

Luis Antonio Sagubay Bernal <sup>a</sup>; Carlos Cristobal Pazmiño Franco <sup>b</sup>; Juan Carlos Loaiza Mina <sup>c</sup>

Evaluación de las Lagunas de Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil

*Revista Científica de Investigación actualización del mundo de las Ciencias. Vol. 2 núm., 1, febrero, ISSN: 2588-0748, 2018, pp. 67-90*

*DOI: [10.26820/reciamuc/2.1.2018.67-90](https://doi.org/10.26820/reciamuc/2.1.2018.67-90)*

Editorial Saberes del Conocimiento

Recibido: 16/08/2017

Aceptado: 15/01/2018

- a. Universidad de Guayaquil; [luis.sagubayb@ug.edu.ec](mailto:luis.sagubayb@ug.edu.ec)
- b. Universidad de Guayaquil; [carlos.pazminof@ug.edu.ec](mailto:carlos.pazminof@ug.edu.ec)
- c. Universidad de Guayaquil; [juan.loizam@ug.edu.ec](mailto:juan.loizam@ug.edu.ec)

# Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

## RESUMEN

En la actualidad se construyen grandes infraestructuras para la depuración de las grandes cantidades de agua residual sean estas domesticas e industriales, la pregunta es, sí estas plantas o lagunas de tratamientos cumplen con la finalidad para lo cual fueron creadas, en muchos casos porque la demanda y el volumen de agua es mayor a la capacidad que tienen estas para la permanencia de la materia orgánica En la presente investigación se plantea evaluar la eficiencia hidráulica de las lagunas de estabilización de “Orquideas”, obteniendo el tiempo de retención de dichas estructuras; luego de lo cual, relacionar la eficiencia con la remoción la Demanda Bioquímica de Oxígeno y definir, por último, el impacto sobre el cuerpo receptor, que en este caso es el canal Los Vergeles. Se enmarcará en los siguientes enfoques principales: revisión de resultados de calidad de agua afluente y efluente, prueba de laboratorio de tratabilidad a diferentes tiempos de retención, y diseño de medidas ambientales de mejoramiento (plan de manejo ambiental). El proceso metodológico para alcanzar este objetivo y la veracidad de la hipótesis planteada en este problema de investigación se va a establecer utilizando métodos de observación, inducción- deducción, exploración modelación etc, y sustentado en un marco histórico, sobre la realidad que ha vivido la ciudad de Guayaquil a través de los años, esperando con ello dar un aporte científico y sustentado en una realidad.

**Palabras Claves:** eficiencia, remoción, cuerpo, receptor

# Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

## ABSTRACT

Nowadays, large infrastructures are being built for the purification of large quantities of wastewater, whether domestic or industrial, the question is, if these treatment plants or lagoons fulfill the purpose for which they were created, in many cases because the demand and the volume of water is greater than the capacity they have for the permanence of organic matter. In the present investigation it is proposed to evaluate the hydraulic efficiency of the stabilization ponds of "Orquídeas", obtaining the retention time of said structures; after which, relate the efficiency with the removal of the Biochemical Oxygen Demand and finally define the impact on the receiving body, which in this case is the Los Vergeles channel. It will be framed in the following main approaches: review of effluent and effluent water quality results, laboratory test of treatability at different retention times, and design of environmental improvement measures (environmental management plan). The methodological process to achieve this objective and the veracity of the hypothesis raised in this research problem will be established using methods of observation, induction-deduction, modeling exploration, etc., and based on a historical framework, on the reality that the city of Guayaquil through the years, waiting with this to give a scientific contribution and sustained in a reality.

**Key words:** efficiency , removal, receiving, body

# **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquídeas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

## **Introducción.**

En las últimas décadas Guayaquil ha experimentado un gran crecimiento urbano, esta condición motiva que la ciudad enfrente problemas tales como el tratamiento de sus aguas residuales domésticas e industriales; en la mayoría de los casos, las aguas residuales de Guayaquil han sido descargadas a cuerpos de agua (Río Daule o Río Guayas) los cuales han sido utilizados como cuerpos receptores por muchos años debido a sus grandes caudales; sin embargo, dado el crecimiento de la ciudad propone una duda respecto a la capacidad que tendrán estos cuerpos de aguas, lo que hace imprescindible que los sistemas de tratamiento de agua que tiene la ciudad sean eficientes.

En la actualidad, gran parte del caudal de aguas residuales que genera Guayaquil, aproximadamente el 70%, se descarga al cuerpo de agua mediante emisario subfluvial Pradera y previo Pre Tratamiento en las estaciones denominadas El Progreso (al norte) y, Las Esclusas (al sur); el restante 30% es descargado de la misma forma mediante emisario previo tratamiento mediante Sistema de Lagunas de Estabilización, tales como Alborada – Sauces, Guayacanes – Samanes, Las Orquídeas, Mi Lote y Mucho Lote que, para el caso de la Laguna Guayacanes Samanes, se transformó en una Laguna Aireada con la finalidad de aumentar su capacidad de tratamiento.

Las Lagunas de Estabilización Las Orquídeas, recibe las aguas residuales provenientes de la Urbanización del mismo nombre, la cual corresponde a una urbanización creada desde los años 80 para suplir demanda de vivienda en Guayaquil, generando la posibilidad de techo a numerosas familias de clase media provenientes de asentamientos informales de la ciudad y

# **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquídeas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

fuera de ella; esta urbanización en la actualidad, de clase media, ha permitido el desarrollo de la población estimada en 19.000 habitantes.

La Urbanización “Las Orquídeas” cuenta con la infraestructura para la recolección y tratamiento de las aguas residuales mediante lagunas como fue mencionado; no obstante, se desconoce la eficiencia hidráulica de las lagunas de tratamiento y la implicación que esta eficiencia genera sobre la remoción de la carga orgánica, tal es el caso de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

En su origen, las Lagunas Las Orquídeas se implantaban lejos de la población urbana, con la proliferación de asentamientos urbanos en sectores aledaños, estos asentamientos se fueron, poco a poco, acercando al área de Lagunas con lo cual se torna indispensable realizar una correcta operación de esta infraestructura sanitaria a efectos de minimizar el impacto que puede generar esta operación sobre las población asentada en sus alrededores. La anterior condición prácticamente obliga a las instancias públicas encargadas de la operatividad y manejo a tomar acciones con la finalidad de maximizar la eficiencia de las mismas. La situación se agrava en la medida que el efluente de las Lagunas Las Orquídeas es descargado a un canal denominado “Los Vergeles”, que cruza el asentamiento popular densamente poblado de este mismo nombre, para descargar finalmente al río Guayas; por tanto, se vuelve más importante una operación eficiente para lograr las mejores remociones de contaminación considerando el recorrido a través de centros poblados que genera el efluente tratado de las lagunas.

Respecto a esta maximización de la eficiencia en la operación de Sistemas de Tratamiento, según Benefield et al., 1984 indica que cuando se ha finalizado el diseño de todas

## **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquídeas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

las etapas de una planta de tratamiento de aguas residuales, se debe determinar el número y tamaño de cada uno de los procesos unitarios, para lo cual debe emplearse el diseño hidráulico y así conseguir un arreglo espacial adecuado.

Horváth, 1994 por su parte indica que es importante hacer un adecuado control de la velocidad del flujo, con lo cual se asegura que no habrá sedimentación de sólidos en los conductos interconectados de la planta, para cualquier condición de flujo.

A su vez, sobre el mismo tema Hulshoff y Lettinga, 1984 proponen que los reactores aerobios y anaerobios han sido ampliamente usados para el tratamiento de aguas residuales, de baja y alta carga orgánica, de naturaleza soluble y compleja. La operación de estos se basa en la actividad auto regulada de diferentes grupos de bacterias que degradan la materia orgánica y se desarrollan de manera continua, formando un lodo biológicamente activo dentro del reactor, siempre y cuando en el interior se haga un buen contacto con el agua residual y un tiempo de permanencia suficiente para alcanzar una alta eficiencia en la remoción del material orgánico biodegradable.

El presente documento pretende dar una visión real de la situación actual en la que encuentra la Laguna de depuración de aguas sanitarias de la urbanización Las Orquídeas, y probablemente otros tipos de infraestructuras construidas con la finalidad de eliminar o reducir los niveles de contaminación que proporcionan por los altos niveles de materia orgánica que contienen sus aguas, lo que daría la pauta de realizar la siguiente pregunta ¿Qué tan eficientes son estos sistemas, reducen en realidad la contaminación, o vierten sus aguas finales a las fuentes acuíferas, ríos o vertientes, con la misma cantidad de contaminación con la ingresaron al

# **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

sistema? Este tipo de preguntas son las nos llevan a realizar este tema de investigación y dar a la sociedad y a los organismos encargados del mantenimiento y operación de estos sistemas a realizar correctivos que den la confianza y tranquilidad a los residentes que se encuentran en las áreas colindantes donde se ubican estos sistemas, saber que las aguas finales que se vierten a los cuerpos de aguas receptores no se están recibiendo igual o mayor cantidad de elementos contaminantes que pueden dar lugar a la afloración de enfermedades que afecten a la población cercana, en nuestro caso los residentes de Los Vergeles, que el canal receptor de Los Vergeles si está aportando niveles de contaminación altos, que originan la pérdida de oxígeno en las aguas superficiales tanto del canal como la del río Guayas, que en la actualidad es una fuente de agua para toda la ciudad de Guayaquil, porque sus aguas proveen del agua para el proceso de potabilización con la que se abastece la ciudad de Guayaquil.

## **Materiales y métodos.**

A continuación para el desarrollo del presente trabajo de investigación se consideraron los siguientes métodos:

Método Exploratorio.- Fue utilizado para la revisión bibliográfica, así como para la definición de la hipótesis; es decir, bajo un planteamiento que se justifica en el marco teórico que preliminarmente fue realizado.

Método de Modelación.- A escala de laboratorio se efectuó la evaluación del comportamiento de la remoción de parámetros de calidad de agua de las lagunas.

# **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquídeas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

Método Deductivo.-Utilizado para determinar la eficiencia hidráulica se contrastaron por los obtenidos por lagunaje y EMAPAG-EP obteniendo así luces para interpretar y definir dichos resultados para este fin.

Método Explicativo.- Una vez obtenido los resultados de laboratorio del trabajo de investigación, utilizando el método explicativo, se obtiene las razones técnicas por las cuales se han originado dichos resultados.

Se realizó simulando las condiciones hidráulicas de las Lagunas Las Orquídeas a escala de Laboratorio; para este fin se escogió el laboratorio de aguas de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, para este efecto, se replicó el tiempo de retención de 18 días mediante el uso de tanques plásticos cuadrados tipo PLASTIGAMA (ver anexos las imágenes) considerando un caudal de 0.10 l/seg; bajo este parámetro se diseñó el prototipo cuyas dimensiones fueron las siguientes Largo: 1.50 m - Ancho: 1.50 m - Altura: 0.70 m; es necesario explicar que la altura de la columna de agua fue de 0.40 m.

Para efectos de mantener el caudal constante se utilizó una bomba peristáltica. El suministro de agua para el experimento fue obtenido directamente del cárcamo de la Estación de Bombeo Las Orquídeas localizada en la Avenida Francisco de Orellana y frente a la ciudadela del mismo nombre. Se utilizaron tanques plásticos de 55 gln que abastecen a la planta escala de laboratorio, los cuales se los abasteció con aguas residuales trasladados desde la estación de bombeo. El transporte de las aguas residuales desde la Estación de Bombeo hasta el laboratorio de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL (UCSG) se realizó mediante el uso, de tanques cilíndricos plásticos de 55 gln.



# Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquídeas de la ciudad de Guayaquil

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

La planta fue acondicionada en los exteriores del laboratorio el cual cuenta con todos los equipos e insumos para el desarrollo de los análisis motivo de investigación.

## Diseño del Experimento

A continuación se presenta una descripción de los principales pasos del experimento:

- Muestreo del Afluente: Los resultados sobre la calidad del afluente fueron obtenidos mediante un muestreo los cuales fueron validados con información de los registros primarios de la caracterización de las aguas residuales de la Estación de Bombeo Las Orquídeas efectuados por la Concesionaria INTERAGUA.

- Muestreo del Efluente de la Planta: La calidad del efluente fue monitoreada en los siguientes tiempos de retención 5, 10, 12, 15 y 20 días; esta distribución de la frecuencia de toma de muestras se justifica considerando que de acuerdo a la teoría de lagunas de esta naturaleza, tiene un promedio de 24 días; no obstante debido, a lo observado, de manera preliminar se deducía que el tiempo de retención real es menor, motivando la adopción como tiempo máximo del experimento de 20 días.

- Muestreo del Efluente de la Laguna: Los resultados La calidad del efluente fueron obtenidos mediante un muestreo los cuales fueron validados con información de los registros primarios de la caracterización de las aguas residuales efectuados por la Concesionaria INTERAGUA.

- Prueba de Eficiencia Hidráulica y de Tratabilidad.- La muestra del afluente obtenida de la laguna fue mediante el uso del simulador se replicaron a escala de laboratorio las condiciones de

# **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

las lagunas Guayacanes, Samanes, tanto en velocidad como caudal; una vez corrido el modelo, se obtuvieron muestras del efluente en diferentes tiempos, simulando diferentes tiempos de retención, y se analizó DBO y coliformes; estos resultados se compararon con los resultados proporcionado del efluente de las lagunas con el simulador.

## *Esquema aproximado del sistema de tratamiento*

Para alcanzar el objetivo específico relacionado con la determinación de la eficiencia hidráulica de la laguna fueron utilizados los resultados del efluente obtenidos a escala real como a escala de laboratorio; puesto que el experimento a escala de laboratorio determino una calidad del efluente durante un período total de 20 días, se determinó en que tiempo la calidad del efluente de la prueba a escala de laboratorio era igual a la obtenida a escala real; una vez obtenido este tiempo, que representa el tiempo de retención real, comparado con el tiempo de retención teórico se determina la eficiencia hidráulica de la Laguna.

El tiempo de retención teórico se obtuvo dividiendo el volumen de diseño de la laguna sobre el caudal del proyecto; el volumen fue obtenido mediante formular geométrica en función de los planos de diseño; y, el caudal fue proporcionado por la Concesionaria INTERAGUA.

Para alcanzar el objetivo específico relacionado con la relación entre la eficiencia hidráulica y la eficiencia de remoción; con la misma información procesada se obtiene una relación entre las eficiencias, de tal forma que se establece en virtud de la mejoras en el comportamiento hidráulico de la laguna la mejora de la calidad del efluente.

# **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

Para lograr el objetivo específico relacionado con el mejoramiento de calidad de las descargas, se utilizó la Guía propuesta por la Dirección de Medio Ambiente del Municipio de Guayaquil, en la cual se establecen los programas mínimos que deben incorporarse para el diseño de medidas ambientales; al respecto es necesario explicar que el diseño de las medidas ambientales se enfoca principalmente a lograr mejoras condiciones de calidad de la descarga final en la búsqueda de una mejor eficiencia hidráulica.

## **Resultados.**

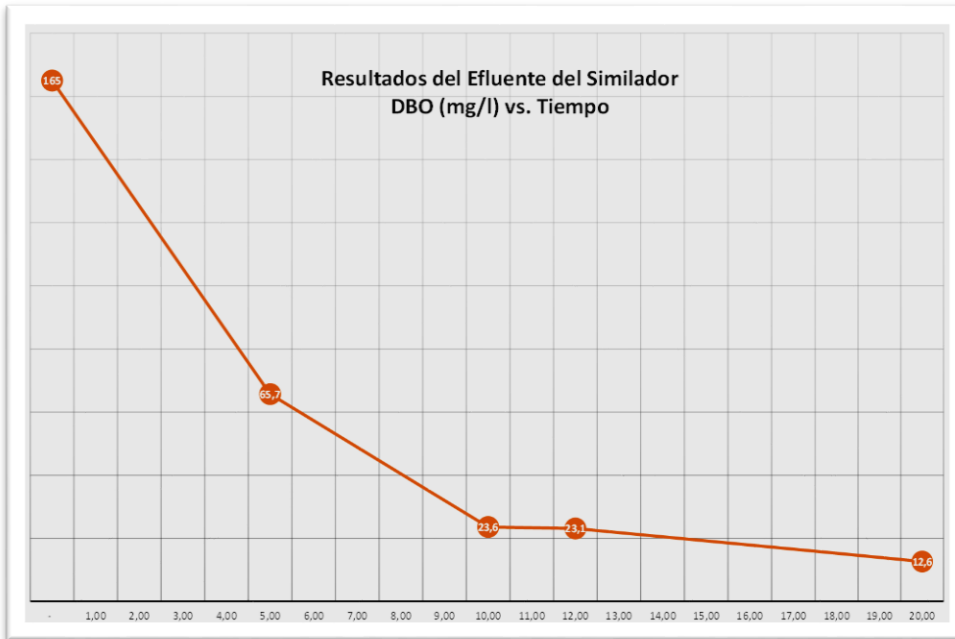
El trabajo de realizar una simulación de las lagunas nos ha ayudado a corroborar lo planteado en la hipótesis en la que determinamos que la eficiencia hidráulica de la laguna está por debajo del 50% de la eficiencia hidráulica, una vez realizado los análisis respectivos y logrando sacar las curvas de eficiencia tanto para DBO y coliformes fecales, se determina que el tiempo de permanencia de la materia orgánica en la laguna esta en el rango de los 18 a 20 días y no cumple el tiempo promedio que debe ser como mínimo de 24 días, los factores han sido indicados anteriormente uno de los más preocupantes es la mezcla de las aguas de las dos lagunas debido a que el dique de contención no cumple su función debido a los constantes derrumbes.

Parámetro - DBO

# Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loiza Mina



El gráfico muestra en la curva que simula de acuerdo a los datos obtenidos el mayor tiempo de retención de la materia orgánica (DBO), los rangos que se obtuvieron a través de las pruebas de laboratorio están dentro de él margen de 5 a 10 días, buscando los tiempos óptimos para la toma de la muestra de retención porque consideramos que durante este tiempo se ha producido el margen donde los elementos encargados de la descomposición de la materia actúan en este proceso, realizando una extrapolación, se ha logrado obtener el tiempo de eficiencia real en la retención y nos arrojó un tiempo real de 8,69 días, datos obtenidos a través de las muestras de laboratorio que se han obtenido durante el tiempo promedio de veinte días, estos muestreos fueron controlados a través del biólogo del laboratorio que simula en parte las tomas que debe obtener el operador en la planta de tratamiento una vez que se ha considerado los tiempos promedios para realizar la investigación, finalmente se obtuvo que el tiempo de promedio de retención real para la remoción de la materia orgánica DBO es de 8,69 días, y el tiempo teórico

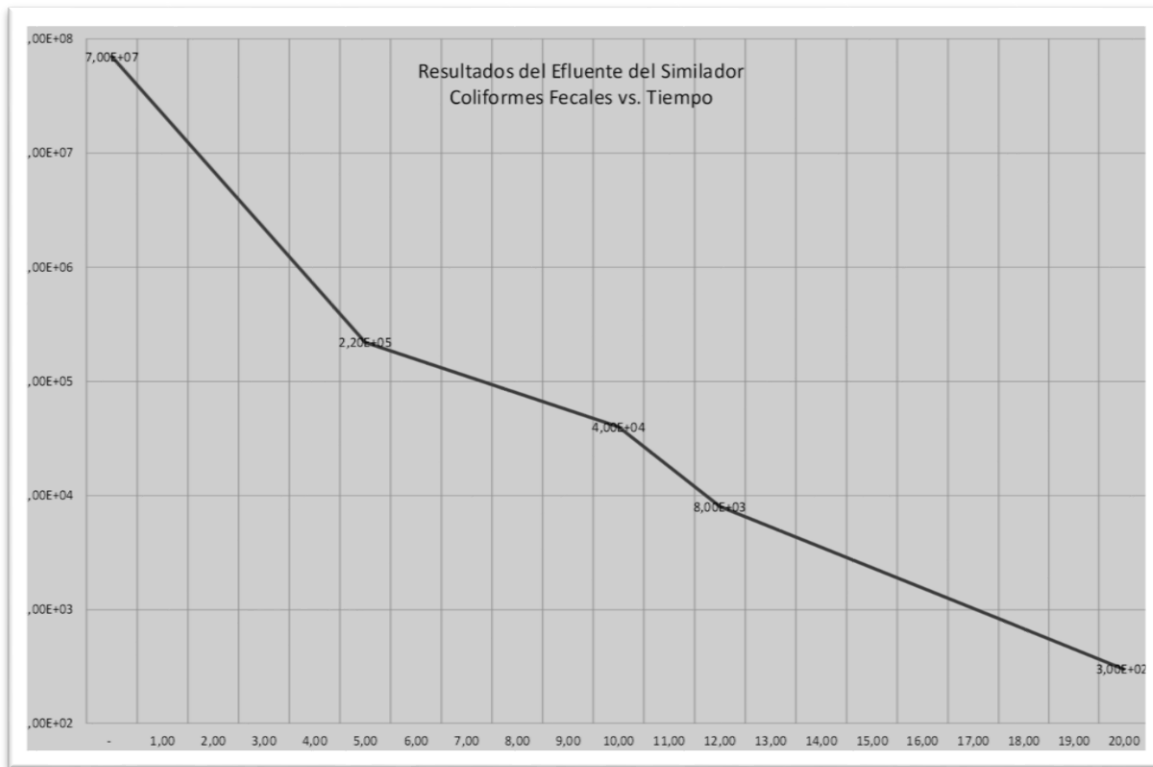
# Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

de diseño de la laguna es de 18 días, obteniéndose como resultado final que el tiempo de eficiencia hidráulica es de 48,30 %, con esto se corrobora lo indicado en el planteamiento de la hipótesis que indica que el tiempo de eficiencia hidráulica está por debajo del 50%.

## Parámetro – Coliformes Fecales



Otro de los parámetros más medidos en los sistemas de tratamiento son las coliformes fecales, que están presentes en casi todos los cuerpos de agua, entendiéndose como tal a los microorganismos en su mayoría de origen humano pero puede ser que se encuentren también los de origen animal, los sistemas de tratamientos o lagunas, están diseñados para remover o eliminar la presencia de estos microorganismos, siendo así uno de los parámetros que sirven para definir la calidad del agua, nos preguntamos porque buscamos la presencia de estos grupos

## **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

bacterianos en los sistemas de tratamiento, porque estos están presentes en todos los organismos de los mamíferos, entre ellos los humanos, y en los suelos donde hay presencia de contaminación fecal, al caer la lluvia y por es corriente son llevados por arrastre a los sistema de conducción de agua sean estos sanitarios o pluviales. Son los más fáciles de identificar en laboratorio por su capacidad de formar la lactosa por los que les da una forma fácil de identificarlos en los cuerpos de agua.

Estos microorganismos son causante de la transmisión de una serie de enfermedades, siendo una de las razones por la que cuidamos las descargas de aguas en especial aquellas en las que están cerca de poblaciones y las demás cuidado donde existen altos porcentajes de población infantil quienes son los más vulnerables a las enfermedades en su mayoría de origen intestinal. Estos factores se agudizan con el crecimiento de la población quienes ven la necesidad de un mayor consumo de agua, que es una de las vías por las que los humanos reciben a estos microorganismos.

Con estos antecedentes podemos establecer la necesidad de medir estos parámetros en los cuerpos de agua en especial aquellos que sirven para el tratamiento y depuración de estos elementos nocivos para la vida humana, en nuestro cuadro indicativo vemos la tendencia de la curva en razón de los días del muestreo tomado en el laboratorio, donde se han considerado escalas en la toma de la muestra que van en el orden de 5 a 10 días, logrando un mayor tiempo de retención de acuerdo a la escala del muestreo, y considerando el tiempo teórico de retención de la laguna que es de 18 días, igual que en la DBO se realizó la extrapolación donde se obtiene un tiempo real de retención de 4.99 días considerando los datos obtenidos en el simulador, y

# Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

lograr un tiempo de eficiencia hidráulica de 27,75%, es decir que en los 18 días es mayor la remoción de coliformes que la DBO en la laguna de tratamiento, de acuerdo a los datos obtenidos en el simulador.

## *Eficiencia Hidráulica vs Eficiencia de Remoción*

Muchas son las razones que nos llevan a definir cuán eficientes son los sistemas de tratamiento de aguas o lagunas de oxidación, y cuanto es el nivel de remoción en cuanto a la materia sólida en suspensión son capaces de remover. Las lagunas de estabilización fueron diseñadas para el tratamiento de aguas domésticas y residuales.

La función real del proceso es estabilizar la materia orgánica y remover los elementos patógenos de las aguas residuales realizando una descomposición de la materia orgánica, de ahí la pregunta de saber cuánto es la capacidad de retención que tienen las lagunas de las Orquídeas y una forma de determinarlo es verificar esa capacidad de retención, es una de las razones que nos llevó a realizar y a despejar esa duda analizando un sistema de modelaje que asemeje la realidad de las lagunas, por ello se tomaron muestras del mismo sitio donde se alimenta a las lagunas en este caso la estación de bombeo, el cuadro nos muestra cual es esa capacidad de retención en un muestreo de 20 días, y en el cuadro apreciamos cual es el comportamiento de la materia orgánica vs los coliformes fecales durante este periodo permitiéndonos tener una apreciación real de este comportamiento cuando están dentro de la laguna, vale mencionar que en el modelaje no se cumplen factores negativos como son los puntos muertos, el derrumbe de muros de separación entre las dos lagunas, la mezcla de agua que se produce cuando se derrumban los muros de contención, la simulación toma un patrón en el momento de mayor eficiencia de la laguna,

# **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

cuando las condiciones son óptimas y nos dan las referencias necesarias de cuál debe ser el manejo eficiente de estos sistemas, y cuales seria los resultados obtenidos dentro de estas eficiencias.

Podemos apreciar que para la simulación solo hemos tomado dos parámetros, la DBO y los coliformes porque son estos los dos parámetros más importantes de mayor consideración en un sistema de tratamiento.

Grado de Contaminación.

Si hay remoción de DBO, pero no suficiente de coliformes.

Los cuadros de análisis y resultados establecen que efectivamente hay remoción de materia orgánica DBO, pero esta no va en la misma proporción con la remoción de los microorganismos, es decir se mantiene la permanencia de coliformes fecales.

Se han determinado mucho los factores que producen este fenómeno, entre ellos se han considerado varios factores, como es la mezcla de agua entre las dos lagunas producto del rompimiento de la franja de separación entre las dos lagunas,

La eficiencia hidráulica es menor considerando los resultados de la remoción de los Coliformes Fecales en comparación con los resultados de DBO, sin embargo, la Hipótesis se cumple en la medida que ambos resultados fueron inferiores al 50% establecido

## **CONCLUSIONES**



# **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquídeas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

Después de haber realizado el análisis respectivo respecto a la eficiencia hidráulica y de la laguna de Las Orquídeas, habiendo revisado los cuadros de valores que se obtuvieron del resultado del simulador de la laguna realizado en el laboratorio de aguas de Universidad Católica Santiago de Guayaquil, de los resultados obtenidos a través del análisis de observación, donde se detectó que estas no cuentan con un buen manejo, entre ellas porque se aprecian espacios muertos y presencia de nata, otro factor importante fue que se observó que los diques de contención que delimitan la separación entre las dos lagunas se habían derrumbado lo que había provocado que las dos lagunas se unieran produciendo que las aguas de las dos lagunas se unieran y por lo tanto el tiempo de retención de las dos lagunas era de menor tiempo de lo establecido como es el de 24 días como mínimo, tiempo que deben permanecer la materia orgánica en la laguna.

Por ello se considera que el uso y aplicación de las normas de manejo de estos sistemas establecerá las condiciones de salubridad y bienestar a la comunidad que se encuentra en las cercanías de las lagunas de tratamiento, evitando con ello la proliferación de enfermedades donde hay un alto índice de población infantil que es la más vulnerable a estos acontecimientos de contaminación ambiental producido generalmente por el mal manejo de estos servicios públicos en el tratamiento de aguas servidas y pluviales, con este trabajo esperamos dar un aporte que ayudara a realizar conciencia y mejorara la empatía de relación institución y comunidad que al ser una población vulnerable y por ser de bajos recursos económicos se ven obligados a vivir cerca de las fuentes de contaminación sin importar los peligros a los que se exponen.

## **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquídeas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

Uno de los factores que más se ha tomado en cuenta en la investigación es revisar de manera minuciosa los informes de los parámetros de medición que ha realizado desde el año 2009 hasta el 2011, permitiendo tener una mayor objetividad del alcance de la información con respecto a la eficiencia de las lagunas, sobre todo para concluir si estas cumplen con las normas ambientales tanto de ingreso y descarga al emisario final como es el canal de descarga y saber si las aguas vertidas a este canal no está aportando elementos de contaminación no solo al canal sino a su emisario final que es el río Guayas, y de forma indirecta este afectando a la población que está en los alrededores

Otro factor que se ha contemplado es tener la seguridad que las lagunas cumplen con eficiencia hidráulica con respecto a la remoción a la carga orgánica que recibe de la urbanización las orquídeas, cuando se piensa y se habla de eficiencia hidráulica hay muchos factores que deben tomarse en cuenta entre ellas podemos mencionar la capacidad de retención del caudal de agua que recibe y no haya la posibilidad que se presenten filtraciones y se genere la contaminación de suelo y se esté afectando a terceras personas como es el caso de la población cercana, otro factor es si los diques de contención están cumpliendo su función de separar el caudal de agua de ambas lagunas, ya que si se mezclan como es el caso que se constató en la visita al sitio los flujos de permanencia no se cumplen y por lo tanto la descarga final al canal no está cumpliendo con los parámetros ambientales permisibles, por ello en nuestro análisis se han tomado dos parámetros que mundialmente son los más importantes el DBO que tiene que ver con la permanencia para su depuración de la materia orgánica al interior de la laguna y la demanda de coliformes fecales que es la presencia y depuración de microorganismos, parámetros que nos permitirán saber la capacidad de eficiencia que tiene la laguna.

# **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquídeas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

Si bien se ha realizado los informes que ha realizado la operadora INTERAGUA consideramos que el estudio realizado a las lagunas permitirá realizar otros estudios para establecer el grado de cumplimiento a las normas ambientales y determinar si estas aguas vertidas al canal no están contaminado el receptor final en este caso el río Guayas, fuente de agua de la cual la población de Guayaquil utiliza sus aguas para el proceso de potabilización.

## **RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones que se generan producto del trabajo de investigación son las siguientes: Recomendaciones de orden técnico respecto al sistema de estudio e investigación como son las lagunas de estabilización y tratamiento de aguas residuales Las Orquídeas.

Establecer un programa de monitoreo para la operación y mantenimiento de las lagunas “Las Orquídeas” tiene como objetivo la acumulación de lodos biológicos y digerirlos a través de los mecanismos anaeróbicos que ayudan a la depuración de esta aguas para establecer las condiciones adecuadas para la reducción integral de bacterias apoyadas por el proceso de fotosíntesis, permitiendo que en las capas superiores de aguas exista la suficiente cantidad de oxígeno y establecer el equilibrio adecuado para el cumplimiento de normas ambientales y sociales, y garantizar la calidad de agua que finalmente es aportada al cuerpo receptor para dar la seguridad de la reutilización de esta agua con otros fines y a la población aledaña, de tal manera que no exista el menor temor que las aguas aportadas al canal de Los Vergeles no llevan contaminantes y no representan ningún peligro a la salud y al medio ambiente.

Para cumplir con los objetivos anteriormente indicados, es necesario seguir los procedimientos adecuados y cumplir con los mecanismos y mediciones requeridos que establezcan la garantía de

## **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

la calidad de agua procesando la carga orgánica que soportan las lagunas y su posterior depuración, entre ellos mencionaremos los siguientes.

Debido a la proximidad de la población a las lagunas distancia promedio 2m, se hace necesario solicitar la expropiación de las propiedades cercanas a fin de darles un retiro no menor a 50 metros, con la finalidad de crear un cordón de árboles que eviten la proliferación de malos olores al sector circundante, y para la seguridad y evitar riesgos de contaminación se requiere que se realice la construcción de un cerramiento perimetral en el área circundante de las lagunas.

En la actualidad las lagunas no cuentan en su totalidad con el muro de separación central que divide a las dos lagunas, este se ve interrumpido en la mitad (ver gráficas del sitio) lo que origina que la materia orgánica no cumpla el tiempo de retención en la laguna facultativa y de manera prematura sus aguas se vuelquen hacia la laguna de maduración al existir este vínculo de comunicación, sus aguas se unen generando un falso tratamiento al no cumplir el tiempo de retención que requieren estos sistemas para el cumplimiento del tratamiento de aguas residuales, la recomendación es que se proceda a la reconfiguración del muro central que divide a las dos lagunas.

Realizar mantenimiento a los taludes de contención de las dos lagunas, evitando la erosión y que la altura sobrepase al menos 0,50 metro sobre el nivel de las aguas garantizando la mayor permanencia de estas en cada laguna y evitando la mezcla de las dos aguas. Se debe revisar por lo menos una vez por mes el estado en que se encuentran los taludes de contención y una vez por semana en la estación invernal.

- Mantenimiento de las bombas que impulsan el agua hacia las lagunas.

# Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

- 
- Control de los niveles de coliformes fecales.
  - Demanda bioquímica de oxígeno en el afluente y el efluente (DBO).
  - Control y manejo de malezas tanto en el sector perimetral de las lagunas como en sus alrededores.
  - Control y manejo de plagas mosquitos, roedores u otros vectores que puedan afectar el normal funcionamiento y control de las lagunas.
  - Realizar un control de procedimientos en medidas de operación y mantenimiento para la estación invernal.
  - Realizar mediciones de niveles (batimetría) de las lagunas por lo menos tres veces en el año, para tener registros de los niveles de acumulación de lodos, y establecer mecanismos de limpieza a fin de evitar alterar la población bacterias necesarias para la depuración de las aguas con materia orgánica.
  - Detección periódica de malos olores y colores.
  - Remoción de natas y sólidos flotantes.

Al exterior e interior de las lagunas existen una gran cantidad de fauna en su mayoría aves que hace permanencia en el sitio y algunas la utilizan como territorio de paso, es necesario realizar un monitoreo de la fauna y establecer mantenimiento del ecosistema circundante para la protección y permanencia de esta fauna que ayudan al enriquecimiento ecológico del sector.

Que la Universidad de Guayaquil a través de su Escuela de Postgrado incentive a los nuevos maestrantes a realizar nuevas investigaciones sobre eficiencia hidráulica en todas las lagunas y plantas de tratamiento que depuran el agua sanitaria y pluvial en la ciudad de Guayaquil y en otras ciudades, porque siempre quedara la duda si estas cumplen con los procesos de depuración, y en especial aquellas donde sus aguas son compartidas con poblaciones cercanas a las plantas de tratamiento donde de alguna manera se puede estar generando algún foco de infección y la poblaciones cercanas se pueden ver afectadas por este fenómeno producido por el mal manejo de

# **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

los sistemas de tratamiento, establecer medidas de control y establecer contingencias como son medidas de remediación, si el caso así lo amerite.

Socializar y aplicar los temas de nuevos estudios o que muchos temas de investigación sean la continuidad de otros, de esta manera se contribuya al estudio y adquisición de nuevos conocimientos.

## **Bibliografía.**

Araceli, A. (2008). La Eutrofización de los Lagos. Andalucía: I.E.S.

Botello, A., Rendón, J., Gould-Bouchot, G. & Agraz-Hernández, C. (2005). Golfo de México.

Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. México: Universidad Autónoma de Tabasco.

Carta Batimétrica Internacional del Pacífico Sur Oriental, IBCSEP. Área 1-01. (2007). Ecuador-Colombia.

Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2007). México.

Cortés, F., Luévanos, A., Luévanos, R., Uranga, A., Ávila, C. & González, J. L. (2011). Diseño de Lagunas de Estabilización en Serie con Diferentes configuraciones. (Caso Comarca Lagunera Estado de Durango, México). Matanzas: Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 5, pp 5-16.

Drummond M., O'Brien, B., Stoddart, G. & Torrance, G. (2001). Métodos para la evaluación económica de los programas de asistencia sanitaria. Madrid: Ediciones Díaz de Santos

Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL. (2001). Ecuador.

González, J. (2012). Cadeate culturas y tradiciones. Ecuador.

# **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

- 
- Guzmán, E. (2014). Modelamiento de la dispersión de contaminantes pasivos en la bahía Ferrol-Chimbote. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Hamilton, M. & Pezo, A. (2005). Formulación y evaluación de proyectos tecnológicos empresariales aplicados. Colombia: Convenio Andrés Bello. Instituto Nacional de Estadística y Censos, INEC. (2015). Ecuador.
- Ludwig, R. (1988). Ubicación y diseño de emisarios submarinos. Lima: CEPIS.
- Massieu, B. S. (2008). Tratamiento de Aguas Residuales. México.
- Méndez, J. A., Carreño, F. & Hernández, H. A. (2011). Confiabilidad y viabilidad para la reutilización de los efluentes de las Ptar que operan con lagunas de estabilización en Cundinamarca. Colombia: Producción+ Limpia.
- Mendonça S. (1999). Lagunas de estabilización. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud
- Orozco, A. (2005). Bioingeniería de aguas residuales. ACODAL. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS. (2000). Colombia.
- Rojas, R. (2002). Sistemas de tratamiento de aguas residuales. Curso Internacional “Gestión Integral de Tratamiento de Aguas Residuales”. Brasil: Cepis.
- Roldán, G. & Ramírez, J. (2008). Fundamentos de Limnología Neotropical. Antioquía: Universidad de Antioquía.
- Salas, H. J. (2000). Emisarios Submarinos: Alternativa viable para la disposición de aguas negras de ciudades costeras en América Latina y el Caribe. Lima: CEPIS.
- Salas, H. J. (2000). Emisarios submarinos: Enfoque general, conceptos básicos de diseño y requerimiento de datos para América Latina y el Caribe. Lima: CEPIS.

## **Evaluación de las Lagunas De Estabilización de las Orquideas de la ciudad de Guayaquil**

Vol. 2, núm. 1., (2018)

Luis Antonio Sagubay Bernal; Carlos Cristobal Pazmiño Franco; Juan Carlos Loaiza Mina

---

TULSMA. (2015). Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente Ecuador.

Vargas, C. (1996). Características Microbiológicas de las Aguas Residuales. Lima: CEPIS.

Vera, L., Lucero, M. & Mindiola, M. (2009). Caracterización Oceanográfica de la costa central ecuatoriana entre la punta del Morro y Jaramijó, Ecuador. Ecuador: INOCAR.

Yáñez, F. (2000). Aspectos destacados en la tecnología de lagunas de estabilización. Seminario Internacional. Tratamiento de Aguas Servidas. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Brasil.