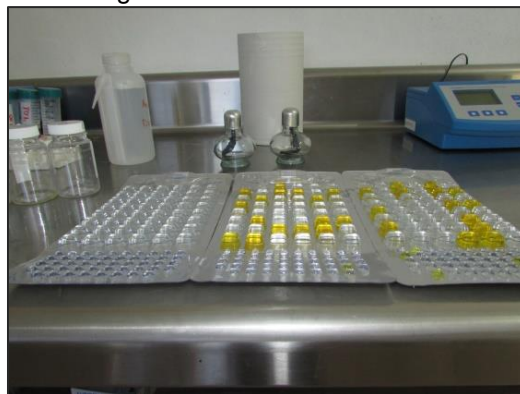
Figura 2. Prototipos de biofiltro de zeolita.



Los filtros fueron alimentados tres veces por semana con 12 litros de agua cada uno; el filtro 1 y 2 se alimentó con agua residual tipo doméstica con una concentración de E-coli de entre 4.3×10^4 NMP/100 mL y 2.5×10^7 NMP/100 mL y una turbiedad promedio de 45 UNT; el filtro 2, se alimentó con agua de lluvia, la cual es almacenada en una cisterna de concreto, la cual presentó una concentración promedio de E-coli de 2 NMP/100 mL y una turbiedad de 1.1 UNT. Ambos filtros se dejaron en reposo durante 30 días para su estabilización.

Posteriormente se realizaron monitoreos de contaminantes en el influente y efluente, dos veces por semana. Los parámetros que se analizaron fueron E-coli (técnica del sustrato cromogénico) (Figura 3) y turbiedad (espectrofotometría).

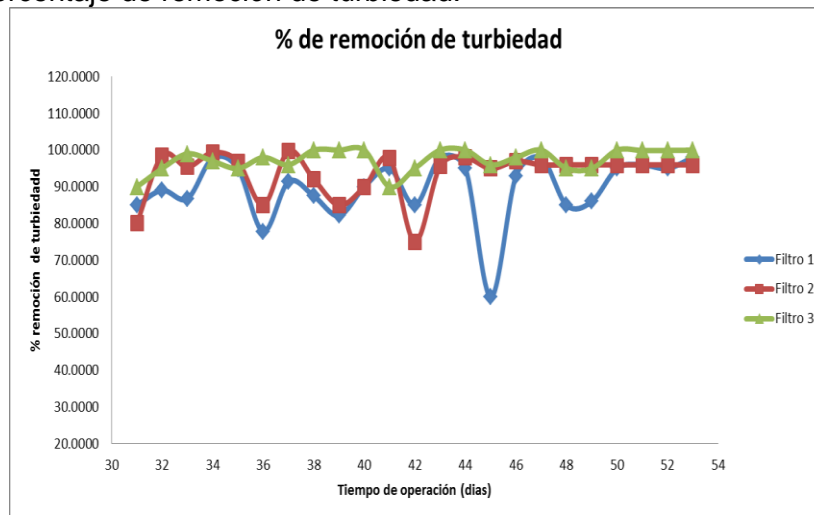
Figura 3. Técnica del sustrato cromogénico.



Resultados

Las eficiencias promedio de los filtros de zeolita, en términos de la remoción de turbiedad fueron del 89.6% para el filtro 1, 93.6% para el filtro 2 y 97.3% para el filtro 3 (Gráfica 1). Por otra parte en la gráfica 1 se observa que durante el día 45 de operación se presentó un porcentaje de remoción menor al 60% en el filtro 1, lo cual se atribuye a que el sistema se saturó y también disminuyó el caudal del filtro.

Gráfica 1. Porcentaje de remoción de turbiedad.



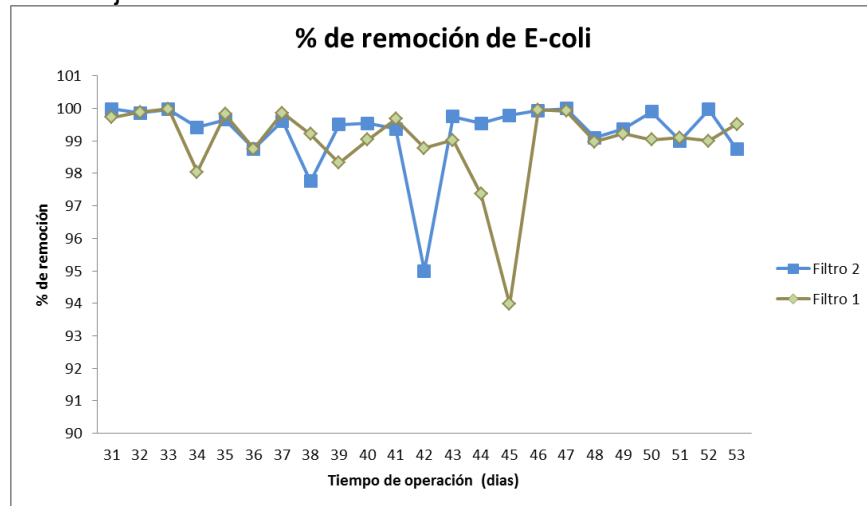
En cuanto a la eficiencia de remoción de E-coli posterior a los 30 días de estabilización, se tuvo un promedio del 98.9% para el filtro 1 y 99.27% para el filtro 2 (Gráfica 2); en cuanto al filtro 3, debido a que la concentración del influente es menor a 1 NMP/100 mL y la técnica utilizada no permite el cálculo de concentraciones menores a dicho valor, no fue posible calcular el porcentaje de remoción del filtro 3.

Adicionalmente, la remoción de E-coli de los filtros 1 y 2 en los días de operación 45 y 42 respectivamente, presentaron remociones menores al 95%, lo cual se atribuye a que durante esos días, los filtros pasaron por un proceso de saturación del medio filtrante y por lo que fue necesario realizar un mantenimiento menor (retiro de la capa superior del material filtrante).

Las eficiencias obtenidas de turbiedad y E-coli por medio de biofiltros de zeolita fueron superiores a las reportadas por Acevedo *et al.*, 2012 y por la Organización Bolsa del Samaritano Canadá, 2002; estos últimos utilizando filtros de arena.

Por otro lado, realizando un análisis de correlación en términos de remoción de E-coli entre los filtros 1 y 2 que utilizan zeolita de diámetro diferente, se obtiene una correlación positiva (coeficiente de Pearson 0.58), evidenciando que el diámetro del material está prácticamente ligado a la remoción de E-coli.

Gráfica 2. Porcentaje de remoción de E-coli.



Conclusiones

Se encontró que la eficiencia de los filtros empacados con zeolita clinoptilolita y bajo las condiciones específicas con las que se construyeron, es significativamente alta en la remoción de turbiedad y E-coli provenientes de agua residual tipo doméstica.

En cuanto a los resultados obtenidos de remoción de E-coli, se observó que la concentración de microorganismos presentes en la salida de los filtros empacados de zeolita, no es directamente proporcional a la concentración en la entrada.

Se recomienda cambiar de técnica para la determinación de E-coli para poder realizar la evaluación de la remoción.

Se recomienda seguir evaluando los filtros sin lavar el medio filtrante y así poder evaluar el tiempo de saturación de la zeolita y observar la eficiencia de remoción en el tiempo.

Referencias

- Acevedo Cifuentes D. R., Builes Felizzola S.M., Ordonez Ante C. A., y López Sánchez, I. J., *Remoción de microorganismos patógenos presentes en un licor mixto bajo condiciones de laboratorio empleando filtros empacados en zeolita natural*. Rev. ing. Univ. Medellín [online]. 2012, vol.11, n.21, pp. 39-52. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242012000200004.
- Aiken Benjamin A., Stauber Christine E., Ortiz Gloria M. and Sobsey Mark D., *An Assessment of Continued Use and Health Impact of the Concrete Biosand Filter in Bonao, Dominican Republic*. Am. J. Trop. Med. Hyg., 85(2), 2011, pp. 309–317 doi:10.4269/ajtmh.2011.09-0122.
- CAWST, Filtro de bioarena para técnicos. Manual del participante. Edición enero 2012. *Desinfección solar, una alternativa para pequeñas comunidades rurales*, Red

Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. CYTED. Disponible en:
http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_09.pdf.

- CONAGUA, *Estadísticas del agua en México, edición 2014, Comisión Nacional del Agua*. Disponible en:
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2014.pdf>