

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

TEMA:

“CRITERIOS DE OPTIMIZACIÓN EN LA OPERACIÓN DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HUAYCOPUNGO NORTE, EN LA PARROQUIA SAN RAFAEL, CANTÓN OTAVALO, PROVINCIA IMBABURA”

AUTOR:

Gonzalo Andrés Farinango Vallejos

DIRECTOR:

Ing. Jorge Granja

LUGAR DE INVESTIGACION

Imbabura, Otavalo, Parroquia San Rafael

Ibarra- Ecuador

2014

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



NOMBRES: Gonzalo Andrés Farinango Vallejos

CEDULA DE CIUDADANIA: 1003567482

DIRECCION: Imbabura, Ibarra, Ciudadela Rosita Paredes/ Manzana B /#2-38

TELEFONO FIJO: 2 632458

TELEFONO CELULAR: 0986921661

E- MAIL: andres_v88@hotmail.es

Fecha de defensa 20 de octubre de 2014

RESUMEN

El Gobierno Municipal de Otavalo, en el sector del Lago San Pablo implementó 11 plantas de tratamiento biológico de aguas residuales funcionando desde el año 2012 y requiere optimizar su operación con un enfoque sustentable; frente a esta problemática surgió de la necesidad de implementar procesos orientados a la optimización operativa de los sistemas de tratamiento biológico bajo condiciones técnicas y ambientales. El trabajo se realizó a través de una investigación – acción del proceso en el sitio, para identificar los puntos débiles, evaluar y determinar las mejores alternativas de optimización operativa, en base a los análisis físico, químico y microbiológico del agua residual como sólidos, pH, DBO, DQO, amoníaco, nitratos, nitritos, fosfatos, sulfuros, metales pesados, coliformes; el método identificó la eficiencia depuradora de la planta de tratamiento. Llegándose a determinar que la ejecución de un mantenimiento continuo en las rejillas, caja de captación, la oportuna extracción de lodos en el sedimentador y filtro anaeróbico, el manejo de los humedales con lechuguín de agua (*Eichhornia crassipes*) e inspecciones periódicas, mantienen un control óptimo de los procesos removiendo altas concentraciones de sólidos, turbidez, DBO, DQO, NH₃, entre otros. Concluyéndose, que una vez implementados los planes de optimización, la calidad del

agua tratada cumple con los requerimientos de la normativa ambiental establecida, siendo apta como agua de riego agrícola y adecuado para descarga hacia cuerpos de agua dulce.

ABSTRACT

The Municipal Government of Otavalo, in the area of San Pablo Lake implemented 11 biological treatment plants sewage running since 2012 and optimize its operation requires a sustainable approach; address this problem arose from the need to implement oriented operating system optimization techniques on biological treatment processes and environmental conditions. The work was conducted through research - action process in place to identify weaknesses, assess and determine the best alternatives for operational optimization, based on the physical, chemical and microbiological analysis of residual water and solids, pH BOD, COD, ammonia, nitrate, nitrite, phosphate, sulfur, heavy metals, coliforms; method determined the efficiency of the sewage treatment plant. Getting itself to determine that the execution of continuous maintenance on gates, pickup box, the timely removal of sludge in the settler and anaerobic filter, the management of wetlands with water lechuguín (*Eichhornia crassipes*) and periodic inspections, maintain control removing processes optimum high solids, turbidity, BOD, COD, NH₃, among others. Concluding that once implemented the optimization criteria, the quality of treated water meets the requirements of the established environmental regulations, as being suitable water for agricultural irrigation and adequate discharge into freshwater bodies.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso esencial para la vida y soporte del desarrollo de cualquier país; es un elemento fundamental para los ecosistemas y requisito para la sustentabilidad. El hombre ha alterado su disponibilidad con el afán de satisfacer sus crecientes necesidades, principalmente por las actividades agrícolas, industriales y domésticas (Muciño, 2001). Situación que ha provocado la contaminación con aguas residuales de los acuíferos someros y cuerpos de aguas superficiales. Según la Organización Mundial de la Salud (1995), en el Ecuador solo 5 de cada 100 litros de aguas servidas son tratados antes de ser arrojados a nuestros ríos, pese a que las leyes prohíben arrojar aguas contaminadas. Por lo que es necesario establecer procesos articulados de manejo

de las aguas residuales, las cuales después de un tratamiento adecuado, pueden ser utilizadas para reducir las demandas del sector municipal, industrial, agrícola y recreativo, particularmente en sitios con poca disponibilidad (Da Ros, 1995).

JUSTIFICACIÓN

El Municipio de Otavalo construye la Planta de tratamiento de agua residual en el sector denominado “Huaycopungo Norte”, en la parroquia San Rafael, con el fin de tratar el agua servida proveniente de las actividades domésticas de la zona. Esta planta es de un diseño básico, cuenta con tanque sedimentador, filtro anaerobio de flujo ascendente, humedales de flujo superficial y lechos de secado. La falta de un adecuado mantenimiento y control de la planta ha ocasionado que las unidades no operen con normalidad, convirtiéndola en protagonista del deterioro de la calidad de agua del lago San Pablo y afectan a familias aledañas por la generación de malos olores y proliferación de mosquitos debido a los rebosamientos de agua que sufre la planta durante el proceso.

OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar y recomendar criterios de optimización en la operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales de la Planta N°4 Huaycopungo Norte, para un eficiente proceso de depuración y reutilización del efluente.

Objetivos Específicos

- Valorar las condiciones físicas y operativas de los sistemas de tratamiento.
- Seleccionar un adecuado manejo de *Eichhornia crassipes* en los humedales artificiales.
- Comparar los parámetros de calidad de agua residual que intervienen en cada fase de tratamiento, aplicando la normativa vigente.
- Recomendar estrategias que optimicen el funcionamiento de la planta de tratamiento con miras sustentables a futuro.

PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿La propuesta metodológica garantiza eficiencia en el tratamiento de agua residual doméstica?
- ¿Los criterios recomendados para la optimización operativa de los sistemas de tratamiento permitirán que el agua tratada cumpla con los límites permisibles de descarga a cuerpos de agua dulce y riego agrícola?

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la investigación se emplearon los siguientes materiales descritos en el siguiente cuadro.

Cuadro. Materiales y equipos

MATERIALES			EQUIPOS	
MATERIALES DE SIEMBRA:	MATERIALES GENERALES:	FASE DE LABORATORIO	FASE DE CAMPO	FASE DE LABORATORIO
- <i>Eichhornia crassipes</i>	-Fracos -Etiquetas -Cooler -Libretas -Flexómetro Fundas	-Imagen Quickbird de la parroquia San Rafael -Plano de alcantarillado de la Cuenca del Lago San Pablo -Diseños arquitectónicos de la Planta de -Tratamiento Huaycopungo Norte	-Ecokit portátil de medición de parámetros: pH, Temperatura, Conductividad, TDS. -Cámara fotográfica -GPS Garmin -Calculadora	-Computador -Impresora -Proyector -Scanner -Disco Extraíble -Software ArcGIS 10.2 -Espectrofotómetro
Materiales de Protección Personal:	-Palas -Rastrillos -Machete -Podadora manual -Red de limpieza			
-Mascarilla -Uniforme completo -Guantes de caucho y quirúrgico -Gorra -Botas de caucho -Jabón, gel antiséptico				

Fuente: Farinango, 2014.

El desarrollo de la investigación constó de tres fases: fase de campo en donde se recolectó información in situ en lo referente al área de estudio, las características físicas de la planta, las condiciones, análisis de eficiencia en cada sistema de tratamiento, fase de laboratorio y el análisis de las muestras de agua; y la fase de oficina en donde con todos los datos obtenidos se realiza la redacción del documento técnico para recomendar los criterios de optimización operativa de la planta de tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La falta de un adecuado mantenimiento y control ha provocado que las condiciones de los Sistemas de Tratamientos no operen con normalidad. Las operaciones que se han realizado de mantenimiento y control de las instalaciones han ayudado a determinar los criterios de optimización operativa. . planta trabaje con normalidad es

necesario cumplir rigurosamente con todas las actividades de mantenimiento periódicamente de las rejillas, extracción oportuna de lodos en los sedimentadores y filtros cada seis meses, todas estos trabajos evitarán posibles problemas a futuro.

Siguiendo las recomendaciones de operación y mantenimiento la remoción de contaminantes en los tres sistemas de tratamiento resultó en una eficiencia óptima, donde las remociones alcanzaron un rango mayor a 90%, principalmente en la remoción de Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables, DQO, DBO5, Nitratos (NO_3^-) y Sulfuros (S^{2-}); de igual manera se logró elevadas remociones para coliformes pese a esto su concentración no es suficiente para cumplir con los límites permisibles de descarga. Las remociones medias se presentaron para sólidos totales con 47,64%, amoníaco 52,85% y fosfatos con 39,55%; por otro lado se presentaron valores bajos en conductividad con 27,09% y sólidos disueltos con 27,16%; como se mencionó anteriormente la remoción para nitritos en la planta de tratamiento fue leve debido a que en los estanques se encuentran con exceso de materia orgánica acumulada a manera de detritus por falta de un manejo adecuado del lechuguín de agua motivo por el cuál en el sistema ha iniciado un leve proceso de eutroficación aunque no significativo al presentar una concentración baja hasta el momento no ha causado inconvenientes y al igual que los demás parámetros analizados cumplen con los límites de permisibilidad exigidos.

Los procesos degradación anaerobios producidos en el sedimentador y el filtro de flujo ascendente se ejecutan de manera adecuada brindando las condiciones óptimas para que las bacterias oxiden y estabilicen la mayor cantidad de materia orgánica. Los procesos de degradación aerobios producidos en los humedales artificiales con Lechuguines de agua se ejecutan de manera eficiente puesto que cumplen con su principal función degradar la mayor concentración de nutrientes presentes producto de la fotosíntesis, adsorción o absorción por rizomas y por acción de bacterias nitrificantes presentes en los estanques. En conclusión actualmente cada sistema cumple con los objetivos para los que fueron diseñados durante cada etapa de tratamiento del agua residual.

CONCLUSIONES

- De acuerdo al historial de mantenimiento del tanque sedimentador y filtro anaeróbico, los lodos deben ser extraídos cada seis meses, esta actividad controla la eficiencia en los sistemas de tratamiento.
- Las aguas residuales procesadas en la planta de tratamiento son predominantemente de origen doméstico, presentan una carga orgánica en DBO5 de 6,64 kg/ha.día, con una relación DBO5/DQO de 0,30; este resultado refleja que los residuos son fácilmente tratables en procesos biológicos.
- La planta registra un tiempo de retención de 9,41 días con resultados satisfactorios, situación que determina una capacidad de reserva para operaciones futuras.
- El crecimiento diario del cultivo de *Eichhornia crassipes* alcanza valores de 43,2 g/m² a 53,5 g/m²; mejores resultados de crecimiento se observa en los estanque tres y cuatro; pese a esto los rangos de crecimiento en todos los estanques son similares con un funcionamiento satisfactorio.
- El funcionamiento óptimo de los humedales artificiales se logra con una cosecha entre 15 a 18 días del cultivo, para evitar el aumento de carga orgánica innecesaria.
- La planta de tratamiento opera satisfactoriamente dentro de los límites permisibles de descarga, excepto para coliformes cuya población se mantiene variable.
- La ejecución de un mantenimiento continuo en las rejillas, caja de captación, la oportuna extracción de lodos en el sedimentador, filtro anaeróbico, y el manejo de los humedales con lechuguín de agua (*Eichhornia crassipes*), mantienen un control óptimo de los procesos disminuyendo las concentraciones de contaminantes.

RECOMENDACIONES

- Estudiar las características de mecánica de fluidos en los estanques orientado a mantener un crecimiento uniforme de la especie en todos los estanques.

- Investigar técnicas eficientes en la eliminación de coliformes, con el fin de mantener controlada permanentemente la población bacteriana.
- Analizar la acumulación de lodo en clarificador, floculador, filtro y estanques para evitar eutroficación y aumentos de carga orgánica.
- Implementar proyectos de compostaje y biodigestores para el tratamiento de lodos y materia orgánica en general, siguiendo un adecuado control de calidad cuyo análisis garantice que el producto generado cumpla con los límites permisibles de contenido en metales pesados.
- Desarrollar proyectos acordes al cambio de la matriz productiva para la producción de abonos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arellano Díaz, J., & Guzman Pantoja, J. E. (2011). *Ingeniería Ambiental* (1 ed.). México: Alfaomega Grupo editor S.A.de CV.
- Cárdenas, J. (2005). *Calidad de Aguas para estudiantes de Ciencias Ambientales*. Colombia, Colombia: Francisco José de Caldas.
- Crites, R., & Tchobanoglous, G. (2000). *Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones*.
- Gualoto, M. (2010). *Biorremediación de Hidrocarburos Utilizando Cepas Antárticas*. Ibarra.
- Hernández, Saz, D., & Sala. (23 de 04 de 2014). *Eficiencia técnica y estacionalidad en los procesos de tratamiento de aguas residuales.*(Departamentos de Estructura Económica y Matemáticas para la Economía y la Empresa Universitat de Valencia).
- López, D. (2012). *Aprovechamiento del Lechuguín (Eichhornia crassipes) para la Generación de Abono Orgánico mediante la utilización de tres diseños diferentes de biodigestores*. Cuenca, Ecuador.
- Mena, M. (2004). *Diagnóstico de las Aguas Residuales y Prediseño de una Planta de Tratamiento Biológico para la Parroquia de Gonzáles Suárez, Cantón Otavalo. Tesis de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte*. Ibarra, Imbabura, Ecuador.
- Seoáñez, M. (2005). *Depuración de la aguas residuales por tecnologías ecológicas y de bajo costo*. Barcelona: Aedos, S.A.