

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Diseño de un sistema de lecho filtrante con microorganismos eficientes para la reducción de materia orgánica en aguas residuales del sector Chontamuyo – Distrito de la Banda de Shilcayo.

Por:

César Alexander Ramírez Tafur

Asesor:

Mg. Delbert Eliasil Condori Moreno

Morales, diciembre de 2019

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

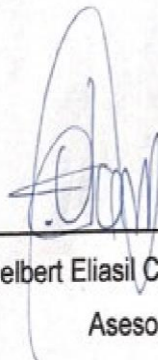
Mg. Delbert Eliasil Condori Moreno, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“Diseño de un sistema lecho filtrante con microorganismos eficientes para la reducción de materia orgánica en aguas residuales del sector Chontamuyo – distrito de La Banda de Shilcayo”** constituye la memoria que presenta el estudiante César Alexander Ramírez Tafur; para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión, bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Morales, a los 2 días del mes de Diciembre, del año 2019.



Mg. Delbert Eliasil Condori Moreno

Asesor

"Diseño de un sistema de lecho filtrante con microorganismos eficientes para la reducción de materia orgánica en aguas residuales del sector Chontamuyo - distrito de la Banda de Shilcayo"

TRABAJO DE INVESTIGACION

Presentada para optar el grado de bachiller de Ingeniería Ambiental.

JURADO CALIFICADOR

Mtra. Dayani Shirley Romero Vela
Presidente

Mtra. Betsabeth Teresa Padilla
Macedo
Secretario

Mg. Andres Erick Gonzales Lopez
Vocal

Mg. Delbert Eliasil Condori Moreno
asesor

Morales, 02 de Diciembre del 2019

Resumen

Actualmente, la población de los países en desarrollo experimenta la carencia de condiciones sanitarias adecuadas, incluyendo la de contar con agua potable que satisfaga sus condiciones básicas. La falta de potabilización del agua está asociada con enfermedades y muerte en población infantil por enfermedades de origen hídrico. El presente trabajo, tiene como objetivo principal, diseñar un sistema de tratamiento secundario para el tratamiento de aguas residuales, con el fin de reducir sus descargas contaminantes a los cuerpos de agua. Es por ello que se procedió a tomar las muestras en el punto de descarga de aguas residuales hacia el cuerpo receptor, el procedimiento para la recolección de muestra de agua se realizó teniendo en consideración como lo describe el protocolo nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales. Se recolectó un volumen total de 20 litros en un balde de plástico para el tratamiento piloto. Se utilizó 1 litro de aceite de cocina refrigerado así mismo con la ayuda de una jeringa de 20ml se succiono la mezcla del EM + Agar agar sobre el aceite refrigerado se formaba las perlas gota por gota hasta lograr llenar el cartucho obteniendo microorganismos eficientes encapsulados. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede evidenciar que existe una eficiencia los Microorganismos eficientes, en cuanto a la remoción de parámetros como DQO, DBO, presentes en las aguas residuales del Sector Chontamuyo

Palabras claves: Condiciones sanitarias; lecho filtrante; microorganismos eficientes; cuerpos de agua; aguas residuales.

Abstract

Actually, the population of developing countries experiences the lack of adequate sanitary conditions, including to have potable water that satisfies their basic conditions. The lack of water purification is associated with diseases and death in children due to waterborne diseases. The main objective of this work is to design a secondary treatment system for wastewater treatment, in order to reduce its contaminating discharges to water bodies. That is why the procedure to take the samples at the point of discharge of wastewater to the body recipient must be performed, the procedure for collecting the water sample was performed taking into account how to describe the national protocol for monitoring of quality of surface water resources. A total volume of 20 liters was collected in a plastic shelf for pilot treatment. It was considered 1 liter of refrigerated cooking oil likewise with the help of a 20ml syringe the mixture of EM + agar agar was sucked on the refrigerated oil pearls formed drop by drop until filling was obtained obtaining efficient encapsulated microorganisms. According to the results obtained, it can be evidenced that there is an efficiency of efficient Microorganisms, regarding the elimination of parameters such as COD, BOD, present in the wastewater of the Chontamuyo Sector

Keywords: Sanitary conditions; filter bed; efficient microorganisms; water bodies; sewage water

1. Introducción

Debido al alto crecimiento de la población, ligado directamente al crecimiento de las áreas urbanas y rurales, la disposición del agua residual doméstica e industrial se ha

convertido en los últimos años en un problema serio, que ha repercutido directamente en el medio ambiente, ocasionando problemas graves de contaminación (Pedraza, 2009). En el tratamiento de aguas residuales domésticas se pretende eliminar los contaminantes hasta alcanzar los valores máximos permisibles de acuerdo a las normas y estándares nacionales o internacionales. En virtud de la diversidad de contaminantes que se pueden presentar en las aguas residuales, la forma de tratarlos es también muy amplia, y por ende, las técnicas que se utilizan en estos procesos son diversas, éstas se clasifican según su operación, en convencionales y alternativas (Elizabeth, 2012).

En la actualidad dichos cuerpos de agua, principalmente ríos han reducido notablemente su capacidad de dilución debido a muchos factores, relacionados principalmente con la carencia del recurso hídrico "agua" (Pedraza, 2009). Los sistemas de tratamiento de agua residual doméstica tienen como objetivo principal reducir algunas características indeseables, de tal manera que el uso o disposición final de estas aguas, cumpla con las normas y requisitos mínimos definidos por las autoridades sanitarias. Un aspecto importante para considerar en el tratamiento del agua es la producción de aguas residuales, que se deben gestionar adecuadamente para su posible reutilización o reciclaje (Chulluncuy Camacho, 2011).

La misión de los filtros es la remoción, en la superficie o en el seno de la masa filtrante, así mismo, Los microorganismos eficientes basada en la actividad sinérgica han sido reportados como una alternativa frente al problema ambiental de la contaminación hídrica, puesto que este consorcio puede utilizar los compuestos contaminantes presentes en el agua residual doméstica reduciendo así sus concentraciones en el agua (Gómez, 2008). Por ende, con la presente investigación se pretende reducir el grado de contaminación de estas aguas, empleando una etapa de tratamiento secundario mediante un diseño de sistema de lecho filtrante con microorganismos eficientes, esta propuesta se origina principalmente porque las zonas rurales y urbanas no cuentan con ingresos elevados para la construcción y mantenimiento de plantas de tratamiento.

2. Materiales y Métodos

2.1. Materiales y equipos

A continuación se presentan los materiales y equipos básicos que se utilizaron para la realización del proyecto.

Tabla 1: Materiales y equipos requeridos para la investigación.

| EQUIPOS | MATERIALES DE CAMPO | MUESTREO | LIMPIEZA | MATERIALES DE LABORATORIO |
|--------------------|---|---|-----------------|--|
| GPS | Laptop | Cooler | Agua destilada | Guantes de neopreno Guardapolvo Jeringa de 15ml Agar Agar Microorganismos eficientes |
| Multiparámetro | Botas de jebe | Ice packs refrigerantes | Papel toalla | Vaso precipitado Aceite |
| Cámara fotográfica | Marcadores de tinta indeleble | Preservantes | | Colador de metal |
| Balanza analítica | Lapicero Cinta de embalaje Cadena de custodia Recipientes de 20lt. | Frasco de plástico Frasco de vidrio transporte Balde de plástico de primer uso y limpio Guantes descartables Mascarilla | | Hornilla eléctrica |

Fuente: Elaboración propia

2.2. Métodos

2.2.1. Primera etapa: Etapa de gabinete inicial

- Búsqueda de libros, revistas, documentos y artículos virtuales que permitan obtener la información bibliográfica necesaria para la ejecución del presente trabajo.
- Se determinó el lugar donde se desarrollará el estudio de investigación, identificando descargas de las aguas residuales de la ciudad de Tarapoto, la cual pertenece al distrito de La Banda de Shilcayo-Sector Chontamuyo.
- A partir de la información recopilada, se procedió a la sistematización de esta, teniendo en cuenta investigaciones similares, manuales, métodos y procedimientos requeridos en el desarrollo de la investigación.
- Adquisición de equipos de protección personal (botas, traje para agua, guantes, mascarilla etc.) y demás materiales (embaces de muestreos, marcador indeleble, GPS, hoja de campo, entre otros).

2.2.2. Etapa de campo

2.2.2.1. Ubicación del punto de muestreo

- Se tomará 02 muestras de aguas residuales en la parte baja del cuerpo receptor Rio Shilcayo- Sector Chontamuyo ubicado en el distrito de La Banda de Shilcayo-Tarapoto en donde las aguas residuales son vertidas directamente sin ningún tipo de tratamiento, una muestra pasara por el diseño del sistema de lecho filtrante con microorganismos y otra sin tratamiento, el cual será nuestro testigo, para verificar el grado de efectividad entre el tratamiento y el agua residual sin tratamiento.

2.2.2.2. Toma de muestras

- El procedimiento para la recolección de muestra de agua se realizó teniendo en consideración como lo describe el protocolo nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales -Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA.
- Se procedió a tomar la muestra de agua residual del punto de descarga, en la parte baja del Rio Shilcayo. Se recolectó un volumen total de 20 litros en un balde de plástico para el tratamiento piloto. Seguidamente se procedió al etiquetando y rotulado, registrando la hora, día, fecha y ubicación del muestreo.
- De la misma manera, se recolectaron 2 muestras de 1 Litro cada una para los análisis de laboratorio. Estas muestras se mantuvieron en refrigeración a una temperatura promedio de 4 a 8°C, en un cooler por un tiempo máximo de 4 horas, hasta ser transportado y procesados en el Laboratorio de Ambiental de la UPeU – T y enviados al Laboratorio Acreditado -INACAL (Inspection & Testing Services del Perú S.A.C)

2.2.3. Etapa de laboratorio

2.2.3.1. Análisis de muestras

- Las 2 muestras de 1L fueron analizadas por el Laboratorio: Inspection & Testing Services del Perú S.A.C (ITS), de la ciudad de Lima, acreditado por INACAL. En ITS se verificó los materiales e instrumentos a utilizar para la determinación de los parámetros microbiológicos, con el fin de obtener datos verídicos. Se procedió a su sistematización, mediante la utilización de organizadores visuales, como tablas, cuadros, gráficos, entre otros, los cuales favorezcan al proceso de determinación en la posterior etapa de gabinete final.

2.2.3.2. Activación de los microorganismos

- El EM-1 está en estado latente (inactivo), para conservar a largo plazo, por lo tanto, antes de usarlo, hay que activarlo, quiere decir “productos secundarios” de EM. (EM Activado = EMA) El cual puede obtener mayor población de microorganismos benéficos y también puede minimizar el costo. EM Activado consiste en 5% de EM-1 y 5% de melaza diluidos en 90% de agua limpia en un recipiente herméticamente cerrado. Se deja para que se fermente durante una o dos semanas. Un olor agridulce y un ph 3.5 o menos indica que el proceso de activación esté completo.

2.2.3.3 Elaboración de perlas utilizando Agar agar +EM

- El agar es una sustancia seca, amorfa, gelatinosa y no nitrogenada que es insoluble en agua fría, pero soluble en agua caliente para la elaboración de las perlas se utilizó 9gr de agar y con la ayuda de agua destilada se logró diluirla a una temperatura de 35C°, luego se procedió a ponerla en reposo para después mezclarlo con los microorganismo eficientes en un recipiente de 500ml. Se utilizó 1 litro de aceite de cocina refrigerado así mismo con la ayuda de una jeringa de 20ml se succiono la mezcla del EM + Agar agar sobre el aceite refrigerado se formaba las perlas gota por gota hasta lograr llenar el cartucho obteniendo microorganismos eficientes encapsulados.

2.2.3.4 Transporte de las muestras

- Las muestras fueron transportadas inmediatamente al laboratorio cumpliendo los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro de acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales por la Autoridad Nacional del Agua, para el transporte se sella el Coolers de forma que

asegure la integridad de las muestras. Para el envío y traslado de las muestras al laboratorio fue vía terrestre por Courier y entregadas a Laboratorio correspondiente.

2.2.3.5 Seguridad de la calidad de resultados

- Los frascos fueron almacenados dentro del Cooler de forma vertical para que no ocurran derrames ni se expongan a la luz del sol. Los frascos de vidrio fueron embalados con la debida precaución para evitar roturas y derrames durante el transporte con bolsas poliburbujas. Para su conservación, las muestras recolectadas se acondicionaron en el Ice Cooler bajo un adecuado sistema de enfriamiento ($5^{\circ}\text{C} + 3^{\circ}\text{C}$), refrigerado con ice pack y se mantuvo en la sombra para permitir una mayor conservación de la temperatura.

2.2.3.6 Recepción de muestras

- En el recojo de la muestra el laboratorio acreditado por INACAL, verificó que se cumplió con los requisitos mínimos, de los cuales depende la calidad de los resultados que se espera. Verificaron si las muestras llegaron estables para el análisis respectivo, si están bien preservadas, además de ello, revisar y firmar la entrada de las muestras en la Cadena de Custodia.

2.3. Etapa de Gabinete Final

- Se recolecta toda la información de los periodos de monitoreo en el programa Excel que es un programa estadístico informático muy usado en las ciencias sociales y aplicadas, además de las empresas de investigación de mercado.
- Presentación de los resultados con las respectivas comparaciones con la normativa ambiental vigente el D.S N° 003 – 2010 MINAM.

- Uso de figuras y tablas con valores medios para determinar la degradación de la materia orgánica y la variabilidad de los datos.

2.4. Participantes

- César Alexander Ramírez Tafur

2.5. Instrumentos

- ✓ Cadena de custodia validada por ITS
- ✓ Multiparámetro calibrado

2.6. Análisis de datos

Los datos obtenidos serán comparados con el programa estadístico informático Excel. Para constatar parámetros ambientales requeridos por la normativa vigente el D.S N° 003 – 2010 MINAM.

3. Resultados y Discusión

En los resultados se resume los datos obtenidos y el análisis e interpretación de los datos más relevantes con el fin de justificar las conclusiones.

3.1. Resultados 1

Tabla 2: Parámetros evaluados en el cuerpo receptor Río Shilcayo-sector Chontamuyo y comparado con D.S N°003-2010-MINAM

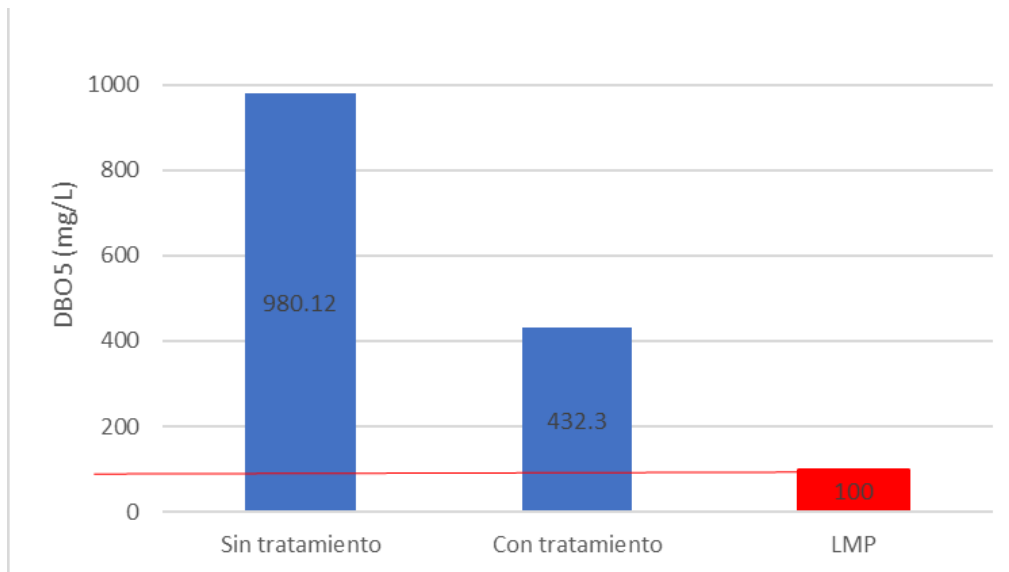
| Parámetros | Unidad | D.S 003-2010-MINAM | Sin tratamiento | Con tratamiento |
|------------|--------|--------------------|-----------------|-----------------|
| DBO | mg/l | 100 | 980.12 | 432.3 |
| DQO | mg/l | 200 | 1960.24 | 864.6 |

Fuente: Elaboración propia

3.2. Gráfico N°1: Análisis del parámetro (DBO5)

Figura 1

Resultados de DBO, con tratamiento y sin tratamiento



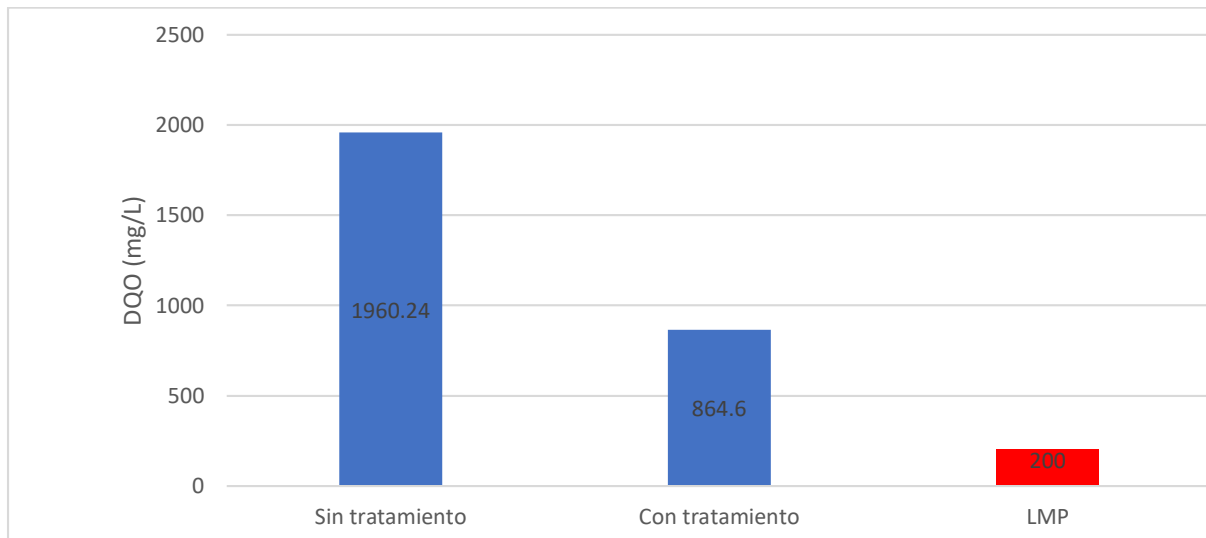
➤ Interpretación:

En la figura 1, se presenta los valores de DBO obtenidos del agua extraída en el cuerpo receptor en este caso procedente del Río Shilcayo- Sector Chontamuyo, donde se puede apreciar la disminución significativa de la concentración del contaminante con una diferencia de 547.82 (47.6%) a comparación de la muestra inicial donde su concentración era de 980.12, sin embargo al realizar la comparación con los Límites Máximos Permisibles (LMP) no cumplió con esta normativa la cual se precisa dentro del D.S 003-2010-MINAM.

3.3. Gráfico N°2: Análisis del parámetro DQO

Figura 2

Resultado de DQO, con tratamiento y sin tratamiento



➤ Interpretación:

En la figura 2, se presenta los valores de DQO obtenidos del agua extraída en el cuerpo receptor en este caso procedente del Río Shilcayo- Sector Chontamuyo, donde se puede apreciar la disminución significativa de la concentración del contaminante con una diferencia de 1095.64 a comparación de la muestra inicial donde su concentración era de 1960.24, sin embargo al realizar la comparación con los Límites Máximos Permisibles (LMP) no cumplió con esta normativa la cual se precisa dentro del D.S 003-2010-MINAM

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

- La fuente contaminante que modifica la calidad del agua del Rio Shilcayo en primer lugar son todos los desechos orgánicos procedentes del uso doméstico de sus habitantes que se vierten de manera directa al cuerpo receptor sin ningún tratamiento previo. En el punto de monitoreo se observó

en las orillas de la quebrada una cierta cantidad de residuos sólidos como botellas de gaseosas, bolsas, etc.; y animales detritívoros (gallinazos), La cual también conlleva a la contaminación del agua. Así mismo el diseño del sistema de lecho filtrante con microorganismos eficaces disminuyó la concentración de DBO en un 47.6 % en cuanto al siguiente parámetro disminuyó la concentración de DQO en un 44.1 %.

- De acuerdo a los resultados obtenidos se puede evidenciar que existe una eficiencia los Microorganismos eficientes, en cuanto a la remoción de parámetros como DQO, DBO, presentes en las aguas residuales del Sector Chontamuyo. Finalmente, se puede entender el papel importante del uso de los Microorganismos Eficientes para la remoción de contaminantes presentes en las aguas residuales y principalmente la acción de una manera eficiente en la remoción de la materia orgánica pero no cumplió con las Normas.
- Realizar experimentos con mayor cantidad de repeticiones ya que estos ayudarían a tener una mejor visión de los tratamientos, un menor porcentaje de error y el criterio más acertado mediante el uso de microorganismos eficiente en el tratamiento de aguas residuales.

4.2. Recomendaciones

- Incrementar el tiempo de retención del agua residual en el sistema de lecho filtrante con microorganismos eficaces para obtener mejores resultados de disminución de materia orgánica presente en estas aguas
- Utilizar recipientes grandes y jeringas de 20ml o de mayor tamaño para la formación de las perlas con microorganismos, asimismo se recomienda tener aceite bien refrigerado, de esta manera será mejor el encapsulado de los microorganismo con el Agar, permitiendo mayor solidez.

Recircular el agua residual por el diseño del sistema de lecho filtrante para una mayor remoción de la materia orgánica y asimismo realizar otro tipo de ensayos en aguas industriales para evaluar el efecto remediador, ya que es una tecnología amigable con el medio ambiente y una alternativa viable.

5. Referencias

- Beltrán, T., & Campos, C. (2016). Influencia de microorganismos eficaces sobre la calidad de agua y lodo residual, planta de tratamiento de Jauja, 206.
- Cardona, J. C., & Garcia, L. a. G. (2008). Evaluación Del Efecto De Los Microorganismos Eficaces (Em®) Sobre La Calidad De Un Agua Residual Doméstica. *Javeriana.Edu.Co*, 159. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2009.06.934>
- Gonzalez, D., & Echeverr , V. (2004). Saneamiento Hídrico en Colombia: Instituciones y situación actual. *Revista ECOS de Economía*, 18(18), 75–97.
- Julca Mendoza, G. E. (2015). Efecto de dos soportes de inmovilización de microorganismos eficaces en la degradación de materia orgánica de aguas residuales domésticas.
- Romero Lopez, T. (2017). Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas. *Revista de Ingeniería Hidráulica Y Ambiental*, 38(3), 88-100 . Retrieved from <http://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/article/view/412>
- Sanchez Cabrera, M. (2014). Evaluación de la Capacidad de Depuración de Microorganismos Eficaces en el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, Moyobamba – 2014. Retrieved from file:///D:/Satellite/Donwload/TP_ISA_00013_2015.pdf
- Gutiérrez Guzmán, N. (2014). EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE DBO5 Y SS EN SEDIMENTADOR Y LECHO. *Colombia Forestal*, 151-159.