



REUSO DEL AGUA RESIDUAL TRATADA EN LA LAGUNA DE OXIDACION DE LA CIUDAD DE DAVID PROVINCIA DE CHIRIQUÍ

Por: Ing. Kevin Rodríguez e Ing. Génesis Zarraonandia | Ingeniero Civil, Universidad Tecnológica de Panamá UTP.

e-mail: kedrigz@gmail.com

Recibido: Abril de 2015.

Aceptado: Mayo de 2015.

Resumen

El efluente de la laguna de oxidación de la ciudad de David actualmente es arrojado al río San Cristóbal. Esta agua, luego de ser tratada, posee propiedades y nutrientes que pueden resultar útiles en la agricultura. Cada litro arrojado al río se podría estar utilizando de una mejor manera. Este estudio busca determinar la viabilidad de la reutilización del efluente para el riego agrícola.

Palabras Clave: Efluente, coliformes fecales, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos disueltos totales, lagunas de estabilización.

Abstract

The effluent of the stabilization pond is currently thrown to the San Cristobal River, this water, after a proper treatment, has properties and nutrients that can be useful in agriculture. Every liter that goes to the river could be useful in a better way. The aim of this study is to determine the viability of reutilizing the effluent for agricultural irrigation

Keywords: Effluent, fecal coliforms, biochemical oxygen demand, total dissolved solids, stabilization ponds

Introducción

Generalmente, el agua potable que entra en las viviendas acaba convirtiéndose en aguas negras sin reutilización. Del 100% de agua potable que suministran las compañías, únicamente el 55% es destinado a usos en los que es obligatoria la potabilidad. (Bermejo, 2012).

Las aguas residuales son toda agua que se desecha después de cualquier uso, puede ser de uso doméstico, comercial o industrial. En este sentido, su recorrido empieza desde que la gota cae en el

lavamanos, piso u otra estructura. De ahí, se introduce en el sistema de alcantarillados y es transportada a un dispositivo de tratamiento en el mejor de los casos y luego descargada a un cuerpo receptor ya sean ríos, lagos o mar.

En Panamá, el Ministerio de Ambiente es la entidad responsable de controlar la calidad de las fuentes hídricas del país. En todo el territorio, existen 292 estaciones sujetas a control. Este control ha demostrado que la principal fuente de contaminación del recurso hídrico en Panamá es el vertido, en los cauces

superficiales de los ríos y quebradas, de las aguas servidas domésticas sin tratamiento previo

Las cargas o concentración de contaminantes y nutrientes de las aguas residuales tratadas deben ser reguladas por parte de leyes, decretos y normas, para establecer la calidad apropiada del agua, de acuerdo con los diferentes usos aplicables a ella. La legislación panameña COOPANIT 24-99 es la encargada de establecer estas regulaciones a las aguas residuales tratadas en la República de Panamá. Esta norma señala los requisitos microbiológicos, procesos de tratamiento y parámetros recomendados para la utilización de las aguas servidas tratadas en distintos tipo de riego.

Planteamiento del problema

En la actualidad la crisis del agua es una problemática por resolver, pero pocas son las opciones para llevar este recurso tan necesario a todos los sectores de la población. Panamá a pesar de su envidiable biodiversidad y posición geográfica, no es ajena a esta situación, actualmente existen problemas como una mala gestión y distribución de los recursos hídricos.

Intervienen también otros factores como la contaminación, la creciente urbanización, el mayor consumo doméstico e industrial y el crecimiento de la población. Los cambios de cultivo también tienen su impacto en el uso del agua.

Justificación

Las aguas residuales tratadas son una fuente de agua confiable para los agricultores, ya que su caudal no depende de las precipitaciones y el balance de agua regional, por lo tanto el riego agrícola puede ser una alternativa económica y de bajo impacto ambiental para la disposición final de las aguas servidas tratadas.

Este estudio busca determinar si es viable utilizar en su estado actual, las aguas tratadas por la laguna de oxidación, como una alternativa para satisfacer la demanda de agua en el sector agrícola en regiones periféricas que están carentes de esta, utilizando así un recurso que actualmente se está desaprovechando. Lo anterior permitirá trabajar dentro del marco de un desarrollo sostenible beneficiando a la sociedad, a los productores y a la ciudad de David.

Las prácticas de reutilización de aguas residuales son muy comunes en otros países. Israel reutiliza casi el 75% de las aguas residuales en todo el país, Estados Unidos reutiliza aguas en parques municipales, irrigación de césped, aguas de inodoro y riego de cultivos. En América Latina, México es el país con mayor superficie irrigada con aguas residuales, reutilizando agua residual tratada y no tratada para la irrigación del Valle de Juárez.

La laguna de oxidación de la ciudad de David



Figura 1: Laguna de Oxidación de la ciudad de David,

Fuente: Los autores, 2016.

Las lagunas de estabilización se definen como un sistema natural de tratamiento de aguas residuales domésticas muy eficaz por su bajo costo de operación y mantenimiento al utilizar el menor número de recursos.

La laguna de oxidación de la ciudad de David fue construida en 1981, junto con una serie de mejoras al sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad, ya que antes se utilizaba un tanque Imhoff que trataba las aguas residuales. Está localizada sobre un terreno que es propiedad del gobierno, de aproximadamente 12 hectáreas. Las dimensiones actuales son: 400 metros de largo por 97 de ancho con una profundidad de 1.80m y actualmente brinda un servicio al sector noroeste de la ciudad de David con una población beneficiada que promedia los 25 mil personas y cubre 267,2 hectáreas de población.

Metodología

1. **Determinar el tipo de muestra:** En primer lugar se debía elegir el tipo de muestra, estas podían ser simples (tomadas en un solo punto) o compuestas (tomadas a lo largo del día). Era importante la elección apropiada del tipo de muestra pues de esta dependía la complejidad del estudio. Si bien una muestra compuesta permitía tener una mejor caracterización del efluente, este tipo de muestra resulta más útil para evaluar la eficiencia de un sistema de tratamiento y para efectos de este estudio bastaba con caracterizar el efluente una sola vez por lo que se optó por utilizar muestras simples.
2. **Seleccionar los parámetros más relevantes:** El agua puede caracterizarse con muchos parámetros (color, pH, turbiedad, temperatura, zinc, cobre); sin embargo, no era necesario conocerlos todos para llegar a la conclusión. En esta etapa se debía determinar cuáles parámetros serían de interés en el estudio.
3. **Determinar el Intervalo de Tiempo:** Se debía elegir un periodo adecuado que permitiera el mejor aprovechamiento del tiempo para realizar la investigación. En este caso, se eligió la época seca del verano de 2016.
4. **Realizar las pruebas:** En esta etapa se realizaron los

muestras durante el período de tiempo determinado anteriormente, midiendo los parámetros más relevantes en la investigación.

- 5. Comparar con la norma DGNTI-COPANIT 24-99:** Una vez obtenidos los resultados de los muestreos, los parámetros obtenidos eran comparados con los límites de la norma DGNTI-COPANIT 24-99 de Reuso de Agua Residual en el riego agrícola



Figura 2: Toma de Muestras
Fuente: Los autores, 2016.

Resultados

Los muestreos iniciaron el día 11 de febrero y a partir de esta fecha se tomaron cinco muestras, cada una con 15 días de separación. La investigación se inicia en febrero durante la época de verano (época seca), se tomaron muestras para determinar los siguientes parámetros: cloro residual, coliformes fecales, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), potencial de Hidrógeno (pH), sólidos disueltos totales y turbiedad.

Tabla 1:
Resultados de la Investigación

Parámetro	Valor Promedio Obtenido	Valor Máximo Permitido
pH	7,78	6.0 - 9.0
Sólidos Disueltos Totales	192,8 mg/L	5,0 mg/L
Turbiedad	201,8 NTU	3,0 NTU
Cloro Residual	<0.2 mg/L	>1 mg/L
Coliformes Fecales	139250 UFC/100 mL	<200/100 UFC/100m L
DBO ₅	158,1 mg/L	20 mg/L

Los resultados de la investigación muestran que de los parámetros analizados solamente el pH cumple con los valores establecidos por la norma DGNTI-COPANIT 24-99 para el reuso de agua residual.

Conclusiones

1. El problema principal, son las grandes cantidades de materia orgánica presentes en el medio acuoso, esto se traduce en altos niveles de turbiedad, causando que la visibilidad en la columna de agua sea poca, lo que disminuye la cantidad de luz que reciben las plantas para realizar el proceso de fotosíntesis. Al no tener suficiente luz, no se libera el oxígeno necesario, lo que provoca un aumento en la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) evitando la descomposición adecuada de la materia orgánica y



aumentando el grado de contaminación.

2. Las deficiencias son productos de un sistema de tratamiento de agua residual poco efectivo, pues aun en la salida mantienen altas concentraciones de coliformes fecales, materia orgánica, y sólidos disueltos. Incluso en el último punto del tratamiento, donde el agua está a pocos metros de ser vertida a un ecosistema acuático, a simple vista se pueden observar sólidos en suspensión y desechos inorgánicos.
3. Es de esperarse que algunos parámetros bajen durante la época lluviosa; si bien no estarán dentro los límites exigidos por la norma, si mejorarían significativamente. En este período la evaporación disminuye, lo que hace que se liberen menos gases productores de malos olores. El nivel de agua aumenta, lo que provoca una mayor dilución de las partículas suspendidas disminuyendo la turbiedad.
4. Todos estos hechos permiten concluir que el agua residual tratada en la laguna de oxidación de la ciudad de David, no es apta para ser reutilizada en el riego agrícola, pues no cumple con los requisitos mínimos exigidos por la norma DGNTI-COPANIT 24-99.

Recomendaciones

1. Una posible solución sería agregar un sistema de floculación, que permite el crecimiento y aglomeración de los flóculos con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesario para sedimentar con facilidad. Esta es una manera de bajar los niveles de materia orgánica suspendida haciendo que esta flocule y se vaya al fondo para así aumentar los niveles de oxígeno libre, y disminuir la turbiedad.
2. Otra opción sería elevar y mantener un nivel de agua, ya que al incrementarse, las bacterias benéficas aumentarían provocando que la materia orgánica disminuya.
3. Por otro lado, al haber demasiada materia orgánica, putrefacción, y además bacterias de excremento en grandes cantidades esto indica que el cloro no está cumpliendo su función. La solución de este problema sería introducir un sistema de tratamiento con clorinación, el cual es un proceso utilizado para eliminar los microorganismos presentes en el **agua** residual evitando el crecimiento bacteriano



Figura 3: Proceso de Floculación
Fuente: <http://www.ayre.cl/tratamiento.html>

Referencias

- Arce, H. Gallardo, L. (2007) Evaluación de la Eficiencia de la Laguna de Oxidación de la Ciudad de David. Tesis Universidad Tecnológica de Panama
- Banco Mundial de Salud. *Documento Técnico No. 51* (2015. 23 de Marzo). Recuperado de <http://www.bancomundial.org/>
- Clesceri, L., Greenberg, A., Eaton, A., (1999) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Philadelphia: Editorial American PublicHealthAssociation.
- Departamento de Salud del Estado de Nueva York. (1990) *Manual de Tratamiento de Aguas Negras*. Traducido por Falcón, C. Editorial Limusa S.A
- Informe (05/85) - Centro Internacional de Referencia sobre Evacuación de Desechos (2015. 23 de Marzo). Recuperado de <http://www.bvsde.ops-oms.org/>
- Jimenez B., Asano T., (2008) *Water Reuse an International Survey of current practices issues and need*. Londres. IWA Publishing.
- Ministerio de Comercio e Industrias. (2000) *Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 24- 99. Agua, Reutilización de las aguas residuales tratadas*. Recuperado de <http://www.asep.gob.pa/>
- Organization Mundial de la Salud (2006) *Guidelines for the Safe use of Wastewater, excreta and greywater*. Francia. Editorial WHO Press.
- Palma J., (2003), *Aguas residuales en la Arquitectura Sostenible. Medidas preventivas y técnicas reciclaje*. Navarra: Editorial EUNSA.
- Rigola, M., (1989) *Tratamiento de Aguas Industriales: Aguas de Proceso y Residuales*. Barcelona: MARCOMBO, S.A
- Romero, J., (1999) *Tratamiento de Aguas Residuales por Lagunas de Estabilizacion*. Colombia: Editorial Alfa omega Grupo Editor S.A