



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Implementación de biofiltro en un biodigestor autolimpiable para el
tratamiento de agua residual doméstica del AA.HH. Las Garas – Carabayllo”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Oswaldo Montes Lino

ASESOR:

MSc. Ing. Wilber Samuel Quijano Pacheco

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad Ambiental y Gestión de Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2018

Página del Jurado

Dedicatoria

A una persona muy especial a la que tuve la dicha y fortuna de haber conocido y a la que siempre la llevaré conmigo, en mi corazón y mente por todo lo que aprendí de ella, por su esfuerzo y dedicación y a pesar de las dificultades siempre llevaba una sonrisa sin igual y contagiante; incondicional y única gracias por todo Mamá Adriana.

Agradecimiento

Agradezco a dios por la familia que tuve sobre todo por la gran madre que me dio, a la que amo y extraño con todas mis fuerzas, mi padre por el gran esfuerzo que hizo para poder lograr esto y creer en mí, mis hermanas y hermanos, por cada uno de los consejos y enseñanzas.

A los amigos y personas que siempre me demostraron su apoyo y siempre estuvieron en los momentos más difíciles y me ayudaron a salir adelante, en especial a quién considero como un hermano Jorge Verano.

A mi asesor MSc. Wilber Samuel Quijano Pacheco por las pautas y ser guía en esta investigación, a los docentes de la Universidad Cesar Vallejo - Lima norte por sus enseñanzas, compañeros de universidad y del laboratorio.

También a las personas donde laboro “Condominio Casas del Valle” Ing. Raúl Montes, Ing. Jaime Coronado, Ing. Christian Felipa, Ing. Carlos Barreda, Manuel Artieda, por las facilidades y comprensión que me pudieron brindar para poder realizar y culminar con la presente investigación, fue de suma importancia de su apoyo.

A todos ellos y demás gracias, que sin ese grano de arena que me pudieron brindar no hubiera podido continuar en este corto trayecto.

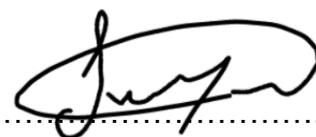
Declaratoria de autenticidad

Yo, **Montes Lino Oswaldo**, con DNI N° **46625724**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda documentación es auténtica y veraz.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en la norma académica de la Universidad César Vallejo.

Lima, 14 de julio del 2018



Montes Lino, Oswaldo

DNI: 46625724

Índice

Página del Jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	ix
Índice de gráficos.....	x
Resumen.....	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Trabajos previos.....	17
1.3. Teorías relacionadas con el tema.....	21
1.4. Formulación del problema	34
1.5. Justificación del estudio.....	35
1.6. Hipótesis.....	36
1.7. Objetivos	36
II. MÉTODO	37
2.2. Variables, operacionalización	37
2.3. Población y muestra.....	39
2.4. Técnicas e Instrumentos de datos, validez y confiabilidad.....	39
2.5. Métodos de análisis de datos	41
2.6. Aspectos éticos	49
III. RESULTADOS	50
IV. DISCUSIÓN	75
V. CONCLUSIÓN	76
VI. RECOMENDACIONES	77
VII. REFERENCIAS	78
ANEXOS	82

Índice de tablas

Tabla N° 1 Especie vegetal papiro (macrófita)	25
Tabla N° 2 Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR	34
Tabla N°3 Operacionalización de variables	38
Tabla N°4: Pre-tratamiento, biodigestor – biodigestor más biofiltro (Alfa de Cronbach)	40
Tabla N°5 Diseño de biodigestor (Alfa de Cronbach)	40
Tabla N°6 Diseño del biofiltro (Alfa de Cronbach)	40
Tabla N°7 Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR.....	41
Tabla N°8 Tipo y cantidad de sustrato	43
Tabla N°9 Tiempo de caudales de cada sistema.....	45
Tabla N°10 Evaluación comparativa de los parámetros físicos - químicos y microbiológicos de las aguas residuales domesticas antes del tratamiento “AT” vs LMP	50
Tabla N°11 Evaluación de los parámetros físicos - químicos y microbiológicos de las aguas residuales domesticas - Semana 1	52
Tabla N°12 Evaluación de los parámetros físicos - químicos y microbiológicos de las aguas residuales domesticas - Semana 2	53
Tabla N° 13 Evaluación de los parámetros físicos - químicos y microbiológicos de las aguas residuales domesticas - Semana 3	54
Tabla N° 14 Comparativo de parámetros evaluados entre LMP y ECA	55
Tabla N° 15 % Remoción que demuestra el sistema biodigestor (SB) con respecto al agua antes del tratamiento (AT)	56
Tabla N° 16 % Remoción que demuestra el sistema biofiltro (SH) con respecto al agua antes del tratamiento (AT)	57
Tabla N° 17 % Remoción que demuestran el sistema del biofiltro sobre el sistema biodigestor	58
Tabla N° 18 Resumen de resultados obtenidos de efluentes antes del tratamiento, del biodigestor autolimpiable y biofiltro	59
Tabla N°19 Prueba de normalidad para el DQO	63

Tabla N°20 Prueba de muestras pareadas para el DQO (antes del tratamiento y post tratamiento)	64
Tabla N°21 Prueba de muestras pareadas para el DQO (vs tratamientos)	64
Tabla N°22 Prueba de normalidad para el DBO	65
Tabla N°23 Prueba de muestras pareadas para el DBO (Antes del tratamiento y post tratamiento).....	66
Tabla N°24 Prueba de muestras pareadas para el DBO (vs tratamientos)	66
Tabla N°25 Prueba de normalidad para la temperatura	67
Tabla N°26 Prueba de muestras pareadas para la temperatura (Antes del tratamiento y post tratamiento)	68
Tabla N°27 Prueba de muestras pareadas para la temperatura (vs tratamientos)	68
Tabla N°28 Prueba de normalidad para el pH.....	69
Tabla N°29 Prueba de muestras pareadas para el pH (Antes del tratamiento y post tratamiento)	70
Tabla N°30 Prueba de muestras pareadas para el pH (vs tratamientos)...	70
Tabla N°31 Prueba de normalidad para SST.....	71
Tabla N°32 Prueba de muestras pareadas para el SST (antes del tratamiento y post tratamiento)	72
Tabla N°33 Prueba de muestras pareadas para el SST (vs tratamientos).....	72
Tabla N°34 Prueba de normalidad para coliformes termotolerantes	73
Tabla N°35 Prueba de muestras pareadas para el coliformes termotolerantes (antes del tratamiento y post tratamiento)	74
Tabla N°36 Prueba de muestras pareadas para el coliformes termotolerantes (vs tratamientos).....	74

Índice de figuras

Figura N° 1: Tanque biodigestor autolimpiable rotoplas	23
Figura N° 2: Componentes del tanque biodigestor autolimpiable rotoplas	24
Figura N° 3: Dimensiones del biodigestor autolimpiable	24
Figura N° 4: Biofiltro de flujo horizontal.....	26
Figura N° 5: Puntos de muestras.....	49

Índice de gráficos

Gráfico N°1 Comparación de los parámetros evaluados entre antes del tratamiento (AT) y los límites máximos permisibles LMP	51
Gráfico N°2 Comparación de parámetros avaluados de SB y SH semana 1	52
Gráfico N°3 Comparación de parámetros avaluados de SB y SH semana 2	53
Gráfico N°4 Comparación de parámetros avaluados de SB y SH semana 3	54
Gráfico N°5 % Remoción de los sistemas en las 3 semanas	57
Gráfico N°6 % de remoción SH sobre SB	58
Gráfico N°7 Resumen de resultados antes y después de tratamiento para DBO 3 semanas.....	58
Gráfico N°8 Resumen de resultados antes y después de tratamiento para DQO de las 3 semanas	60
Gráfico N°9 Resumen de resultados antes y después de tratamiento para SST de las 3 semanas	61
Gráfico N°10 Resumen de resultados antes y después de tratamiento para pH de las 3 semanas	61
Gráfico N°11 Resumen de resultado antes y después de tratamiento para Temperatura de las 3 semanas	62
Gráfico N°12 Resumen de resultado antes y después de tratamiento para coliformes termotolerantes de las 3 semanas	62
Gráfico N°13 Prueba de normalidad para el DQO	63
Gráfico N°14 Prueba de normalidad para el DBO	65
Gráfico N°15 Prueba de normalidad para la temperatura	67
Gráfico N°16 Prueba de normalidad para la pH	69
Gráfico N°17 Prueba de normalidad para SST	71
Gráfico N°18 Prueba de normalidad para coliformes termotolerantes	73

Resumen

El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar la implementación de biofiltro en un biodigestor autolimpiable para el tratamiento de agua residual doméstica de AA.HH. las Garas ubicado en el Distrito de Carabayllo cuyas características fue la implementación del biofiltro en el biodigestor autolimpiable en el tratamiento del agua residual doméstica. El monitoreo de los parámetros de tratamiento de aguas se realizó bajo el protocolo de monitoreo de aguas domésticas y municipales lo cual fue difundido por el ministerio de vivienda y construcción D.S 03 – 2010, teniendo en cuenta a los parámetros de DBO5, DQO, SST, pH, Coliformes termotolerantes y la temperatura. El biodigestor y biofiltro son sistemas que benefician a la población y al medio ambiente porque depuran las aguas residuales domésticas, sistemas que no requieren de mucho mantenimiento, son fáciles de instalar y de construir. Se instaló el biodigestor autolimpiable de 600L para la atención de 5 personas, y con ella se construyó e implementó el biofiltro cuyas dimensiones de 1m L x 1m A x 0.4m H, el cual está compuesto por sustrato. Los resultados obtenidos al usar el estadístico de t de student se determinó que existe diferencia estadística para cada parámetro y se obtuvo reducciones del DBO5 97.42%, DQO 98.35%, SST 98.51%, Coliformes termotolerantes 99.99%, pH 7.45 y Temperatura 20.8°C, concluyendo que el biofiltro sí mejora el tratamiento de las aguas residuales domesticas del AA.HH las Garas del Distrito de Carabayllo.

Palabras clave: *Biofiltro, biodigestor autolimpiable*, contaminantes físico químico, tratamiento de agua.

Abstract

The present study was carried out with the objective of evaluating the implementation of a bio filter in a self-cleaning bio digester for the treatment of domestic wastewater from AA.HH. las Garas located in the Carabayllo District whose characteristics was the implementation of the bio filter in the self-cleaning bio digester in the treatment of domestic wastewater. The monitoring of the water treatment parameters was carried out under the domestic and municipal water monitoring protocol which was disseminated by the Ministry of Housing and Construction DS 03 - 2010, taking into account the parameters of BOD5, COD, SST, pH, thermotolerant coliforms and temperature. The bio digester and bio filter are systems that benefit the population and the environment because they purify domestic wastewater, systems that do not require much maintenance, are easy to install and build. The 600L self-cleaning bio digester was installed for the care of 5 people, and with it the bio filter was built and implemented, whose dimensions of 1m L x 1m W x 0.4m H, which is composed of substrate. The results obtained when using the student t statistic, it was determined that there is a statistical difference for each parameter and reductions were obtained in BOD5 97.42%, COD 98.35%, SST 98.51%, thermotolerant coliforms 99.99%, pH 7.45 and Temperature 20.8 ° C, concluding that the bio filter does improve the treatment of domestic wastewater from the AA. HH las Garas of the Carabayllo District.

Keywords: Bio filter, self-cleaning bio digester, physical-chemical pollutants, water treatment.

I. INTRODUCCIÓN

Este elemento de vital importancia como el agua, es parte esencial de nuestra vida, conforma el 75% del planeta y solo el 2.5% es de consumo humano porque esta pequeña parte no es agua salada. El uso de este recurso cada vez va en crecimiento al igual que la humanidad, diariamente se explota y contamina, es por la forma en que tratamos los residuos en nuestra casa siendo muy ineficiente, lo que hace que se contamine las aguas subterráneas y superficiales debido a la falta del mantenimiento del drenaje de las ciudades. Estas redes de alcantarillado y saneamiento almacenan bacterias nocivas y material difícil de remover debido a su forma, además emiten olores penetrantes y putrefactos al destaparlos, haciendo que su mantenimiento implica altos costos para el usuario. Se necesita empresas responsables con el medio ambiente que promuevan soluciones ecológicas y sustentables.

Según SUNASS (Perú, 2008), finales del 2017 un 64% de la ciudad urbano total tuvo alcantarillado dirigido por (EPS); los demás fue dirigido solamente por los municipios o tercerizados, en urbes chicas, comités o solo no tienen este servicio. En el 2007 en los sistemas de alcantarillado se obtuvo un aprox. de 747 millones de m³ de agua residual, esto a causa de las descargas por parte de la población que se encuentran conectados al servicio. Del total recolectado de toda el agua residual, un 30% ingreso a un proceso para el tratado de agua residual, la que en su mayoría poseían déficit operativo y de mantenimiento, y lo restante fue vertido sin tratamiento previo a ecosistemas acuáticos, hubo infiltración en la tierra o se empleó secretamente al sector agrícola. Esto quiere decir que por lo menos 530 millones de m³ de agua residual llegaron a alterar la calidad del agua superficial negativamente, la cual son usadas en la pesca, sector agrícola, áreas de recreación e inclusive para abastecer de agua potable.

Si aún a todo esto se le agrega el daño causado por fuentes industriales y mineras, se instituye el contexto que sitúa en amenaza el bienestar público, crea daño de ecosistemas, causa limitante hacia la agro exportación como también eleva costos de

procesos para tratar del agua hacia fines de suministro de la población” (Méndez, J. & Marchán, J., 2008).

En la actualidad el aumento demográfico y urbanismo – industrial, la contaminación, la falta de consciencia ambiental y sobreexplotación generan escasez de este gran importante recurso; los asentamientos son y están vulnerables a contraer diversos tipos de enfermedades de tema hídrico.

Es por ello que ante las deficiencias y carencias de un buen sistema de tratamiento y abastecimiento de agua es útil hacer evaluaciones que ayuden y contribuyan a una mejora en el reusó y aprovechamiento de este recurso que es de vital importancia.

“¿Cuál sería el motivo por la que en la actualidad se observa la urbanización como una problemática planetaria? Desafortunadamente, el desarrollo urbanístico ha obtenido una forma desarreglada, incontrolado, casi cancerígeno. Indica (CMMAD, 1988).

Gran parte del distrito de Carabayllo sufre una deficiencia de muchos años en los sistemas de abastecimientos de agua y desagüe. Para gran parte de la población de sus asentamientos humanos una de sus opciones de solución son las famosas cisternas, esta fuente alternativa en gran medida no cuenta ni ofrecen servicios de calidad.

Es una realidad que en ciertas partes del distrito no posee desarrollo de sistemas que puedan abastecer agua o que estas no tengan fallas debido a no tener un plan de contingencia, inversión, fallas en los estudios técnicos, en las conexiones de red y domiciliaria, deficiencias en las tuberías y materiales.

El urbanismo presume una ocasión para una gestión del agua con mayor eficiencia y una vía renovada al saneamiento y al agua potable. Al igual tiempo, las dificultades, frecuentemente, se empeoran dentro de las ciudades y, en el presente sobrepasan nuestra capacidad de contribuir con soluciones. (*Ban Ki-moon, Secretario General de las Naciones Unidas*).

1.1 Realidad problemática

“La problemática en los procedimientos de tratamiento y suministro de agua está en la deficiencia de estos debido a que carecen de sostenibilidad, falta de inversión económica e importancia; una media de los habitantes ubicados en lugares de difícil acceso e insolvencia hídrica, debido a esta problemática es que se dificulta en gran medida un buen sistema de abastecimiento de agua y su tratamiento teniendo como consecuencia la accesibilidad a agua de calidad, saneamiento, malas condiciones de salubridad, seguridad para el bien humano, medio ambiente, productividad económica y desarrollo” (Naciones unidas, S/F).

El AA.HH. Garas se encuentra ubicado en Lima, pertenece al Distrito de Carabayllo. El AA.HH. no goza completamente de los servicios básicos como lo son el alcantarillado y agua potable junto con otros AA.HH. aledaños, la cual es un aspecto al que en la actualidad no se le puede brindar una solución y esto por la carencia de saneamiento del terreno, y como consecuencia en la búsqueda de este recurso tan valioso e importante los pobladores recurren provisionalmente a los aguateros y cisternas; el agua recolectada es almacenada en diferentes depósitos, originando más casos y acontecimientos de enfermedades estomacales como diarreas en infantes de 0 a 5 años y también la tercera edad.

La carencia en las condiciones y de estos servicios de habitabilidad han creado enormes problemáticas ambientales y urbanos, pues los desechos como orina y excretas son eliminadas en un 94% por intermedio de sistemas de saneamiento deficientes debido a que estos fueron hechos hace varios años atrás (silos), muchos de estos en el presente están saturados, en colapso, y riesgo de colapsar debido al incorrecto uso y sostenimiento de los mismos; las aguas residuales generadas por las casas son tiradas constantemente a la calle por los mismos habitantes constituyendo en varios casos charcos que se transforman en focos infecciosos y elemento grave de contaminación ambiental, incidencia de padecimientos (respiratorias y alérgicas), propagación de vectores (mosquitos como el dengue,

moscas), a lo que también esto hace vulnerable al suelo y aguas subterráneas. (Dalguerre, A. 2012).

El país no es ajeno a la gran problemática que se tiene por el tratamiento y su sistema de abastecimiento de agua y esto se debe en gran parte a la mala gestión, compromiso por parte del estado, falta de inversión, la gran contaminación que se tiene de las fuentes de aguas, carencia de la calidad en servicios e equipamiento por parte EPS, teniendo como consecuencia que la población sufra enfermedades, problemas ambientales, económicos, sociales; según indicó SEDAPAL.

El año 2017 se ratificó el Reglamento de estándar nacional en calidad ambiental para el recurso hídrico el cual tiene de objetivo reunir las resoluciones aceptadas a través el D.S. N° 002-2008-MINAM, el D.S. N° 023-2009-MINAM y el D.S. N° 015-2015-MINAM. Esta recopilación en la norma hace una modificatoria, además suprime unos valores, categorías, medidas y subcategorías de los ECAs, también hay otros los cuales conserva ya admitidos en los respectivos decretos supremos.

En américa latina una de los problemas de abastecimiento de agua es el crecimiento demográfico, la indigencia, la desocupación, los males y diferentes factores sociales; 106 millones de personas no cuenta con agua potable”, (Objetivos desarrollo sostenible, S/F).

Países en progreso con altas deficiencias en el proceso de aguas residuales domésticas; es de suma importancia introducir tecnologías adecuadas que permitan dar soluciones prácticas y sostenibles, así como del medio financiero.

De toda la población en el mundo solo la mitad cuenta con red entubada a sus casas, y una cuarta parte de otras fuentes, la eficiencia hacia el camino de agua segura y buenos servicios se basa en el saneamiento. Con un buen manejo y eficiencia por parte de la gestión que abastece del recurso hídrico, se generaría un gran ahorro económico, ambiental y de salud (Unesco, 2015).

Es por todo lo presentado que se intenta hallar alternativas que solucionen estas dificultades, en busca de desarrollo, alternativas y técnicas de tratamiento de aguas residuales, el cual logre un diseño práctico-técnico, sostenimiento de fácil aplicación, un plan de operación y sobrellevando una sencilla construcción. Esta solución, ya implementada, se tendrá que justificar, no sólo por su simplicidad sino, por lo eficiente en la purificación de los afluentes generados por las aguas residuales de origen doméstico.

“Los sistemas adecuados de saneamiento y el recurso hídrico limpio componen una de las medidas preventivas de mayor eficacia para minimizar la mortandad infantil” (PNUD-2006).

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Nivel local:

- Según Mancha, R. (2015). Puno, Perú. En la Universidad Nacional del Altiplano - facultad de ingeniería agrícola, se elaboró la “evaluación de la eficiencia del funcionamiento del biodigestor autolimpiable en el centro poblado de Sanquirá – Yunguyo”. Con el fin de establecer la eficiencia del biodigestor autolimpiable a través de una evaluación para el tratamiento primario de aguas residuales en función de variables fisicoquímicos y bacteriológicos, con el fin de conocer la contaminación que genera este sistema. Según los valores arrojados del análisis realizado, los sistemas tecnológicos denominados Biodigestores Autolimpiables no son del todo eficientes para remoción de aguas residuales, como se muestra en el manual de instalación del biodigestor de una marca conocida, más que todo en las zonas alto andinas donde la temperatura es baja, pero en la actualidad las diferentes entidades están proponiendo este tipo de proyectos. Para la conclusión recomendó que los tanques pudieran ser de un tamaño más voluminoso con una capacidad de 1300 L., porque los biodigestores estudiados solo tienen una capacidad de 600 L., uno de los autores menciona que la temperatura marca la actividad de las bacterias, en la cual recomienda que para una temperatura entre 15 - 20°C una retención de 45 – 60 días, ya que mientras más tiempo este el agua residual en el tanque más tiempo se tendrá

para poderlas remover.

- Según Ing. Dalguerre, A. (2012). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina – Facultad de ingeniería. Realizo un estudio en la cual evaluó el tratamiento de aguas grises en el AA.HH. Villa Alborada – Pamplona alta – San Juan de Miraflores. Con objetivo de hacer la evaluar la operatividad y mantención del plan piloto para el tratado de aguas grises en Villa Alborada con un sistema primario de biodigestor y un humedal artificial, con el propósito de asegurar un buen trabajo y la sostenibilidad. Logrando que el efluente tratado riegue un área verde de 230 m² entre vegetación forestal, frutales y ornamentales como cascaras (limón, maracuyá) o de cítricos. Es impórtate hacer mención que se sembró una planta de la vid para comprobar la resistencia a este tipo de agua y la particularidad del suelo de la zona.
- Mejía, F. (2016). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina – Facultad de Ingeniería Agrónomo. Realizo la prueba de que tan eficaz es tratar las aguas residuales domésticas a través un biodigestor pre-fabricado en la subestación eléctrica Cotaruse - Apurímac”. Con el objetivo de crear biogás y justificar lo eficiente en el tratamiento de agua residual en un biodigestor. Dando como resultados que el agua residual tratada por el sistema biodigestor no logran cumplir con los LMP para efluentes en los parámetros como DBO, DQO, Coliformes termotolerantes, es esa causa por la cual no se debería verter en lagos, ríos o mar; los datos obtenidos de los análisis mostraron que los lodos que se obtuvieron poseen alto nivel de contaminantes y estos no deben ser usados sin darle previo tratamiento.
- Mamani, R. (2015). Puno, Perú. En la Universidad Nacional del Altiplano - Facultad de Ingeniería Agrícola. Evaluó un biodigestor de polietileno para tratar aguas residuales domésticas con propuesta de diseño de biofiltro en la comunidad de Oquebamba - Espinar”. Con el fin de evaluar el funcionamiento del biodigestor de polietileno, del procedimiento en el tratamiento primario de aguas residuales domésticas, proponer el diseño de biofiltro en la comunidad de Oquebamba - Espinar Cusco. Obteniendo como resultado lo eficiente en remoción del sistema de tratamiento de agua residual en biodigestores, es alta, para la fase primaria, con un 71% de remoción para (DBO), 69% (DQO), 76% (SST), 64% Coliformes totales, 87% Coliformes Fecales, encontrándose por encima de los LMP según D.S. N° 003 –

2009 – MINAM. A lo que recomendó a los representantes a darle la importancia y en primer lugar sobre los temas de salubridad de su población en todos los aspectos, no solo es llevar agua, sino ofrecerles tratamientos y agua de calidad, tal vez que no cumplan con los objetivos, más por el contrario informarse si este es el ideal para la zona, entonces de esta manera se habrá mejorado la calidad de vida del poblador rural.

- Indica Torres, J. (2015). San Juan de Lurigancho, Lima - Perú. “En su evaluación de eficiencia para tratamiento en aguas residuales en riego mediante biofiltros de flujo libre superficial con las especies vegetales *Cyperus papyrus* y *Phragmites australis*”, el cual tiene como objetivo comparar que especie resulta ser más eficiente para el tratamiento en aguas residuales. La cual comparara con el (ECA) de categoría 3 que es de riego de vegetales de tallo alto, bajo y también para las bebidas de los animales según el Decreto supremo 002 -2001 del MINAM. Para la elaboración del humedal artificial se fundamentaron bajo el criterio del diseño de Crites y Tchobanoglous. Además, se basaron en el área total del humedal y la proporción de ancho y largo fue de 2.1, obteniendo como resultado que el largo es de 0.60m, ancho 0.40 m y de alto 0.30 m. Los resultados de remoción obtenidos para la DBO fueron de 84% de su valor inicial, Coliformes Termotolerantes fue 89%, turbidez es 77% y pH el 3%. La disminución de los parámetros microbiológicos y DBO fue considerable, sin embargo, estos resultados no cumplen con el ECA para el uso de riego de vegetales, sólo algunos cumplieron con los parámetros. Concluyo que tanto las especies de *Cyperus papyrus* y *Phragmites australis* como biofiltros son una alternativa de solución que reduce los contaminantes de las aguas residuales.

1.2.2 Nivel internacional:

- Señala Almeida, J. (2013). Latacunga, Ecuador. Escuela politécnica del ejército extensión Latacunga - facultad de ingeniería electromecánica. Se realizó el diseño de un biodigestor para tratar agua residual y en la fabricación de biogás para su reusó en el campus de la ESPE ext. Latacunga; con el fin de implementar e impulsar en su nuevo campus planes que contribuyan en la indagación, propagación de

tecnologías novedosas, así como de vínculo entre la sociedad. En este camino, se planea el proyecto de un biodigestor que trate las aguas servidas y a su vez lograr biogás el cual podría ser usado en el nuevo campus de la ESPEL ya sea como sustituyente del GLP o inclusive para la generar energía eléctrica. En sus conclusiones dio que el diseño del biodigestor UASB es admisible para tratar las aguas residuales; indicando que el pH se tendría que conservar en los rangos 6.5 a 7.5 para que el procedimiento de digestión sea el adecuado y la producción de biogás sea firme, los lodos que se generan en el digestor deben ser retirados periódicamente.

- Calderón de León, P. (2014). Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala - Facultad de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos. Se evaluó lo eficiente de un biodigestor comercial para tratar el agua residual doméstica; con el propósito establecer que eficiente es el biodigestor comercial, para remover la contaminación en aguas residuales domésticas. Arrojando en los resultados luego de 5 años de funcionamiento (sin extracción de lodos) el sistema biodigestor presenta una eficiencia de remoción de sólidos como también de material orgánico (SST del 75 % y DBO5 con el 57 % de eficiencia), con un caudal en el tratamiento de 1,100 L/día.
- Indica Patiño J. & Zhinin F. (2015). Azuay, Ecuador. Universidad de Cuenca - facultad de ciencias químicas. Se hizo un análisis relativo de la capacidad de depuración entre *Cyperus papyrus* y *Phragmites australis* en humedales artificiales sub-superficiales de flujo vertical para tratar agua residual de uso doméstico en el cantón Santa Isabel. A lo que se determinó que el Papiro presenta mayor capacidad de reducir el DBO5, DQO y con el proceso de nitrificación en comparación al carrizo. El papiro es de estructura poroso a comparación de carrizo que los tallos mayores no poseen parénquima.
- Ruiz, G. (2014). Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil - facultad de ciencias químicas. Estudio la utilidad del biodigestor para tratar las aguas servidas, en el poblado del Buijo histórico, Samborondón. Con el fin de hallar la eficacia para tratar agua servidas de uso doméstico en un biodigestor, como una manera de disminuir la contaminación a consecuencia de la población del pueblo de Buijo, a

través de indagación de campo descriptiva, correlacional. Concluyo que el Biodigestor Autolimpiable a diferencia de un pozo séptico es que estos son más económicos, ya que un pozo séptico llega a costar unos \$600 en cambio el Biodigestor Autolimpiable cuesta \$400. Otra de sus características que lo diferencia del pozo séptico es que no sufren desbordamientos, no contaminan y su costo de limpieza es nulo.

1.3 Teorías relacionadas con el tema

1.3.1 Marco teórico

Indica Unesco 2017, Es de conocimiento que las aguas servidas forman parte clave de la gestión del ciclo del agua, comúnmente, ya cuando el agua fue usada es considerada como una carga la cual se busca eliminar o llega hacer una molestia que tiende a ser ignorada. Los resultados de esta indolencia ahora son indiscutibles. Los impactos inmediatos, entre ellos la degradación del medio acuático e impactos negativos a la salud que se transmiten por el agua que proviene de suministros de agua dulce contaminada tienen consecuencias a largo plazo en el bienestar de las comunidades y los medios de subsistencia de las personas. Si seguimos dejando de lado la problemática de las aguas residuales en el aspecto socio medioambiental estamos colocando en peligro los demás trabajos realizados

Piñera, P. (Oviedo 1943-2015), La certeza que este vital recurso llamado agua era imposible de agotarse y además tenía la capacidad de soportar la infinidad de vertidos generados, ha llevado al escenario en el que se encuentran el recurso hídrico continental, en las que el descenso del volumen de agua y la extensión de la contaminación, es temática de gran preocupación.

Además, este recurso que en algún tiempo se consideró como un bien que cualquiera podía gozar a 0 costo, se tornó, a causa del abuso que soporta, en recurso restringido. La alteración de su calidad debido a su degradación la vuelve inadecuada para los usos habituales y legítimos, su deterioro equivale a un consumo inútil. Este deterioro genera enormes daños, que deben ser compensado por el que ha

producido; es el principio también conocido por la frase sintética de que 'el que contamina, paga'.

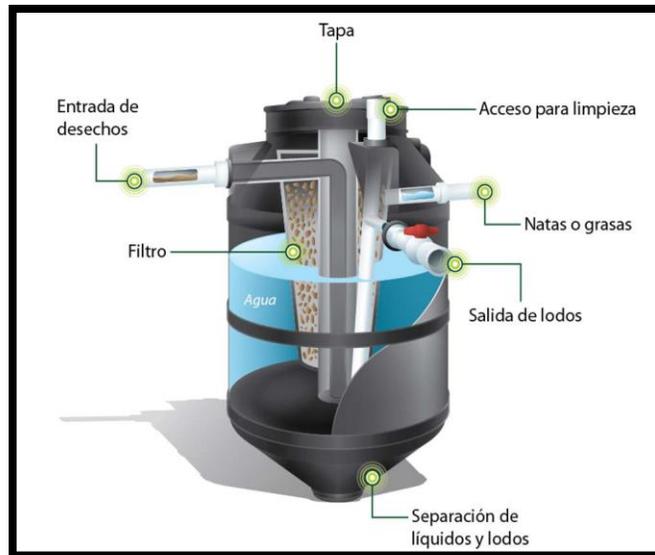
Según ONU 2010, en la Asamblea General de las Naciones Unidas del derecho humano al agua y al saneamiento se mostró de acuerdo con el derecho que tenían los seres humanos de poseer la cantidad suficiente de agua para uso personal (entre 50 y 100L por persona/día) y doméstico además que sea, admisible accesible y segura.

Para tratar el agua residual se usó un biodigestor autolimpiable con el cual se realizó el tratamiento primario del agua residual doméstica, la cual hace referencias a procesos mecánicos para retirar, remover sólidos suspendidos y basura flotable. (Hernández, 2000).

1.3.1.1 Biodigestor autolimpiable

a. Descripción

Este biodigestor autolimpiable ver figura N°1 se utilizará para la fase primaria del tratamiento en agua residual doméstica, a través del proceso de degradación séptica y retención anaerobia de la materia orgánica; el cual podrá permitir suplir de forma más eficientemente los usos de las fosas sépticas. Debido que posee la capacidad de lograr hacer un tratado de agua primaria a favor del entorno y en la cual no logra alterar negativamente la calidad los mantos freáticos.



Fuente: Rotoplas, 2014

Figura N°1 Tanque biodigestor autolimpiable rotoplas

Cuando se habla de producción de gas del biodigestor autolimpiable no logra ser problema porque es casi inapreciable, estos logran retirarse por el conducto de ventilación del módulo sanitario, sin constituir fastidio alguno en el beneficiario. Como resultado, el biodigestor autolimpiable posee como meta optimar en el tratado de las aguas residuales de uso doméstico.

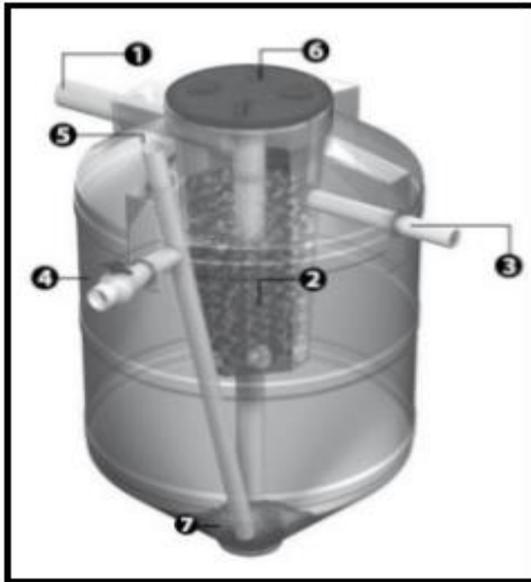
b. Lugares de instalación

Se podrá efectuar en zonas en las que no sea posible o no cuenten con un sistema o red de alcantarillado usual a causa de la configuración del terreno, lejanía o de cuanto las poblaciones en el área están dispersas.

c. Caracterización del biodigestor autolimpiable

- Este biodigestor autolimpiable es hecho de polietileno, material de alta resistencia la cual no se grieta e interna los excrementos de tal forma que logra ser seguro.
- Los requerimientos de bombas, medios mecánicos para la extracción de lodos no son necesarios, debido a que posee una válvula de extracción.
- No emana olores, lo cual hace que se permita la instalación en cualquier lugar.

d. Composición del biodigestor autolimpiable La figura N°2 muestra como está compuesto el biodigestor.



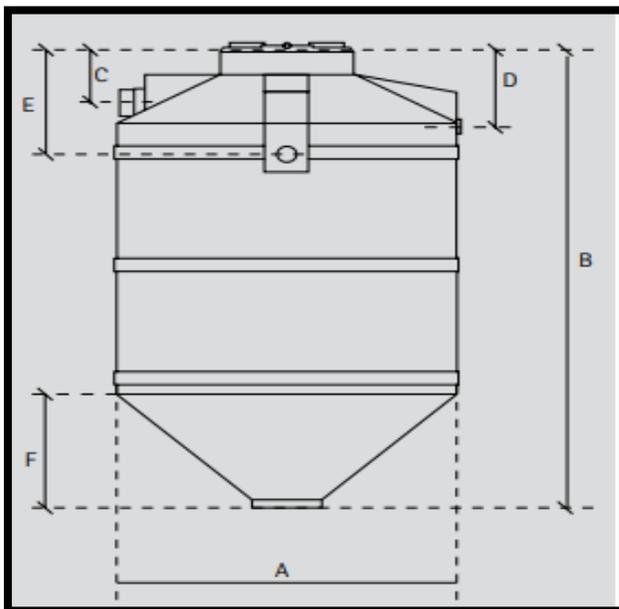
Componentes

1. Tubería de PVC de 4" para entrada de agua.
2. Filtro biológico con aros de plástico (pets).
3. Tubería de PVC de 2" para salida de agua tratada al Biofiltro
4. Tubería de PVC de 2" de acceso para limpieza y/o desobstrucción.
5. Válvula esférica para extracción de lodos.
6. Tapa click de 18" par cierre hermético.
7. Base cónica para acumulación de lodos

Fuente: Rotoplas, 2014

Figura N°2 Componentes del tanque biodigestor autolimpiable rotoplas

e. Dimensiones del biodigestor autolimpiable La figura N°3 muestra las dimensiones que presenta el biodigestor.



<u>Características de equipos</u>			
	BD 600	BD 1300	BD 3000
A	90 cm	120 cm	200 cm
B	165 cm	197 cm	215 cm
C	25 cm	25 cm	25 cm
D	35 cm	35 cm	40 cm
E	48 cm	48 cm	62 cm
F	32 cm	45 cm	73 cm
caudal	600 lts	1300 lts	3000 lts

Fuente: Rotoplas, 2014

Figura N°3 Dimensiones del biodigestor autolimpiable

f. Beneficios del uso del biodigestor autolimpiable

De acuerdo a la ficha técnica el uso biodigestor autolimpiable (2014), genera los siguientes beneficios:

- No solicita ningún sistema complejo que sea mecánico ni de bomba para la extracción de lodos ya que es autolimpiable. El beneficiario solo tendrá que abrir la llave que extrae los lodos digeridos, excluyéndolo de costos extras de mantenimiento.
- Posee una garantía de 5 años.
- Es de fácil instalación. Llega a ser para uso en diferentes tipos de suelos, fácil de trasladar, colocar y controlar. Se puede llegar a colocar en menos de 24hrs.
- Es 100% resistente y hermético
- La carencia de olores hace que se logre colocar los servicios higiénicos al interior de la vivienda.
- Posee una vida útil alta. Logra tener una duración de 35 años.
- Reduce en gran medida las probabilidades de contraer enfermedades gastrointestinales.

g. Biofiltro y su reaprovechamiento del agua

El biodigestor autolimpiable posee un biofiltro con la especie vegetal PAPIRO (*Cyperus papyrus*) ver Tabla N°1, compuesto por sustrato para optimizar el tratamiento, el biofiltro con la especie vegetal Papiro es más eficiente para remoción de contaminantes, este biofiltro se considera como un ecosistema de alta transformación y acumulador de materia orgánica.

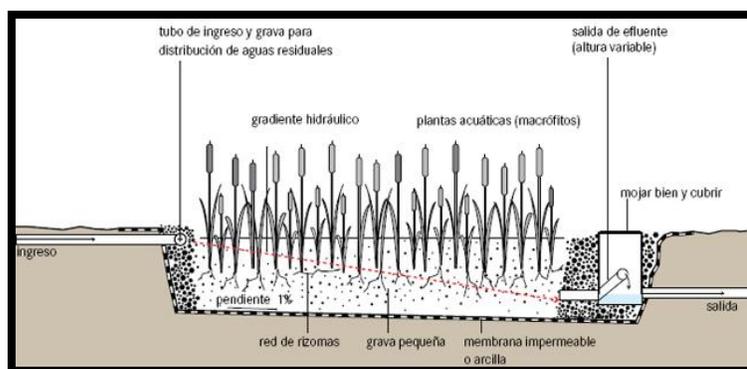
Tabla N°1 Especie vegetal Papiro (macrófita)

<u>Papiro (Cyperus papyrus)</u>	
Nombre	Cyperus papyrus
Familia	Cyperaceae
Altura	0.5 - 1.5 m
Profundidad	0.2 – 0.4 m
Tolerancia	20° - 33°C
pH	6 – 8.5
Característica	En su absorción de metales pesados, se multiplica

	principalmente por sus rizomas
Antecedentes	Estudio en Costa Rica mostro la remoción de materia orgánica de un 91% en DBO, 72% DQO; 75% fósforos solubles, 73% ST.

Fuente: (Pérez, Alfaro, Sasa, & Agüero, 2012).

El biofiltro es de flujo horizontal subsuperficiales ver figura N°4 que es un cajón compuesto con grava y arena donde se plantó las macrófitas. Al fluir horizontalmente las aguas residuales por el canal, el material filtra partículas y microorganismos y degrada el material orgánico. Los medios de filtro actúan como filtro para eliminar sólidos, una superficie fija sobre la que pueden unirse las bacterias y una base para la vegetación. Aunque las bacterias facultativas y anaeróbicas degradan la mayoría de los compuestos orgánicos, la vegetación transfiere una pequeña cantidad de oxígeno a la zona de la raíz para que las bacterias aeróbicas puedan colonizar el área y degradar también las orgánicas. Las raíces de las especies tienen un rol significativo en el mantenimiento de la permeabilidad del filtro.



Fuente: Compendium of Sanitation Systems and Technologies, 2014
Figura N°4 Biofiltro de flujo horizontal

h. Beneficios de biofiltro

- Tanto como para patógenos, sólidos en suspensión y en la reducción de DBO es considerablemente alta.
- Carece de presencia de mosquitos.
- No se requiere energía eléctrica

- Bajos costos de operación

Una vez tratada el agua, esta fue comparada y analizada entre el biodigestor y el biofiltro para determinar el nivel de remoción entre ambas; el agua tratada será reaprovechada para diferentes fines y así aportando con el medio ambiente ante la problemática de escases del agua, disminución en la contaminación del agua, conjuntamente en el reusó de la misma en riego para jardines, parques, etc., todo esto beneficiando al consumidor y el medio ambiente.

i. Características de biofiltro

Además, Delgadillo, O. (2010) indica que con respecto a la pendiente es del 1% en el fondo del lecho del biofiltro, en tanto que la pendiente superficial es plana (0%) para impedir la formación de charcos de agua superficial. (p. 36).

Según Lara, J. (1999) se debe tener consideración del área superficial, para calcular el caudal del agua entrante y saliente (p.46).

Poma, S. (2015) sugiere que el área superficial estará en relación a las dimensiones del humedal, para la construcción de cada humedal se considera 40 cm de alto, 0.5 cm de ancho y 100 m de largo con un volumen aproximado de 70L de agua (p.28).

Según los criterios de Yocum, D. (2013) recomienda sobre el tiempo de retención hidráulica de 2 a 10 días, mientras más días el agua este en el humedal, mejor será el tratamiento (p.6)

1.3.2 Marco conceptual

Pretratamiento:

Tiene como objetivo separar los sólidos flotantes del agua residual, tales como gravas, arenas, grasas y aceites. (Trapote, A. 2013, p.45).

Tratamiento de aguas residuales:

Una serie de procedimientos físico, químico y biológico con la finalidad de eliminar los contaminantes presentes en las aguas residuales. Los procesos físicos encargados de hacer diferencias entre el contaminante y el agua mediante el proceso de sedimentación y flotación, mientras que los procesos químicos utilizan aditivos para poder separar el contaminante del líquido. Los procesos biológicos utilizan microorganismos capaces de alimentarse de la materia orgánica contaminante, convirtiéndolas en gases. (Reyes, J. 2016 p. 23).

Tratamiento primario:

Separa los sólidos en suspensión (Insolubles) de las aguas residuales, sedimentables por gravedad. (Trapote, A. 2013, p.45).

Tratamiento secundario:

Los tratamientos secundarios o biológicos tienen como objetivo eliminar la mayor parte de materia orgánica coloidal. (Trapote, A. 2013, p.47).

Aguas residuales

Estas aguas son aquellas provenientes del conjunto de actividades de la urbe. Luego que fueron alteradas por varios usos en actividades industriales, domésticas y comunitarias, las cuales llegan a la red de alcantarillado (Mara & Rolim, 2000).

◆ Tipos de aguas residuales

Aguas residuales domésticas

Es la consecuencia del uso del agua en las distintas actividades en una vivienda, estas aguas producen un rango de contaminación al agua el cual hace que presente sólidos, productos de limpieza, desechos orgánicos y grasas (OEFA, 2014).

Aguas residuales municipales

Pueden ser aguas con drenaje doméstica que comprende numerosos y diferentes clases de desechos líquidos, puede contener la composición con aguas de

precipitaciones pluviales, residuales de origen industrial siempre que cuenten con las exigencias para ser aceptadas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado (OEFA, 2014).

◆ **Composición y características de las aguas residuales**

El agua doméstica residual se forma por parámetros físicos, químicos y biológicos. Es la mixtura de distintas sustancias inorgánicas y orgánicas que contienen desechos de materia vegetal, alimenticios, excretas, detergentes, sales minerales y grasas.

Estas aguas domésticas residuales suelen resultar con diversos tipos de proteínas y, como muestra, una de ellas son las globulinas, albúminas de varios orígenes y enzimas industriales (detergentes) o consecuencias de la actividad microbiana en la propia agua residual. (Espigares, M. y Pérez, J., S.F)

➤ **Características físicas**

Temperatura (T°)

La T° cumple un papel muy importante debido a que las variaciones de T° pueden afectar las sales en el agua, solubilidad de gases y en conjunto a todas sus propiedades, tanto microbiológica como químicas. En aguas residuales se presentan una T° más elevada en comparación de aguas descontaminadas a causa de la energía suelta de reacciones que muestran al descomponer la materia orgánica. (Orosco, C. 2011).

Sólidos suspendidos totales (SST)

La recolección de la muestra será en envases de plásticos o vidrios de 500 – 300 ml, evitando el ingreso de arena o material grueso que sedimente. La muestra se hará pasar la muestra a un filtro y el residuo retenido se secará a 103°-105°C, el incremento de peso del filtro es lo que representara la cantidad de SST. (Hernández, A. 2007)

➤ **Características químicas**

pH

Es de gran importancia ya que las bacterias descomponedores cumplen su función sin alterarse en rangos de 6,5 – 8. (Orosco, C. 2011).

Grasas

Formados básicamente por ácidos grasos de origen vegetal y animal. Estas se encuentran en las aguas residuales domésticas como consecuencia al consumo de aceites vegetales, grasas y manteca. (Huané, L 2014)

Oxígeno disuelto (OD)

Cantidad de O₂ que se encuentra disuelta en el cuerpo de agua; a un valor más alto de oxígeno disuelto es un indicador que el agua es de mejor calidad. (Peña, E. 2007)

Conductividad

Se puede definir la conductividad eléctrica como la capacidad de que una sustancia pueda conducir la corriente eléctrica, y por tanto es lo contrario de la resistencia eléctrica. (Reitec S/F)

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

El vol. de O₂ que se requiera para que la biodegradación de la materia orgánica se realice (degradación por bacterias). Este indicativo permite determinar los efectos de las descargas de los efluentes domésticos se aplica primordialmente en la inspección del tratamiento primario que posean carga orgánica. (Trapote, A. 2013).

Demanda química de oxígeno (DQO)

El vol. de O₂ que hace falta para que la biodegradación de la materia tanto orgánica como la inorgánica se realice (degradación por bacterias). (Trapote, A. 2013).

➤ **Caracterización biológica**

La parte biológica es de esencial grado en la inspección de padecimientos producidas por microorganismos patógenos de origen humano (Tchobanoglous, G., 2000). Los microorganismos y bacteria efectúan un rol importante en la descomposición y estabilización de la materia orgánica y necesitan nutrientes tales como: MG, N, K, P, Fe, Cl, para su desarrollo. Su inhibición alteraría o limitaría su crecimiento.

◆ **Principal diferencia entre las aguas grises y negras**

Las aguas negras a diferencia de las aguas grises es que estas aguas poseen la mezcla con las exoneraciones corporales. Es el agua residual generada por el hombre, la mezcla de efluentes de los retretes de las casas, comercios, etc. (Gallo, H. 2010)

1.3.3 Biofiltro

Que pertenecen a una asociación vegetal, compuestas por especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, solas o en combinación.

➤ **Flujo superficial**

Donde el agua circula por encima del sustrato continuamente. Se benefician las condiciones aerobias al estar el agua directamente expuesta a la atmósfera

➤ **Flujo sub superficial**

Acá el agua circula a través del sustrato; usado para el tratar las aguas residuales generadas en núcleos de población menor a 2000 habitantes. En función del sentido del flujo, pueden ser horizontales o verticales.

El sustrato

Ayuda de soporte a la vegetación, permitiendo la fijación de la población microbiana, que va a participar en la mayoría de los procesos de eliminación de los contaminantes (Shi, Y. 2011).

Microorganismos

Los microorganismos son responsables del tratamiento biológico, debido a que en la superficie las plantas captan el oxígeno llevándolas hasta las raíces donde se desarrollan colonias de microorganismos aerobios. En el medio poroso predominan los microorganismos anaerobios. Estos microorganismos se encargan de degradar la materia orgánica, eliminan los nutrientes y elementos traza y la depuración. (Arias, O. 2004).

La vegetación (macrófitas):

Contribuye a la oxigenación del sustrato, a la eliminación de nutrientes y sobre la que su parte subterránea también se desarrolla la comunidad microbiana (Shi, Y, 2011).

El agua a tratar:

Circula a través del sustrato y de la vegetación.

Tipos de biofiltros (Shi, Y. 2011).

1.3.4 Biodigestor

Se logra detallar al biodigestor como un “sistema hermético” que se beneficia de la

digestión anaerobia (falta de oxígeno) de los microorganismos presentes en los desechos, y sirve para el tratamiento de agua; y en la cual también tiene la capacidad para generar biogás.

a. Clasificación de biodigestores

Con respecto de la periodicidad de llenado, los biodigestores se pueden lograr hacer su clasificación en:

➤ Sistema continuo

Tiene 3 orificios; 1ro al centro el cual es cerrado posteriormente de lograr realizar el llenado inicial y el cual se abre luego para la limpieza del biodigestor (descarga total); un 2do orificio usado para hacer la carga diaria en proporciones pequeñas con nueva biomasa; y una tercera abertura la que permite retirar el bioabono en ciertos periodos.

➤ Sistema discontinuo

Este biodigestor posee solo un paso para realizar el llenado y la descarga. Se llena únicamente 1 vez para ser cargado y luego para su uso; la fermentación tarda alrededor de 2 y 4 meses (depende del clima) y se hace la descarga cuando termina la fermentación.

➤ Sistema semi - continuo

La carga inicial es agregada y consta de una gran cantidad de materia; a medida que va disminuyendo progresivamente el nivel del gas se adiciona más materia prima y se descarga el efluente con regular cantidad como la que se le añadió

b. Marco legal

Ley general del ambiente (LEY N° 28611):

Estándar de calidad ambiental (ECA), es el punto de referencia que constituye el grado de concentración, elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos para cualquier tipo de cuerpo o elemento receptor que no muestra posibilidad de daño significativo para la salud de las personas ni al ambiente. (Art.31)

Límite máximo permisible (LMP), es el punto de referencia que constituye el grado de concentración, elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos de un efluente o emisión que al pasar el límite máximo es considerado un peligro a

la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

. (Art. 32)

Ley de recursos hídricos (LEY N° 29338)

Reutilización de agua residual.

La autoridad nacional a través del consejo nacional de cuenca y otras autoridades, autoriza el reusó del agua residual tratada, esto depende del uso realizado en diferentes actividades. (Art. 82)

MVCS (R. M. N° 273-2013-Vivienda)

Es el responsable de que se realiza el protocolo de monitoreo de calidad para los efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipalidades – PTAR.

Ley general del ambiente (LEY N° 28611)

Capitulo III Calidad ambiental

Artículo 120: De la protección de las aguas.

120.1 El estado, está a cargo de la protección de la calidad de los recursos hídrico del país.

120.2 El estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización, obteniendo la calidad necesaria para su reusó, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizara.

MINAM (Decreto Supremo N° 003-2010)

El D.S que ratifica los Límites Máximos Permisibles para Los Efluentes De Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas O Municipales (Art.1); los límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR serán considerados según los establecidos por el MINAM en el D.S N° 003-2010 ver tabla N°2.

**Tabla N°2 LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
PARA LOS EFLUENTES DE PTAR**

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de agua
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10.000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	Unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: D.S N° 003-2010 MINAM

- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR): Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.
- Cuerpos de agua o masas de agua vienen a ser extensiones de agua que se hallan en el subsuelo (acuíferos, ríos subterráneos) o por la superficie terrestre, tanto en estado líquido como sólido – hielo - (glaciares, campos de hielo, casquete glaciar, inlandsis, casquetes polares), tanto artificial como natural.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cómo será la Implementación del biofiltro en un biodigestor autolimpiable para el tratamiento de agua residual doméstica del AA. HH. ¿Las Garas – Carabayllo 2018?

1.4.2 Problemas específicos

- ◆ ¿En qué medida las características del biodigestor autolimpiable mejora la calidad del agua residual domestica?
- ◆ ¿En qué medida las características de la implementación del biofiltro mejoran la calidad del agua residual doméstica?

1.5 Justificación del estudio

El actual trabajo de investigación manifiesta la necesidad de conocer la situación y las condiciones de descarga de las aguas residuales domésticas como también luego de aplicar un sistema de tratamiento (biodigestor-biofiltro), ya que la cultura de atender la calidad de agua en nuestro país es bastante precaria. Es por lo cual se está en la búsqueda de métodos de diseño para los sistemas de tratamientos de aguas residuales fundamentalmente en los que se basan a temperatura ambiental variable de acuerdo a la zona y el tipo de sistema y realidad.

A través de la investigación se pretende también conocer la eficacia de remoción de las bacterias anaeróbicas cuando están sometidas a temperaturas variables como lo es en la capital (zona de investigación), o incluso la investigación puede ser de aporte para otros lugares en Perú, porque según las investigaciones bibliográficas se da a entender que las bacterias digieren las excretas a una temperatura ambiente y que además estos biodigestores no estarían diseñados para las temperaturas bajas.

La necesidad de mejorar las condiciones de vida, en el contexto de la salud, higiene de la persona y calidad ambiental como lo más importante ante la ocurrencia de una posible deficiencia en el sistema domiciliario de agua potable, desagüe y tratamiento final, se justifica ampliamente los estudios propuestos en el presente trabajo.

La problemática de este estudio sobre descarga directa y la contaminación generadas por las aguas residuales domésticas genera un gran impacto negativo en los cuerpos receptores. En la mayoría de casos los niveles de los indicadores físicos químicos y microbiológicos superan los establecidos por los límites máximos y estándares de calidad ambiental como se puede apreciar en la siguiente tabla comparativa de los efluentes generados y los LMP ver tabla N°14.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

La Implementación de Biofiltro en un biodigestor autolimpiable mejora el tratamiento de agua residual doméstica del AA. HH. Las Garas – Carabayllo – 2018.

1.6.2 Hipótesis específicas

- ◆ Las características de la Implementación del Biofiltro en un biodigestor autolimpiable mejora el tratamiento del agua residual doméstica
- ◆ Las características de un biodigestor autolimpiable mejora positivamente el tratamiento del agua residual doméstica.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivos generales

Evaluar la Implementación de biofiltro en un biodigestor autolimpiable para el tratamiento de agua residual doméstica del AA. HH. Las Garas – Carabayllo 2018.

1.7.2 Objetivos específicos

- ◆ Determinar las características de la Implementación del Biofiltro en un biodigestor autolimpiable en el tratamiento del agua residual doméstica
- ◆ Determinar las características de un biodigestor autolimpiable en el tratamiento del agua residual doméstica

II. Método

2.1 Diseño de investigación

Aplicada: pues hará aplicación de los avances y descubrimientos de la indagación básica y se enriquecerá con ellos, pero se caracteriza por su interés en la utilización, aplicación y consecuencias prácticas de los conocimientos. La investigación aplicada busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar. (Zorrilla, 1993)

Experimental: porque es viable manejar una o más variables independientes para así observar los cambios en la variable dependiente en un contexto o situación estrictamente vigilado por el investigador, donde se medirán los parámetros de las aguas grises domésticas. (Monterrey, 1993).

Cuantitativo: Ya que se hará uso de un análisis y recolección de datos para responder preguntas de investigación y comprobar hipótesis establecidas. Se medirán las variables antes y después del tratamiento. (Tamayo, 2007).

Explicativa: Se explica la relación de causa efecto entre las variables dependiente con la variable independiente (Hernández, 2016).

Longitudinal: Porque se medirá la muestra antes y después del tratamiento, la representación de datos a través de periodos (Hernández, 2003).

De campo: Por que las muestras de las aguas residuales domésticas se recolectaran directamente de los domicilios del AA.HH. en Carabayllo (Palella, S. & Martins, F., 2010).

2.2 Variables, operacionalización:

En la definición operacional ver tabla N°3, se identificó las variables de estudio a partir del título de la presente investigación:

- ✓ **Variable independiente (VI):** Biodigestor autolimpiable, biofiltro con especie vegetal papiro
- ✓ **Variable dependiente (VD):** Tratamiento de aguas residuales domésticas

Tabla N° 3: Variables, operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE BIOFILTRO CON ESPECIE VEGETAL PAPIRO	Sistema biodigestor para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, mediante un proceso de retención y degradación séptica anaerobia de la materia orgánica. (Rotoplas. 2014)	Las aguas residuales serán tratadas mediante el biodigestor autolimpiable el cual hará el tratamiento primario luego el agua tratada pasará al biofiltro con la especie vegetal macrófita papiro como 2do proceso. Para la construcción se necesitará de ciertos componentes tales como la especie vegetativa, piedra, arena gruesa y confitillo que contendrá el humedal cada 10 cm de altura.	Características del biodigestor autolimpiable	Tipo de Material	Polietileno
				Anaerobio	Sin O2
				Plásticos Pet	cm
				Caudal	m3/s
				Tiempo de retención	Días
				Volumen	m3
	Características del biofiltro		Biofiltro son sistemas que simulan los procesos que ocurren en la naturaleza, como la fijación física de los contaminantes al suelo, a los rizomas de las plantas y la degradación de la materia orgánica. MALDONADO, V; 2005, p.16).	Componentes	Confitillo (m3)
					Piedra (m3)
					Arena gruesa (m3)
			Altura de tallo	cm	
			Densidad	N° de sp./cm ² en área del biofiltro	
			Área superficial	m2	
			Caudal	m3/s	
			Tiempo de Retención	días	
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	"Son aquellas de origen residencial y comercial que posee desechos fisiológicos, entre otros, procedentes de la actividad humana, y deben ser dispuestas apropiadamente", (OEFA, 2014).	Las aguas residuales serán evaluadas mediante su composición y remoción de contaminantes.	Indicadores Físicos – Químicos	Temperatura	°C
				Solidos suspendidos totales (SST)	mg/L
				pH	unidad
				Temperatura	°C
				Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L
				Demanda química de oxígeno (DQO)	mgO2/L
			Indicadores Microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml
			Reaprovechamiento	LMP	mg/l
Volumen	m3				

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Población y muestra:

2.3.1. Población:

La población de la investigación será las aguas residuales domésticas del domicilio del AA. HH “Las Garas”, ubicado en el distrito de Carabayllo.

2.3.2. Muestra:

Esta muestra para el tratamiento se tomó del agua residual generada por una vivienda unifamiliar compuesta por 4 habitantes ubicada en el AA. HH “Las Garas” en el distrito de Carabayllo, la muestra fue de manera dirigida por conveniencia y facilidades para la investigación.

Las muestras fueron tomadas en los meses de mayo y junio respectivamente.

Tipo de muestra: Simple o puntual

2.3.3. Unidad de análisis:

Las aguas residuales domésticas (L/s).

2.4 Técnicas e instrumentos de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas

La observación científica; es la relación del sujeto observador y el objeto el cual será observado, y esto porque nos proporciona la obtención de datos, información más directa (Bunge, M., S/F).

2.4.2 Instrumentos

Los instrumentos aplicados son las hojas de campo, registro y hoja de recolección de datos.

Se define la hoja de campo: Al formato para recoger datos por medio de la observación de un proceso científico o situación (Penfield, D., S/F).

Se define registro y hoja de recolección de datos: Al documento validado por el juicio de profesionales o protocolos establecidos y validados por autoridades competentes con la cual se obtuvieron información, datos para el proceso de investigación pertinente (Penfield, D. S/F).

2.4.3 Validez

El instrumento fue validado por el juicio de 3 expertos

2.4.4 Confiabilidad

La confiabilidad del instrumento fue mediante el juicio de expertos y/o entidades certificadas, y se aplicara la validez de Cronbach

Tabla N°4 Pre-tratamiento, biodigestor – biodigestor más biofiltro (Alfa de Cronbach)

Alfa de Cronbach	N de elementos
,947	10

Fuente Elaboración propia
Dónde: $\alpha = 0,947$

Tabla N°5 Diseño de biodigestor (Alfa de Cronbach)

Alfa de Cronbach	N de elementos
,479	10

Fuente Elaboración propia
Dónde: $\alpha = 0,479$

Tabla N°6 Diseño del biofiltro (Alfa de Cronbach)

Alfa de Cronbach	N de elementos
812	0

Fuente Elaboración propia
Dónde: $\alpha = 0,812$

2.5 Métodos de análisis de datos

En la caracterización de las aguas residuales tanto las no tratadas como las tratadas. Se analizaron los parámetros según las Tabla N°9.

**Tabla N° 7 LMP LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
PARA LOS EFLUENTES DE PTAR**

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de agua
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 MI	10.000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	Unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: D.S. 003-2010 Minam

✓ **Parámetros analizados en campo:**

PH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 223rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.

Temperatura: Esta fue en °C medido con el multiparametro HANNA.

✓ **Parámetros analizados en laboratorio:**

DBO5: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012.

Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test. Azide Modification.

DQO: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017.

Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

SST: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012.

Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.

Coliformes termotolerantes: SM 9221 E. / 9221C. Standard Methods 22th Edition.

Para el análisis de los resultados se hizo uso de la estadística descriptivo para determinar los promedios, comparación de T-Student e interpretación de los resultados se utilizará el software SPSS y para los gráficos se hizo uso de Excel.

2.5.1 Metodología del trabajo

Para esta investigación se realizó la instalación de un biodigestor autolimpiable y la construcción e implementación de un Biofiltro de tipo subsuperficial vertical con especie vegetal Papiro, en la cual se comparó y evaluó la efectividad de remoción tanto del biodigestor como del biofiltro para tratar las aguas residuales de una vivienda unifamiliar del AA.HH las Garas en el distrito de Carabayllo; este biodigestor de 600L de material de polietileno cuenta con aros pet recortados de 4 cm de largo por 5 cm de ancho que sirvió como fijador para las bacterias que se encuentran en las aguas residuales luego de este primer proceso el efluente paso al biofiltro con la mencionada vegetación el cual conto con medio granular sustrato (arena gruesa, confitillo, piedra chancada).

Etapas 1: Instalación del biodigestor

– Localización

Fue necesario que el lugar a instalar no exista el tránsito de vehículos como también fue importante considerar para futuro las expansiones en la edificación de patios, etc. Se debió de evitar suelos de relleno o sujetos a inundaciones.

– Pendiente la cual se necesitó excavar en situación al tipo de suelo

Cuando se realizó las excavaciones se tuvo que ejecutar dando como margen tal pendiente la cual no logre el deslave de tierra y excluyendo las piedras que puedan ocasionar algún daño al tanque. Fue preciso hacer la compactación del suelo antes de hacer la colocación del biodigestor autolimpiable.

– Colocación

Se dio mucha precaución para no ocasionar daños en los conectores, asegurándose que se encuentren en verticalidad, se alineo la entrada y salida del agua comprobando que esté un margen como de 20 cm de libre espacio que de entre el biodigestor y las paredes de la misma excavación.

– En el Relleno

En el exterior del biodigestor el relleno de la excavación, se necesitó adicionar el suelo extraído de la excavación y hacer la compactación manual, luego se fue adicionando agua en el interior del biodigestor para evitar que este se deforme.

– Los Registros de lodos

Fue muy necesario realizar la instalación del registro de lodos, ya que este será el encargado de acoger los sólidos productos del biodigestor autolimpiable. Para cual se estableció la posición de la válvula donde se deja un espacio para instalar el registro, se obtuvo como referente la distancia de menos de 2 cm entre el biodigestor y el registro de lodos. El ángulo de la tubería fue de 1%. El registro es impermeable y se logró tener una tapa no hermética que permita el secado de los lodos y evitar que se mojen cuando llueva.

– Conexión biodigestor – biofiltro

Se realizó la conexión entre el biodigestor y el biofiltro con una salida de un tubo de PVC de 1/2” a la cual se le añadió una válvula compuerta.

Etapa 2: Construcción del biofiltro.

En este trabajo de investigación se construyó 1 biofiltro de tipo subsuperficial vertical con la vegetación “*Cyperus papyrus*”, solo con medio granular (piedra, arena gruesa y confitillo) que se utilizó como sustrato ver tabla N°7. Para el proceso en la que se tratan las aguas residuales domésticas; la captación del agua es proveniente del domicilio que fue pre tratado en el biodigestor Autolimpiable. La construcción del biofiltro se realizó en la entrada de la vivienda al lado del jardín para reutilizarla en riego.

Tabla N°8 Tipo y cantidad de sustrato

Sustrato	Peso
Piedra	10 cm ³
Confitillo	12 cm ³
Arena gruesa	12 cm ³
Total	34 cm³

Fuente: Elaboración propia

Para la fabricación del biofiltro se necesitaron los siguientes materiales:

Cemento: para la mezcla y el pulido de la estructura del biofiltro ya que el biofiltro se realizó de concreto.

Ladrillo: que sirvió para el armado de la estructura del biofiltro.

Confitillo: que se utilizó como el medio granular del humedal

Arena gruesa: que se necesitó en la misma construcción y como también para el medio granular del humedal

Arena fina: que se utilizó para la construcción del cajón del biofiltro.

Tuberías de ½ y de ¾ pulgada: para la entrada y salida de agua al biofiltro, se utilizó de ½ pulgada; para el medio de aireación, se utilizó dos tubos de ¾ pulgadas que fue debajo del sustrato con salida a la superficie.

Con respecto a la tubería de aireación, en el medio filtrante se insertó 2 tuberías de manera vertical, estas sirven en la aireación para las capas más profundas, así se favorece los procesos de degradación aeróbica y nitrificación. Se recomienda la instalación de 1 tubería por cada m².

Pegamento azul: para poder haber realizado el pegado de las tuberías

Llave reguladora de agua: la cual se adaptó a la entrada y salida del biofiltro.

Para la construcción del biofiltro se consideró como dimensiones de caja de concreto 1 m de largo, 1 m de ancho y 45 cm de alto, donde se colocó el sustrato cada 10 cm según la altura del biofiltro, donde luego se sembró cada 12 cm la especie "*Cyperus papyrus*".

Herramientas manuales: Las cuales sirvieron para la construcción (pico, pala, barreta, nivel, badilejo)

Etapa 3: Selección del cuerpo de agua a estudiar

- Una vez el humedal se encuentre en funcionamiento se pasó a calcular el caudal que entra y sale del humedal. Para hallar el caudal se utilizó la siguiente ecuación.

Ecuación 1: Caudal

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

Q: Caudal m³/s
V: Volumen en m³
T: Tiempo en segundos

Para mayor precisión se hizo 5 mediciones, se utilizó un recipiente de 10L donde se tomó el tiempo hasta que llenó el recipiente mediante un cronometro ver tabla N°8.

Tabla N°9 Tiempo de caudales de cada sistema

	Caudales		
Tiempo	Entrada a biodigestor – seg	Salida de biodigestor – min	Salida de biofiltro - min
T1	0.17	04:57	02:45
T2	0.25	04:50	02:40
T3	0.22	04:55	02:46
T4	0.27	04:58	02:41
T5	0.20	04:53	02:47
Promedio	0:22	04:55	02:43

Fuente: Elaboración propia

Se saca la media aritmética con los 5 tiempos obtenidos, del T1 hasta T5 se hace la sumatoria para luego dividirla entre la cantidad de repeticiones que se logró hacer en este caso fueron 5 repeticiones.

Para la entrada del biodigestor reemplazando en la ecuación 1 tendríamos:

$$Q = \frac{0.010 \text{ m}^3}{0.22 \text{ Seg}} = 0.045 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Para la salida del biodigestor tendríamos, reemplazando en la ecuación 1:

$$Q = \frac{0.010 \text{ m}^3}{04.55 \text{ Seg}} = 0.0003389 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Para la salida del biofiltro reemplazando en la ecuación 1 tendríamos:

$$Q = \frac{0.010 \text{ m}^3}{2.43 \text{ Seg}} = 0.0006134 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Como también él % de remoción tanto del biodigestor como la del biofiltro implementado con la siguiente ecuación 2:

Ecuación N° 2: %Remoción

$$\%Remoción = \frac{Co \text{ inicial} - C1 \text{ final}}{Co \text{ inicial}} \times 100$$

Donde:

Co: Concentración inicial

C1: Concentración final

Etapa 4: Selección y recolección de “*Cyperus papyrus*”.

La recolección fue el 21 de abril del 2018, se seleccionó un total de 25 plantas de “*Cyperus papyrus*” (papiro) de los humedales de ventanilla, para la selección se tomó ciertas consideraciones como el color verde intenso, el tamaño de cada planta fue

aproximadamente de 1.1m de altura, esta especie fue fácil de adquirir y de transportarlas, hacia vivienda del distrito de Carabayllo.

Etapa 5: Siembra de “*Cyperus papyrus*”.

La siembra de “*Cyperus papyrus*” fue el día 29 de abril del 2018 dentro del biofiltro que contuvo la especie, un total de 3 plantas para el cajón.

Etapa 6: Funcionamiento del biodigestor más biofiltro

Primera etapa:

El biodigestor autolimpiable atrapa y sedimenta el material orgánico, los sólidos. El Biodigestor es un tanque hermético que funciona siempre lleno, por rebalse, a medida que entra agua residual desde la casa, una cantidad casi igual sale por el otro extremo.

Segunda etapa:

Campo de Infiltración

Se distribuyen los líquidos en el biofiltro.

El efluente del Biodigestor, se dirige al biofiltro a través de una tubería conectada hacia este.

Tercera etapa:

Por debajo del campo de infiltración del biofiltro, que filtra y completa la depuración del agua. Este suelo que fue el sustrato funciona como un filtro que retiene y elimina partículas muy finas. La flora bacteriana que crece sobre las partículas de tierra y en las raíces de la especie vegetal, absorbieron y se alimentaron de las sustancias disueltas en el agua. En esta etapa las aguas residuales domésticas ingresaron en

el biofiltro por un periodo de 5 días (Tiempo de retención hidráulica) que es el periodo de tratamiento que se consideró para este trabajo de investigación.

Después del tiempo estimado de tratamiento se recolecto las muestras de agua para ser analizadas en un laboratorio certificado “Ecolab R.L.”, el tratamiento de agua residual se completó y se incorporó purificada al suelo

Etapa 7: Toma de muestra antes y después del tratamiento.

Las muestras de aguas residuales domésticas antes y después de los tratamientos las recolecto el autor de la investigación.

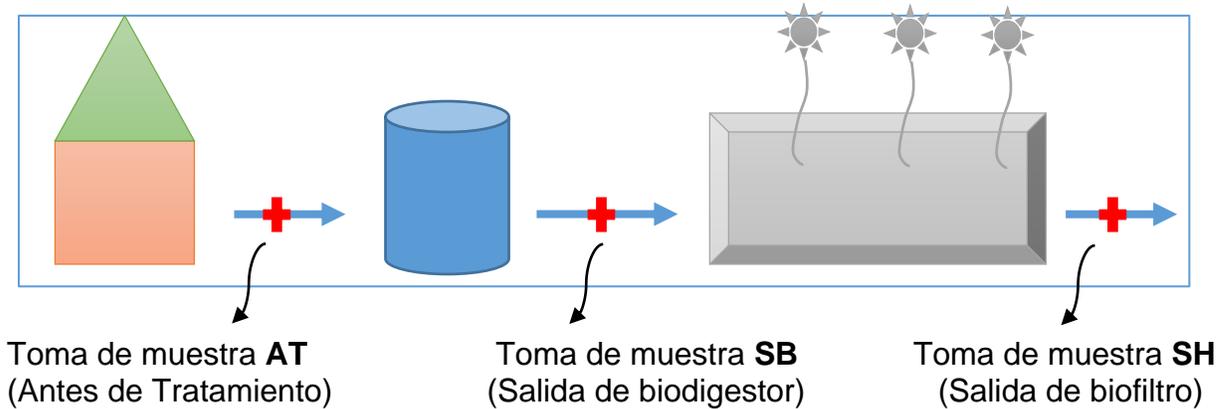
Muestreo de agua:

Según el protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales - PTAR, resolución ministerial N° 273 – 2013 – vivienda que siguió la empresa ECOLAP SRL para el muestreo del agua antes del tratamiento que fue codificada como AT (antes de tratamiento) y bajo esta normativa se realizara los siguientes monitoreo para la salida del biodigestor, codificado como SB (salida de biodigestor) y para la salida del biofiltro, codificado como SH (salida de biofiltro) ver figura N°4.

En este protocolo indica la forma correcta para la toma de muestras de agua, el tipo de recipiente que se utiliza, etiquetado, preservantes, la manipulación de los recipientes y el transporte de las muestras hacia el laboratorio.

Para la toma de muestras de cada punto de muestreo que fue a la entrada del biodigestor, entrada de biofiltro, y salida del biofiltro ver figura N°4, se realizó con el empleo de botellas esterilizadas, enjuagadas 3 veces con la misma agua a muestrear.

Se debió considerar el material de los recipientes que se escoge según los parámetros que se analizaron. Además, según el protocolo para la toma de muestras es obligatorio utilizar los equipos de protección personal.



Fuente: Elaboración propia

Figura N°5 Puntos de muestras

Etapa 8: Características de desarrollo de la especie *Cyperus papyrus*

Durante el desarrollo de la especie *Cyperus papyrus* se observó que a los 4 días mostro un color opaco ver anexo N°3 – figura N° 13 y a los 8 días la planta retomo su color natural, por ende, esta especie se adaptó a los primeros 10 días.

A los 12 días se observó que la planta creció unos 10 cm de alto y a su vez se notó la aparición de nuevos brotes a lo que se deduce que esta especie se adapta con facilidad y se prolifera rápido.

2.6 Aspectos éticos

La información utilizada de las diferentes investigaciones, reportes, etc. fueron citadas y redactadas en la referencia bibliográfica con el fin de no vulnerar la propiedad intelectual de los autores.

III. Resultados

3.1 Resultados de análisis antes de implementación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas.

La muestra fue analizada para comparar las concentraciones de contaminantes presentes que tienen antes de la implementación del tratamiento con los LMP.

3.1.1 Parámetros físicos, químicos y microbiológicos iniciales de las aguas residuales domésticas.

Los parámetros físicos - químicos y microbiológicos que se indican en la siguiente tabla N°10, son antes de la implementación de los sistemas de tratamientos de las aguas residuales domésticas.

Resultados antes de tratamiento - AT

Tabla N°10 Evaluación comparativa de los parámetros físicos - químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas Antes del tratamiento "AT" vs LMP.

Parámetro	Unidad	Antes del Tratamiento - AT	*LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de agua
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	476.1	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	970.3	200
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	288	150
Temperatura	°C	20.3	<35
pH	Unidad	6.9	6.5-8.5
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	2.8×10^8	10×10^3

LMP*: Límites Máximos Permisibles. D.S. 003-2010 Minam

De la tabla N°9 se observa que los parámetros evaluados por la empresa ECOLAB del agua residual del domicilio superan los LMP del DS 003-2010-MINAM.

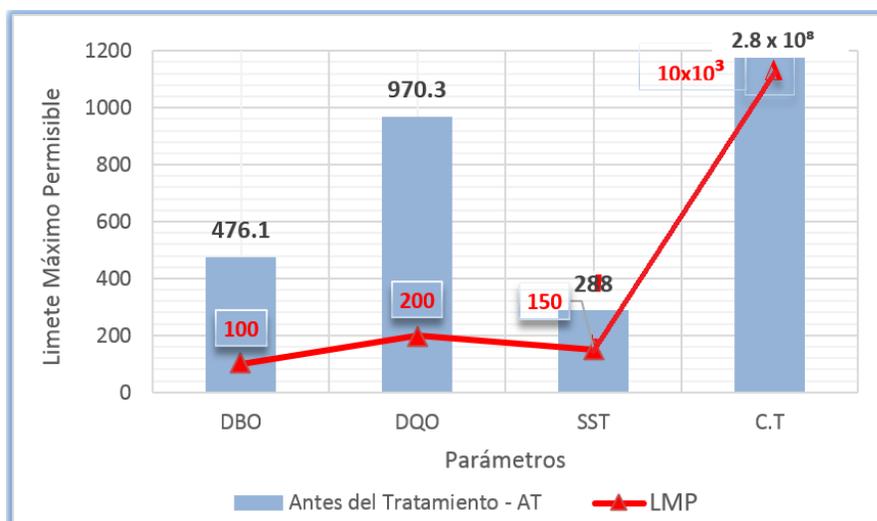


Gráfico N°1 Comparación de los parámetros evaluados entre antes del tratamiento (AT) y los límites máximos permisibles LMP

Como se observa en el gráfico N°1 los parámetros evaluados presentan gran carga de contaminantes en las aguas residuales domésticas superando los LMP por ello es necesario implementar un sistema de tratamiento económico y de fácil aplicación para reducir y llegar a los LMP que se requiere en el DS 003-2010-MINAM.

3.2 Resultados de análisis después de la implementación de los sistemas de tratamiento de agua residuales domésticas.

La muestra fue analizada para observar las concentraciones de contaminantes presentes que tienen después de la implementación del biodigestor autolimpiable (Muestra SB) y posterior a la salida de la implementación del biofiltro (Muestra SH), para evaluar el porcentaje de remoción entre las muestras antes del tratamiento (AT) y post tratamiento de las aguas residuales domésticas.

3.2.1 Parámetros físico, químico y microbiológico de las aguas residuales domésticas después de la 1era, 2da y 3era semana de evaluación.

Los parámetros físicos - químicos y microbiológicos que se indican en las siguientes tablas son después de la implementación de los sistemas de tratamientos de las aguas residuales domésticas en el tiempo de 3 semanas de evaluación, como dato

adicional en la última semana de muestreo se medirá el parámetro de conductividad y oxígeno disuelto para su comparación con el ECA.

Resultados después de la primera semana

En la tabla N°11, se demuestra que en la primera semana los parámetros evaluados del biofiltro aplicando la ecuación N°2, han reducido en un 85.2% a comparación del sistema biodigestor para el parámetro de DBO y así como también hubo una diferencia considerable de remoción para los siguientes parámetros.

Tabla N° 11 Evaluación de los parámetros físicos - químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas - Semana 1

Descripción de la muestra	Semana 1 de Evaluación					
	DBO mg/L	DQO mgO2/L	SST mg/L	pH	Temperatura	Coliformes Termotolerantes
Muestra SB (Salida del Biodigestor)	112.2	217.7	19.5	7.9	20.1	16000x10 ³
Muestra SH (Salida del Biofiltro)	16.6	37.1	6.1	7.5	20.3	2400x10 ³

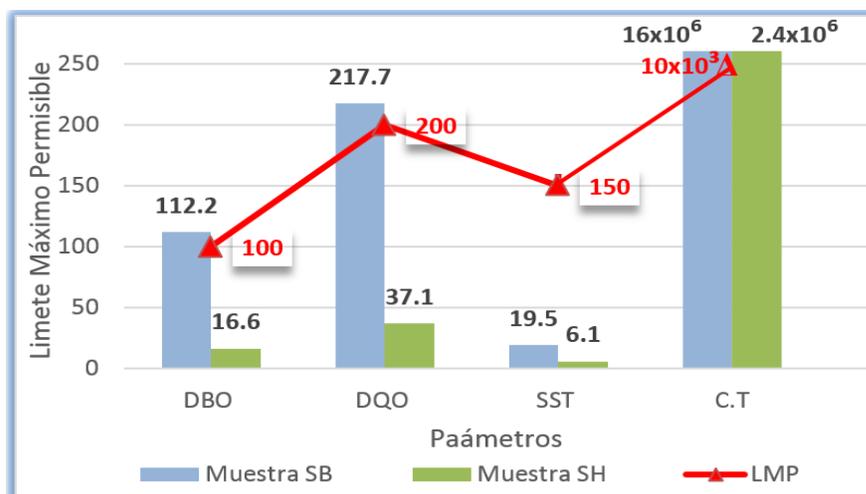


Gráfico N°2 Comparación de parámetros evaluados de SB y SH semana 1

En el gráfico N°2, se puede observar que los valores de los parámetros evaluados según el laboratorio ECOLAB SRL para la primera semana con respecto al sistema biodigestor "SB" aún no llega a cumplir con los LMP con excepción de los SST a

diferencia de resultados que presenta el biofiltro “SH” que ya se encuentra por debajo de lo requerido por el D.S 003-2010-MINAM.

Resultados después de la segunda semana

En la tabla N°12, se demuestra que en la semana 2 los parámetros evaluados del biofiltro aplicando la ecuación N°2, han reducido en un 98.5% a comparación del sistema biodigestor para el parámetro de DQO y así como también hubo una diferencia considerable de remoción para los siguientes parámetros.

Tabla N° 12 Evaluación de los parámetros físicos - químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas - Semana 2

Descripción de la muestra	Semana 2 de Evaluación					
	DBO mg/L	DQO mgO2/L	SST mg/L	pH	Temperatura	Coliformes Termotolerantes
Muestra SB (Salida del Biodigestor)	98.50	190.76	15.2	7.9	20.4	190 x 10 ³
Muestra SH (Salida del Biofiltro)	14.50	20	5.3	7.5	20.7	28 x 10 ³



Gráfico N°3 Comparación de parámetros evaluados de SB y SH semana 2

En el gráfico N°3 se puede observar que los valores de los parámetros evaluados según el laboratorio ECOLAB SRL para la segunda semana con respecto al sistema

biodigestor “SB” ya empieza a cumplir con los LMP en un 98.5mg/L de 100mg/L para DBO, 190mgO₂/L de 200mgO₂/L que pide la norma en comparación de los resultados que presenta el biofiltro “SH” que siguen manteniéndose por muy debajo de lo requerido por el D.S 003-2010-MINAM.

Resultados después de la tercera semana

En la tabla N°13, se demuestra que en la semana 3 los parámetros evaluados del biofiltro aplicando la ecuación N°2, han reducido en un 89.4% a comparación del sistema biodigestor para el parámetro de DQO y así como también hubo una diferencia considerable de remoción para los siguientes parámetros, adicional se midió la conductividad y oxígeno disuelto en las muestras SB y SH.

Tabla N° 13 Evaluación de los parámetros físicos - químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas - Semana 3

Descripción de la muestra	Semana 3							
	DBO mg/L	DQO mgO ₂ /L	SST mg/L	pH	Oxígeno Disuelto	Temperatura	Conductividad	Coliformes Termotolerantes
Muestra SB (Salida del Biodigestor)	75.4	150.45	12.4	7.45	0.74	20.6	1978	17 x 10 ³
Muestra SH (Salida del Biofiltro)	12.3	16	4.3	7.45	5.24	20.8	2000	1.3 x 10 ³

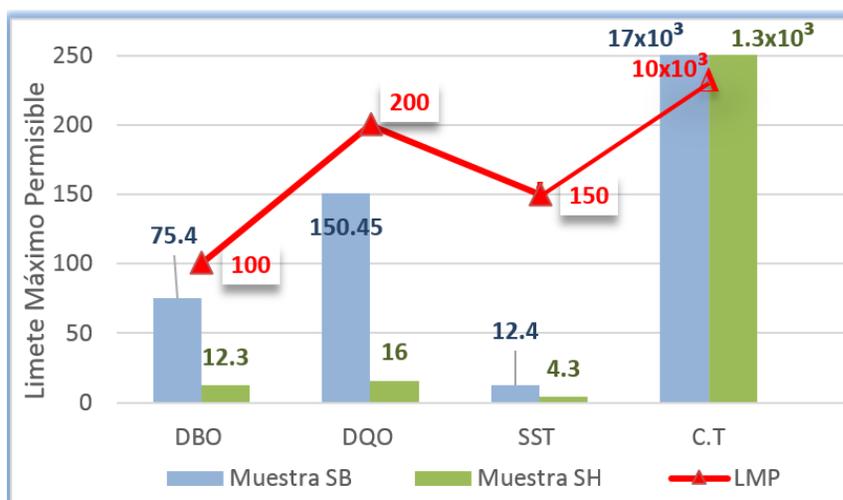


Gráfico N°4 Comparación de parámetros evaluados de SB y SH semana 3

Del gráfico N°4 se puede observar que para la tercera semana se logra llegar a los límites permisibles solo para SH; siendo la implementación un determinante para llegar a los límites según la norma ya que para los coliformes de SB no logra cumplir con un valor de 17000 y sí para SH con un valor de 1300 de los 10000 que se requiere para cumplir con los LMP.

Resultados después de los 15 días en comparación con LMP y ECA

Como se mencionó anteriormente los resultados se compararían tanto con los LMP y ECA para determinar si este efluente después de la implementación podría reusarse en el riego de vegetales.

Tabla N° 14 Comparativo de parámetros evaluados entre LMP y ECA

Parámetro	Unidad	Semana 3		LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de agua	Categoría 3: Riego de vegetales	Cumple con LMP		Cumple con ECA	
		SB	SH			SB	SH	SB	SH
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	75.4	12.3	100	15	SI	SI	NO	SI
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	150.45	16	200	40	SI	SI	NO	SI
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	12.4	4.3	150	-	SI	SI	-	-
Temperatura	°C	20.4	20.8	<35	Δ 3	SI	SI	SI	SI
pH	Unidad	7.45	7.45	6.5-8.5	6,5 – 8,4	SI	SI	SI	SI
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	17000	1300	10.000	1 000 /2 000	NO	SI	NO	SI
Conductividad	(μS/cm)	1978	2000	-	2500	-	-	SI	SI
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	0.74	5.24	-	≥ 4	-	-	NO	SI

Fuente: D.S. 003-2010 - MINAM / D.S N° 004-2017- MINAM

En la tabla N°14 se hizo la comparación de los resultados obtenidos del biofiltro y del biodigestor con respecto a los LMP y ECA, para determinar si este tratamiento llegaba a cumplir con lo establecido en el D.S N° 004-2017- MINAM para lo que vendría hacer la categoría 3 para riego de vegetales y así este efluente reutilizarlo en el riego de las áreas verdes; como se observa para DBO=12.3, DQO=16, pH=7.45, Coliformes=1300, conductividad=2000 y OD=5.24, cumpliendo con lo establecido considerando que el tiempo de evaluación fue solo de 3 semanas. El sistema del biofiltro implementado

resulta muy bueno para el tratamiento de las aguas residuales domésticas para un próximo reuso del agua, mas no el sistema biodigestor ya que no llega alcanzar con los parámetros para riego.

3.2.2 %Remoción de parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas

En el % de remoción de los parámetros físicos - químicos y microbiológicos que se indican en el siguiente cuadro son después de la implementación de los sistemas de tratamientos de las aguas residuales domésticas.

Resultados de %Remoción

De la tabla 15 se observa que el promedio de % de remoción para el sistema biodigestor (SB) en las 3 semanas para los siguientes parámetros fueron DBO 79.96%, DQO 80.79%, SST 94.54% y para coliformes termotolerantes 98.07% respectivamente.

Tabla N° 15 % Remoción que demuestra el sistema biodigestor (SB) con respecto al agua antes del tratamiento (AT)

Parámetros	% Remoción SB* vs AT*		
	Semana1	Semana2	Semana 3
DBO mg/L	76.43	79.31	84.16
DQO mgO2/L	77.56	80.34	84.49
SST mg/L	93.23	94.72	95.69
Coliformes Termotolerantes	94.29	99.93	99.99

En la tabla 16 se observa que el promedio de % de remoción para el sistema del biofiltro (SH) en las 3 semanas para los siguientes parámetros fueron DBO 96.96%, DQO 97.49%, SST 98.18% y para coliformes termotolerantes 99.70% respectivamente.

Tabla N° 16 % Remoción que demuestra el sistema biofiltro (SH) con respecto al agua antes del tratamiento (AT)

Parámetros	% Remoción SH* vs AT*		
	Semana 1	Semana 2	Semana 3
DBO mg/L	96.51	96.95	97.42
DQO mgO2/L	96.18	97.94	98.35
SST mg/L	97.88	98.16	98.51
Coliformes Termotolerantes	99.14	99.99	99.99

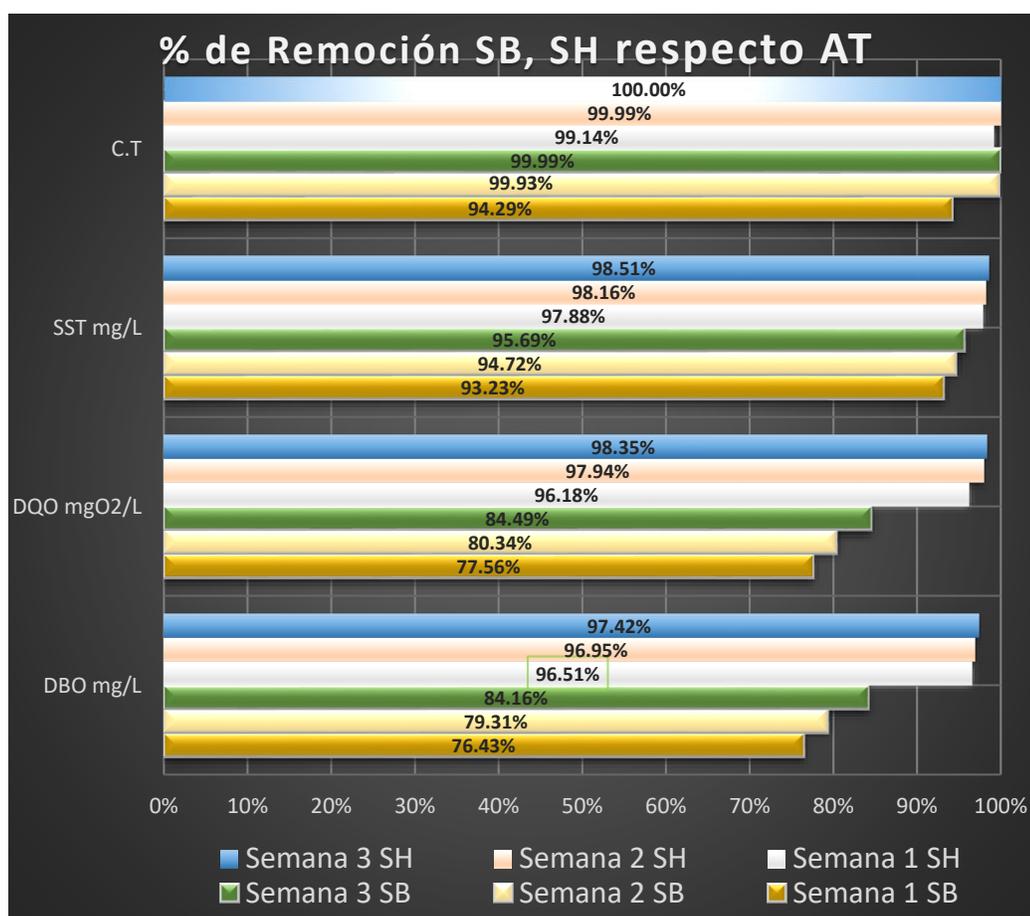


Gráfico N°5 % Remoción de los sistemas en las 3 semanas

Del gráfico N°5 se puede observar la remoción de contaminantes el agua antes del tratamiento solo del sistema biodigestor en DBO con 76.43% y agregando la implementación del biofiltro este aumenta en un 96.51% solo en la primera semana, DQO un 77.56% del biodigestor a diferencia con la implementación de un 96.18%, en SST de un 93.23% con el biodigestor, aumento a un 97.88% agregando el biofiltro y

en Coliformes de un 94.29% por parte del biodigestor aumenta el % con el biofiltro a un 99.14% todo esto solo la primera semana de evaluación; la diferencia de resultados es clara, la eficiencia de remoción que presenta con la implementación del biofiltro al biodigestor aumenta para la reducción de contaminantes físico químico y microbiológico.

En la tabla 17 se observa en cuanto aumento el % de remoción el sistema biodigestor (SB) implementando el sistema del biofiltro (SH) en las 3 semanas para los siguientes parámetros fueron DBO 84.72%, DQO 87.28%, SST 66.39% y para coliformes termotolerantes 87.54% respectivamente.

Tabla N° 17 % Remoción que demuestran el sistema del biofiltro sobre el sistema biodigestor

Parámetros	% Remoción SB - SH		
	Semana1	Semana2	Semana 3
DBO mg/L	85.20	85.28	83.69
DQO mgO2/L	82.96	89.52	89.37
SST mg/L	68.72	65.13	65.32
Coliformes Termotolerantes	85.00	85.26	92.35

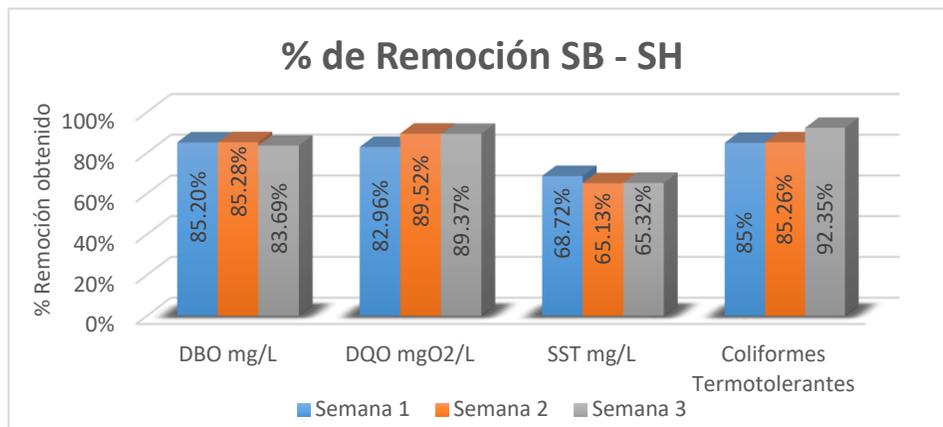


Gráfico N°6 % de remoción SH sobre SB

Del gráfico N°6, se halló el porcentaje de remoción entre el efluente del biodigestor y la del biofiltro, para poder demostrar en cuanto el biofiltro aumenta el % de remoción sobre del biodigestor; se tiene un porcentaje de remoción en DBO 85.2%, DQO 82.9%,

SST 68.72% y Coliformes en un 85%, esto solo la primera semana de evaluación; la implementación del biofiltro genera un aumento considerable en el % de remoción, la cual hace un buen complemento para la reducción de contaminantes físico químico y microbiológico.

3.2.3 Resumen de evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas

En la tabla N°18 se presenta los resultados de la evaluación en todo el tiempo de estudio la cual fueron de 3 semanas.

Resultados antes y después de tratamiento

En la tabla N°18 se observa los valores de antes del tratamiento (AT) y de los efluentes, salida de biodigestor (SB) y salida de biofiltro (SH) en las 3 semanas de estudio, la cual se ve el progreso de remoción de contaminantes que presentan los sistemas tanto del biodigestor y con la implementación del biofiltro esto para luego ver en qué tiempo se llega a cumplir con los parámetros requeridos por la norma.

Tabla N° 18 Resumen de resultados obtenidos de efluentes antes del tratamiento, del biodigestor autolimpiable y biofiltro.

Parámetros	AT*	SB - Salida de Biodigestor			SH - Salida de Biofiltro		
	Semana 0	Semana1	Semana 2	Semana 3	Semana 1	Semana 2	Semana 3
DBO mg/L	476.1	112.2	98.50	75.4	16.6	14.50	12.3
DQO mgO2/L	970.3	217.7	190.76	150.45	37.1	20	16
SST mg/L	288	19.5	15.2	12.4	6.1	5.3	4.3
pH	6.9	7.9	7.9	7.45	7.5	7.5	7.45
Temperatura °C	20.3	20.1	20.3	20.4	20.7	20.6	20.8
Coliformes Termotolerantes	280000x10 ³	16000x10 ³	190x10 ³	17x10 ³	2400x10 ³	28 x 10 ³	1.3x10 ³

- *AT - Antes de Tratamientos
- Fuente: Elaboración Propia

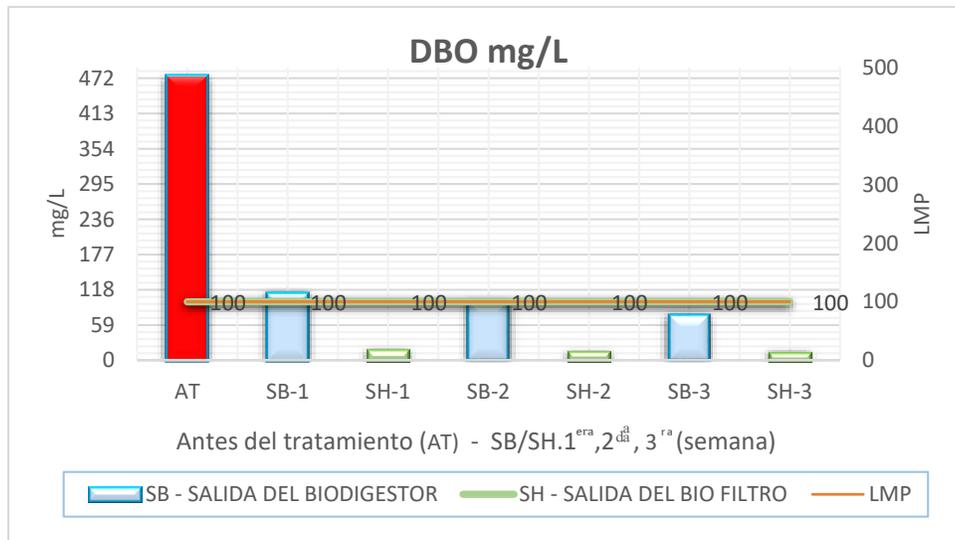


Gráfico N°7 Resumen de resultados antes y después de tratamiento para DBO de las 3 semanas

En el grafico N°7 se observa que para DBO en la semana 3 la salida del biodigestor y la salida del biofiltro del agua tratada logran cumplir con los LMP, pero la diferencia de valores es significativa ya que en la salida del biofiltro la carga contaminante es mucho menor.

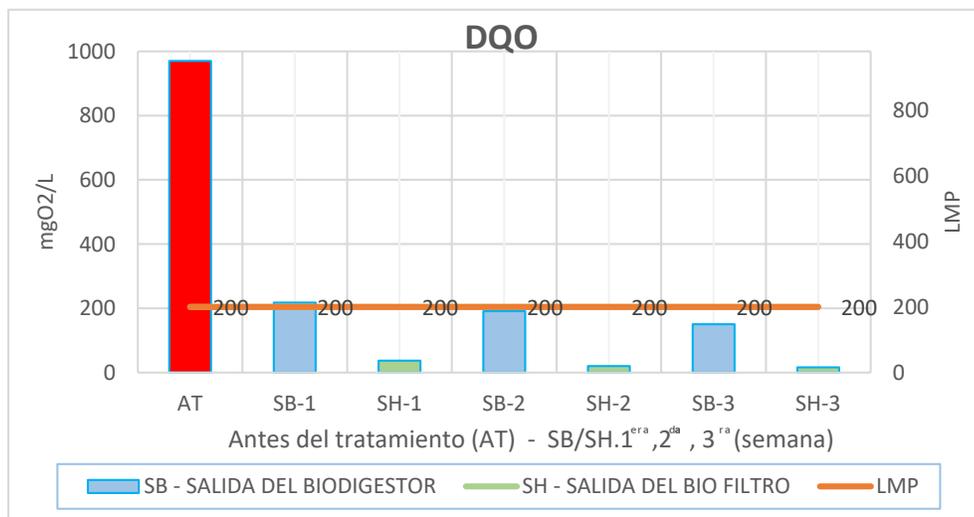


Gráfico N°8 Resumen de resultados antes y después de tratamiento para DQO de las 3 semanas

En el grafico N°8 se observa que para el DQO en la semana 3 la salida del biodigestor y la salida del biofiltro del agua tratada logran cumplir con los LMP, pero la diferencia

de valores es significativa ya que en la salida del biofiltro la carga contaminante es mucho menor.

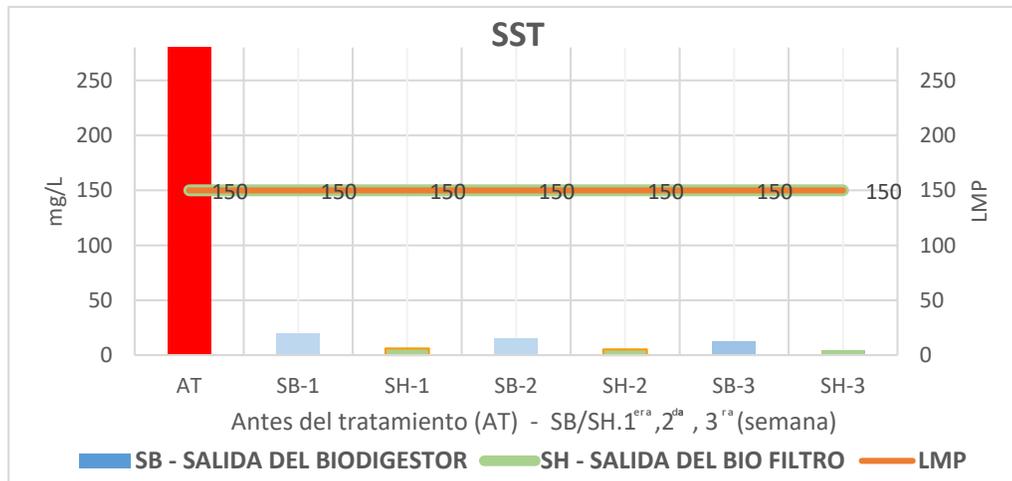


Gráfico N°9 Resumen de resultados antes y después de tratamiento para SST de las 3 semanas

En el gráfico N°9 se observa que para los SST desde la primera semana de la salida del biodigestor y la salida del biofiltro del agua tratada logra cumplir con los LMP la cual ambos sistemas son muy buenos reduciendo este parámetro.

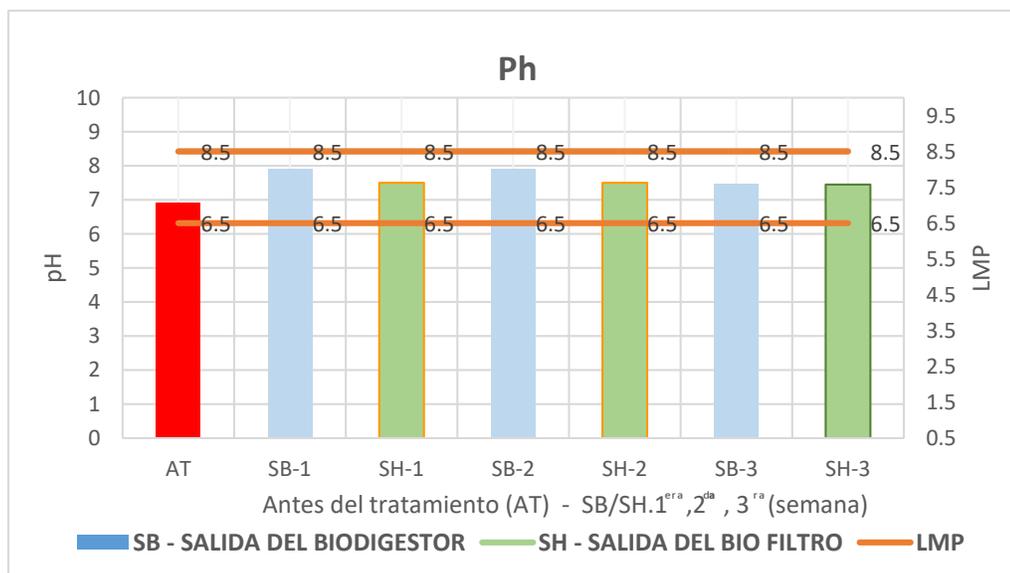


Gráfico N°10 Resumen de resultados antes y después de tratamiento para pH de las 3 semanas

El gráfico N°10 se observa que para el pH se mantiene en el rango de 6.5 y 8.5 respectivamente la cual no hay ningún problema por estar dentro de los LMP.

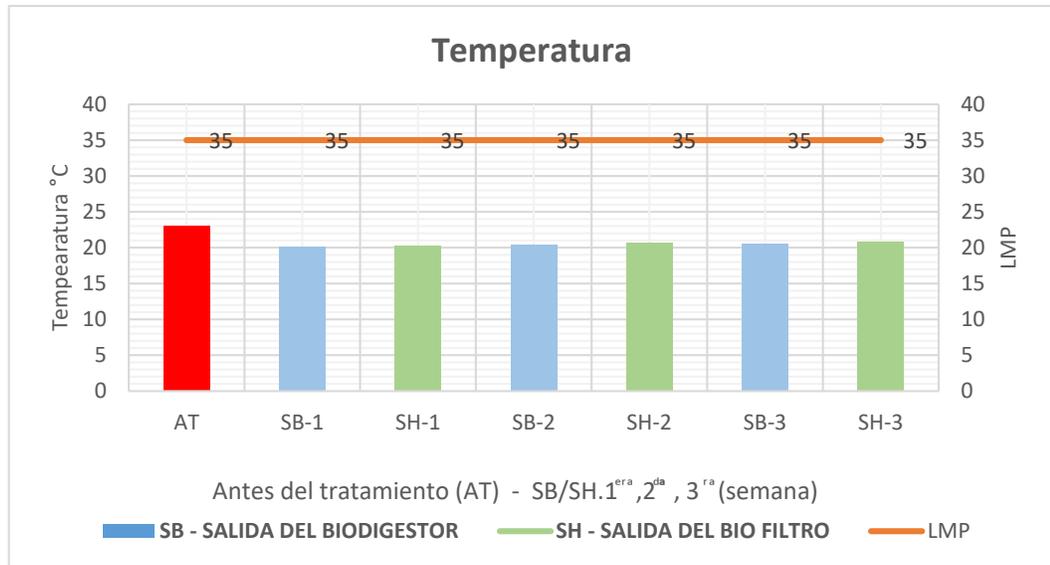


Gráfico N°11 Resumen de resultado antes y después de tratamiento para Temperatura de las 3 semanas

En el gráfico N°11 se observa que para la temperatura no se tiene ningún problema por estar dentro de los LMP desde antes del tratamiento menor a los 35°C.

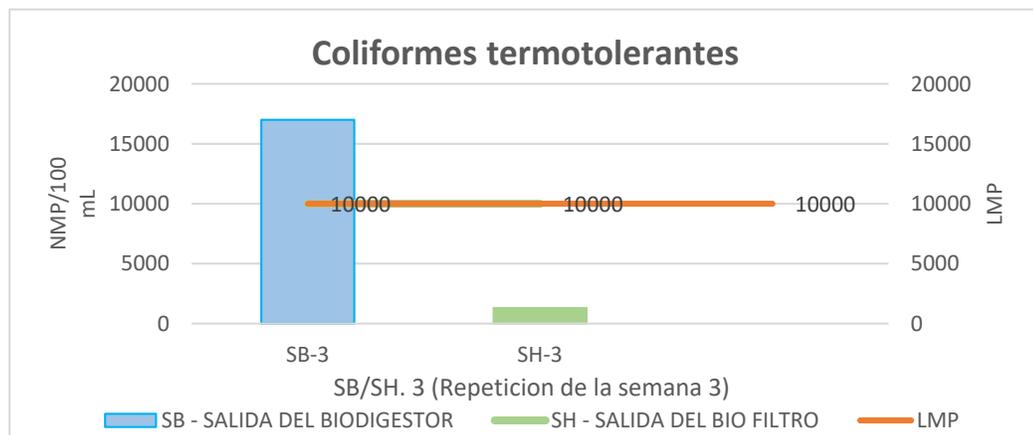


Gráfico N°12 Resumen de resultado antes y después de tratamiento para Coliformes Termotolerantes de la 3ra semana

En el gráfico N°12 se observa que para los coliformes termotolerantes en la semana 3 la salida del biodigestor y la salida del biofiltro del agua tratada presentan una enorme diferencia la cual SB no cumple con los LMP y la diferencia de valores es significativa ya que en la salida del biofiltro la carga contaminante es menor y si cumple los LMP.

RESULTADOS ESTADISTICOS T -STUDENT

- Se puede observar en la tabla N°19 la prueba de normalidad para DQO que en las 3 semanas después de los tratamientos, donde el sig. (bilateral) son mayores a 0.05, que existe una distribución normal

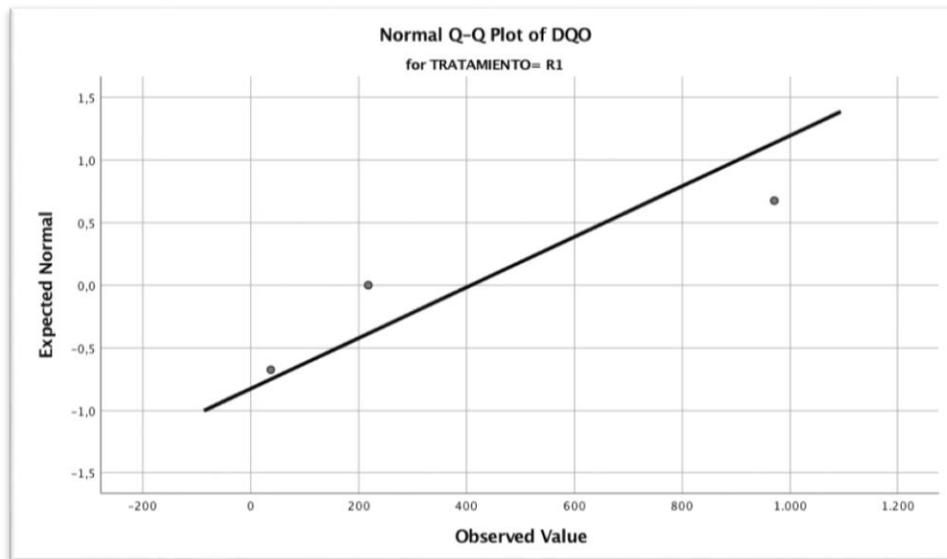
P valor (DQO) mayor de **0,05**, entonces se acepta la **H0**, los datos tienen una distribución normal.

Para **P menor de 30** muestras usamos **shapiro-wilk**

Tabla N°19 Prueba de normalidad para el DQO

TRATAMIENTO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shaíro-Wilk		
		Estadístico	df	Sig.	Estadístico	df	Sig.
DQO	Semana 1	.317	3	.	.889	3	.350
	Semana 2	.322	3	.	.880	3	.323
	Semana 3	.338	3	.	.853	3	.249

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°13 Prueba de normalidad para el DQO

- En la tabla N°20 de la prueba T-student, el sig (bilateral) es de (.001) para el tratamiento con el biodigestor y (.000) para el tratamiento del biofiltro, es por ello que sí existe diferencia significativa; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, de modo que el biodigestor autolimpiable y el biofiltro influyen en el tratamiento de las aguas residuales domésticas con respecto al DQO

P1 valor menor de **0,05**, entonces se acepta **H1**, si existe diferencia antes del tratamiento y después del tratamiento del biodigestor, teniendo un p valor (0,001).

P2 valor menor de **0,05**, entonces se acepta **H1**, si existe diferencia antes del tratamiento y después del tratamiento del biofiltro, teniendo un p valor (0,000).

Tabla N°20 Prueba de muestras pareadas para el DQO (Antes del tratamiento y post tratamiento)

	Media	Desviación Estándar	Promedio de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	df	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Pair 1 INICIAL - BIODIGESTOR	783.99667	33.84578	19.54087	699.91908	868.07425	40.121	2	.001
Pair2 INICIAL – BIOFILTRO	945.93333	11.20729	6.47053	918.09288	973.77378	146.191	2	.000

Fuente: Elaboración propia

- De la tabla N°21 el **P1 valor** es menor de **0,05**, entonces se acepta **H1**, si existe diferencia significativa entre el tratamiento del biodigestor y tratamiento del biofiltro, teniendo un p valor (0,007).

La diferencia de la media de ambos tratamientos es 161,93667

Tabla N°21 Prueba de muestras pareadas para el DQO (vs tratamientos)

	Media	Desviación Estándar	Promedio de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	df	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Pair 1 BIODIGESTOR - BIOFILTRO	161.93667	24.30728	14.03382	101.55403	222.31931	11.539	2	.007

Fuente: Elaboración propia

- Se observa en la tabla N°22 la prueba de normalidad para DBO que en las 3 semanas después de los tratamientos, donde el sig. (bilateral) son mayores a 0.05, que existe una distribución normal

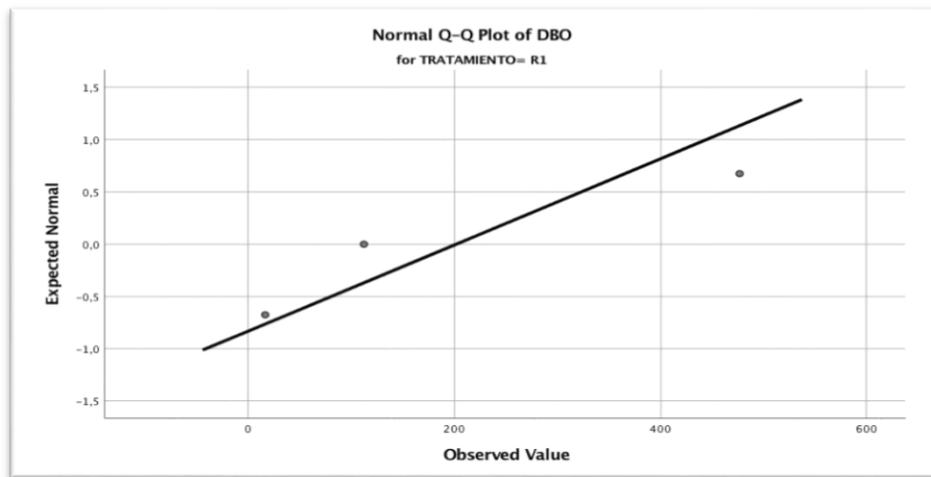
P valor (DQO) mayor de **0,05**, entonces se acepta la **H0**, los datos tienen una distribución normal.

Para **P menor de 30** muestras usamos **shapiro-wilk**

Tabla N°22 Prueba de normalidad para el DBO

TRATAMIENTO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shaíro-Wilk		
		Estadístico	df	Sig.	Estadístico	df	Sig.
DBO	Semana 1	.311	3	.	.898	3	.379
	Semana 2	.321	3	.	.881	3	.328
	Semana 3	.339	3	.	.850	3	.240

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°14 Prueba de normalidad para el DBO

- En la tabla N°23 de la prueba T-student, el sig (bilateral) es de (.001) para el tratamiento con el biodigestor y (.000) para el tratamiento del biofiltro, es por ello que sí existe diferencia significativa; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, de modo que el biodigestor autolimpiable y el biofiltro influyen en el tratamiento de las aguas residuales domésticas con respecto al DBO

P1 valor menor de **0,05**, entonces se acepta **H1**, si existe diferencia antes del tratamiento y después del tratamiento del biodigestor, teniendo un p valor (0,001).

P2 valor menor de **0,05**, entonces se acepta **H1**, si existe diferencia antes del tratamiento y después del tratamiento del biofiltro, teniendo un p valor (0,000).

Tabla N°23 Prueba de muestras pareadas para el DBO (Antes del tratamiento y post tratamiento)

	Media	Desviación Estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	df	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Pair 1 INICIAL - BIODIGESTOR	380.73333	18.59901	10.73815	334.53082	426.93585	35.456	2	.001
Pair2 INICIAL - BIOFILTRO	461.63333	2.15019	1.24141	456.29196	466.97471	371.861	2	.000

Fuente: Elaboración propia

- En la tabla N°24 el **P1 valor** es menor de **0,05**, entonces se acepta **H1**, si existe diferencia significativa entre el tratamiento del biodigestor y tratamiento del biofiltro, teniendo un p valor (0,014).

La diferencia de la media de ambos tratamientos es 80,90000

Tabla N°24 Prueba de muestras pareadas para el DBO (vs tratamientos)

	Media	Desviación Estándar	Promedio de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	df	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Pair 1 BIODIGESTOR - BIOFILTRO	80.90000	16.47028	9.50912	39.98557	121.81443	8.508	2	.014

Fuente: Elaboración propia

- Se observa en la tabla N°25 la prueba de normalidad para Temperatura que en las 3 semanas después de los tratamientos, donde el sig. (bilateral) son mayores a 0.05, que existe una distribución normal

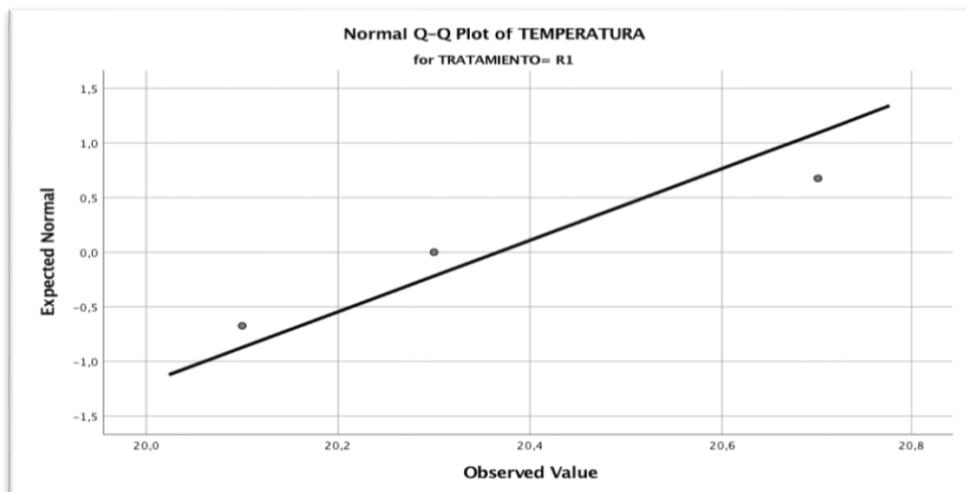
P valor (T°) mayor de **0.05**, entonces se acepta la **H0**, los datos tienen una distribución normal.

Para **P menor de 30** muestras usamos **shapiro-wilk**

Tabla N°25 Prueba de normalidad para la temperatura

TRATAMIENTO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shaíro-Wilk		
		Estadístico	df	Sig.	Estadístico	df	Sig.
TEMPERATURA	Semana 1	.253	3	.	.964	3	.637
	Semana 2	.385	3	.	.750	3	.000
	Semana 3	.314	3	.	.893	3	.363

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°15 Prueba de normalidad para la temperatura

- En la tabla N°26 de la prueba T-student, el sig (bilateral) es de (.742) para el tratamiento con el biodigestor y (.020) para el tratamiento del biofiltro, es por ello que se acepta la hipótesis nula para el biodigestor y se acepta la hipótesis alterna, para el biofiltro; el biofiltro influyen en el tratamiento de las aguas residuales domésticas con respecto a la Temperatura

P1 valor mayor de **0,05**, entonces se acepta la **H0**, no existe diferencia antes del tratamiento y después del tratamiento del biodigestor, teniendo un p valor (0,742).

P2 valor menor de **0,05**, entonces se acepta **H1**, si existe diferencia antes del tratamiento y después del tratamiento del biofiltro, teniendo un p valor (0,020).

Tabla N°26 Prueba de muestras pareadas para la temperatura (Antes del tratamiento y post tratamiento)

	Media	Desviación Estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	df	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Pair 1 INICIAL - BIODIGESTOR	.03333	.15275	.08819	-.34612	.41279	.378	2	.742
Pair2 INICIAL - BIOFILTRO	-.40000	.10000	.05774	-.64841	-.15159	- 6.928	2	.020

Fuente: Elaboración propia

- En la tabla N°27 **P1 valor** menor de **0,05**, entonces se acepta **H1**, si existe diferencia significativa entre el tratamiento del biodigestor y tratamiento del biofiltro, teniendo un p valor (0,039).

La diferencia de la media de ambos tratamientos es -0,43333

Tabla N°27 Prueba de muestras pareadas para la temperatura (vs tratamientos)

	Media	Desviación Estándar	Promedio de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	df	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Pair 1 BIODIGESTOR - BIOFILTRO	-.43333	.15275	.08819	-.81279	-.05388	-4.914	2	.039

Fuente: Elaboración propia

- Se observa en la tabla N°28 la prueba de normalidad para pH que en las 2 semanas después de los tratamientos, donde el sig. (bilateral) son mayores a 0.05, que existe una distribución normal

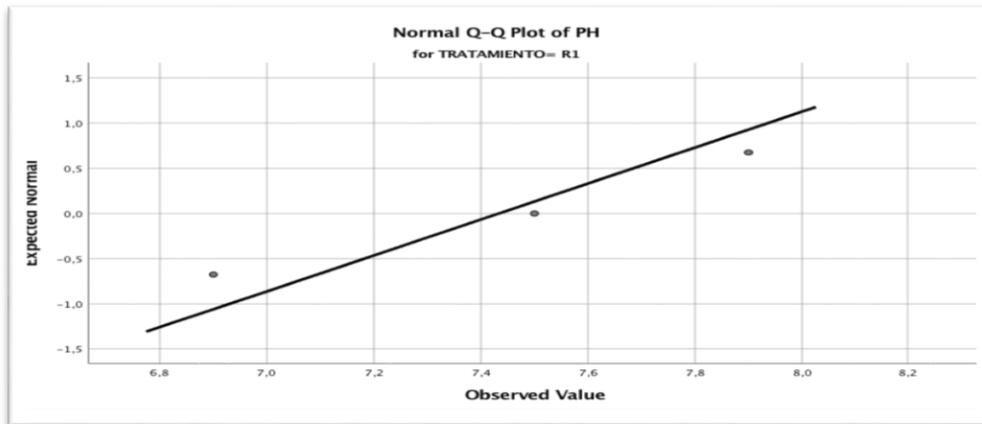
P valor (pH) mayor de **0,05**, entonces se acepta la **H0**, los datos tienen una distribución normal.

Para **P menor de 30** muestras usamos **shapiro-wilk**

Tabla N°28 Prueba de normalidad para el pH

TRATAMIENTO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shaíro-Wilk		
		Estadístico	df	Sig.	Estadístico	df	Sig.
pH	Semana 1	.219	3	.	.987	3	.780
	Semana 2	.219	3	.	.987	3	.780
	Semana 3	.385	3	.	.750	3	.000

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°16 Prueba de normalidad para el pH

- En la tabla N°29 de la prueba T-student, el sig (bilateral) es de (.030) para el tratamiento con el biodigestor y (.001) para el tratamiento del biofiltro, es por ello que sí existe diferencia significativa; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, de modo que el biodigestor autolimpiable y el biofiltro influyen en el tratamiento de las aguas residuales domésticas con respecto al pH

P1 valor menor de **0,05**, entonces se acepta **H1**, si existe diferencia antes del tratamiento y después del tratamiento del biodigestor, teniendo un p valor (0,030).

P2 valor menor de **0,05**, entonces se acepta **H1**, si existe diferencia antes del tratamiento y después del tratamiento del biofiltro, teniendo un p valor (0,001).

Tabla N°29 Prueba de muestras pareadas para el pH (Antes del tratamiento y post tratamiento)

	Media	Desviación Estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	df	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Pair 1 INICIAL - BIODIGESTOR	-0.85000	.25981	.15000	-1.49540	-.20460	-5.667	2	.030
Pair2 INICIAL - BIOFILTRO	-0.58333	.02887	.01667	-0.65504	-.51162	-35.000	2	.001

Fuente: Elaboración propia

- ▲ De la tabla N°30 P1 valor es mayor de **0,05**, entonces se acepta **HO**, no existe diferencia significativa entre el tratamiento del biodigestor y tratamiento del biofiltro, teniendo un p valor (0,184).

La diferencia de la media de ambos tratamientos es 0,26667

Tabla N°30 Prueba de muestras pareadas para el pH (vs tratamientos)

	Media	Desviación Estándar	Promedio de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	df	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Pair 1 BIODIGESTOR - BIOFILTRO	.26667	.23094	.13333	-.30702	-.84035	2.000	2	.184

Fuente: Elaboración propia

- ▲ Se observa en la tabla N°31 la prueba de normalidad para SST que en las 2 semanas después de los tratamientos, donde el sig. (bilateral) son mayores a 0.05, que existe una distribución normal

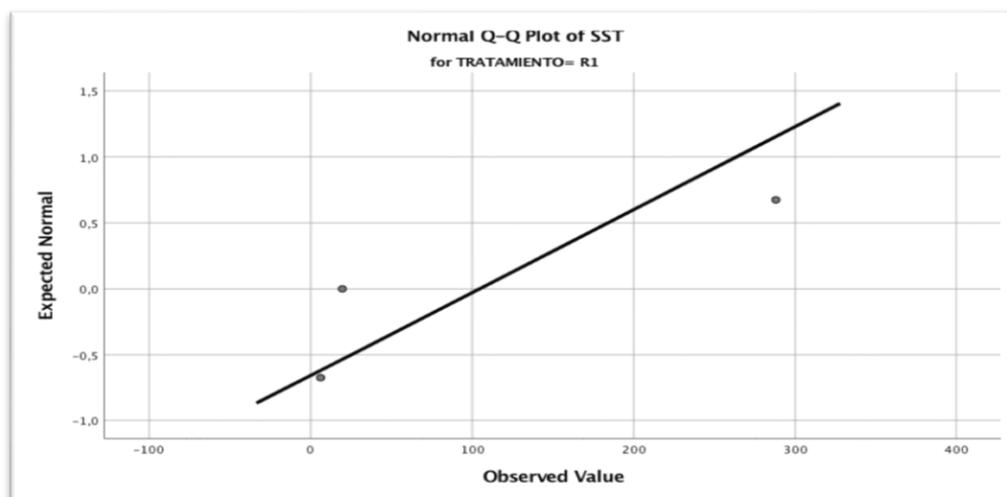
P valor (SST) mayor de **0,05**, entonces se acepta la **H0**, los datos tienen una distribución normal.

Para **P menor de 30** muestras usamos **shapiro-wilk**

Tabla N°31 Prueba de normalidad para SST

TRATAMIENTO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shaíro-Wilk		
		Estadístico	df	Sig.	Estadístico	df	Sig.
SST	Semana 1	.370	3	.	.786	3	.080
	Semana 2	.374	3	.	.776	3	.059
	Semana 3	.376	3	.	.771	3	.048

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°17 Prueba de normalidad para SST

- En la tabla N°32 de la prueba T-student, el sig (bilateral) es de (.000) para el tratamiento con el biodigestor y (.000) para el tratamiento del biofiltro, es por ello que sí existe diferencia significativa; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, de modo que el biodigestor autolimpiable y el biofiltro influyen en el tratamiento de las aguas residuales domésticas con respecto a los SST

P1 valor menor de **0,05**, entonces se acepta **H1**, si existe diferencia antes del tratamiento y después del tratamiento del biodigestor, teniendo un p valor (0,000).

P2 valor menor de **0,05**, entonces se acepta **H1**, si existe diferencia antes del tratamiento y después del tratamiento del biofiltro, teniendo un p valor (0,000).

Tabla N°32 Prueba de muestras pareadas para el SST (Antes del tratamiento y post tratamiento)

	Media	Desviación Estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	df	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Pair 1 INICIAL - BIODIGESTOR	272.3000	3.5763	2.0648	263.4160	281.1840	131.878	2	.000
Pair2 INICIAL - BIOFILTRO	282.7667	.9018	.5207	280.5263	285.0070	543.068	2	.000

Fuente: Elaboración propia

- ▲ De la tabla N°33 **P1 valor** menor de **0,05**, entonces se acepta **H1**, si existe diferencia significativa entre el tratamiento del biodigestor y tratamiento del biofiltro, teniendo un p valor (0,021).

La diferencia de la media de ambos tratamientos es 10,4667

Tabla N°33 Prueba de muestras pareadas para el SST (vs tratamientos)

	Media	Desviación Estándar	Promedio de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	df	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Pair 1 BIODIGESTOR - BIOFILTRO	10.4667	2.6951	1.5560	3.7718	17.1616	6.727	2	.021

Fuente: Elaboración propia

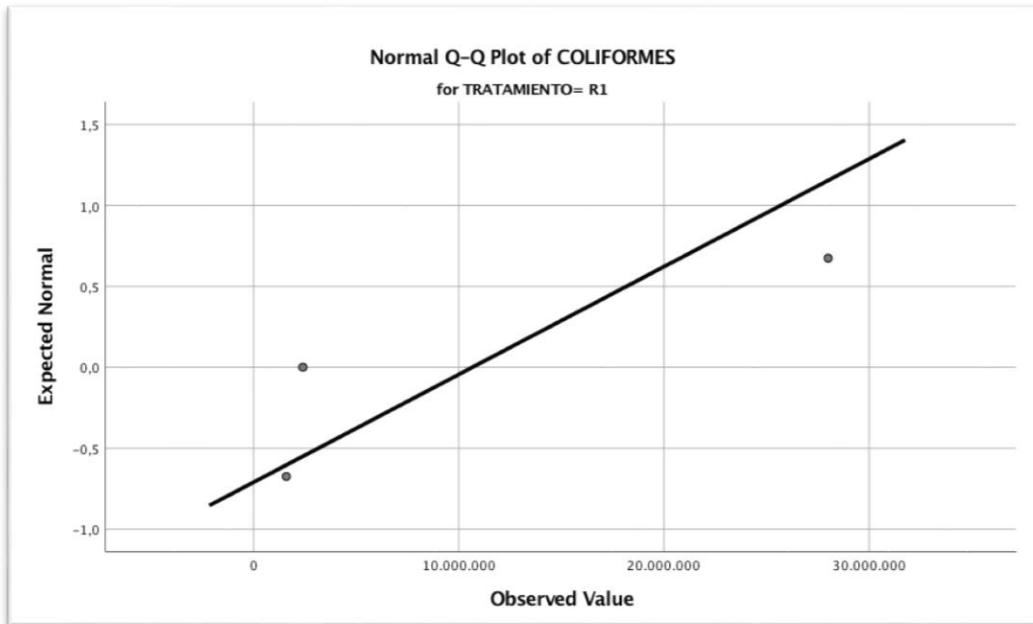
- De la tabla N°34 **P valor (Coli)** es mayor de **0,05**, entonces se acepta la **H0**, los datos tienen una distribución normal.

Para **P menor de 30** muestras usamos **shapiro-wilk**

Tabla N°34 Prueba de normalidad para coliformes termotolerantes

TRATAMIENTO		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shaíro-Wilk		
		Estadístico	df	Sig.	Estadístico	df	Sig.
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	Semana 1	.376	3	.	.773	3	.051
	Semana 2	.383	3	.	.754	3	.010
	Semana 3	.385	3	.	.750	3	.001

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°18 Prueba de normalidad para coliformes termotolerantes

- ▲ De la tabla N°35 **P1 valor** menor de **0,05**, entonces se acepta **H1**, si existe diferencia antes del tratamiento y después del tratamiento del biodigestor, teniendo un p valor (0,000).

P2 valor menor de **0,05**, entonces se acepta **H1**, si existe diferencia antes del tratamiento y después del tratamiento del biofiltro, teniendo un p valor (0,001).

Tabla N°35 Prueba de muestras pareadas para el coliformes termotolerantes (Antes del tratamiento y post tratamiento)

	Media	Desviación Estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	df	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Pair 1 INICIAL - BIODIGESTOR	27397666.7	868323.864	501327.017	25240630.6	29554702.7	54.650	2	.000
Pair2 INICIAL - BIOFILTRO	27190233.3	1377247.17	795154.024	23768961.7	30611505.0	34.195	2	.001

Fuente: Elaboración propia

- ▲ En la tabla N°36 **P1 valor** mayor de **0,05**, entonces se rechaza **H1**, no existe diferencia significativa entre el tratamiento del biodigestor y tratamiento del biofiltro, teniendo un p valor (0,021).

La diferencia de la media de ambos tratamientos es -207433,33

Tabla N°36 Prueba de muestras pareadas para el coliformes termotolerantes (vs tratamientos)

	Media	Desviación Estándar	Promedio de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	df	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Pair 1 BIODIGESTOR - BIOFILTRO	-207433.33	518365.087	299278.222	-1495123.6	1080256.93	-.693	2	.560

Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN

- Los resultados obtenidos en la presente investigación cumplen con los LMP, ECA y demuestra que el biofiltro con la especie PAPIRO de tipo sub superficial es una alternativa para la implementación a un biodigestor autolimpiable que influye positivamente en la optimización del tratamiento de las aguas residuales domésticas debido a que se logró obtener valores significativos de remoción como DBO 97.42%, DQO 98.35%, SST 98.51%, Coliformes termotolerantes 99.99% comparando con la investigación de Nina Mamani, Rubén (2015), la cual no contó con la implementación de un biofiltro obteniendo los siguientes resultados DBO 71%, DQO 69%, SST 76%, Coliformes termotolerantes 87%. En su trabajo indica que estos valores superan los LMP del D.S 003 – 2009 MINAM.
- En la investigación de Mejía, F. (2016), se realizó la prueba de que tan eficaz es tratar las aguas residuales domésticas a través un biodigestor prefabricado en la subestación eléctrica Cotaruse – Apurímac el cual obtuvo los siguientes resultados para del agua tratada del Biodigestor prefabricado fue de DBO 113 mg/l , DBQ 310.9 mg/l, pH 7.31, SST 21,5 mg/l, Coliformes termotolerantes 230×10^3 NMP/100 ml, temperatura 13.8° C, el cual el tratamiento propuesto por el investigador no cumplieron los LMP , se compararon los resultados luego de la implementación del biofiltro de la presente investigación los cuales fueron, DBO 12.3mg/l, DQO 16mg/l, pH 7.45, SST 4.3mg/l, Coliformes termotolerantes 1300, temperatura 20.8 °C, los cuales cumplen con los LMP .
- Por ello que la implementación de biofiltro en un biodigestor autolimpiable es una alternativa que permite tratar y poder hacer el reusó de las aguas residuales domésticas.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones realizadas en el presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las características de la Implementación del Biofiltro en un biodigestor autolimpiable si mejora el tratamiento de agua residual doméstica, logrando remover los contaminantes físicos químicos y microbiológicos con resultados óptimos de DBO 97.42%, DQO 98.35%, SST 98.51%, Coliformes termotolerantes 99.99%, llegando a reusar el agua en el riego de vegetales, afirmando que si es necesario un biofiltro para alcanzar los objetivos, donde las muestras llegaron a cumplir los LMP y el ECA para su reusó
- Las características de un biodigestor autolimpiable sí mejora el tratamiento del agua residual doméstica, donde la especie vegetal proliferó exitosamente, llegando a una altura de 1.2 metros y con 4 ramas por cada tallo.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar esta técnica de tratamientos en aguas que presenten contaminantes como metales pesados.
- Todos los efluentes de aguas residuales domésticas deben cumplir con las normas vigentes para ser descargadas a cuerpos receptores y/o riego de vegetales es por ello que se recomienda a las autoridades implementar tratamientos económicos, eficientes y viables en lugares donde no cuenten con redes sanitarias o de difícil acceso.
- Evitar las fugas del biodigestor autolimpiable siendo necesario hacer una buena instalación y pegado de las tuberías y accesorios para evitar fugas
- Es necesario que las autoridades municipales den a conocer sobre alternativas de tratamientos de agua como los realizados en esta investigación, deben estar dispuestas a también implementar este tipo de tratamientos para poder hacer un reúso de sus aguas residuales y como también así contribuir con el medio ambiente.
- El efluente del biofiltro debe tener una conexión directa hacia el suelo una vez pasado el tiempo de retención este efluente se debe descargar directamente al suelo para su reúso de plantas con solo abrir la llave de paso.

VI. REFERENCIAS

- ✓ Bautista, A. Sistema biodigestor para el tratamiento de desechos orgánicos. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid - Leganés, 2010.: Disponible en: <http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/id/45617/PFC/>

- ✓ Bohorquez, P. Diseño del sistema de agua potable y desagüe mediante la utilización de biodigestores en el centro poblado el mirador distrito de uracacastilla”. Perú: Universidad católica de santa maría - Arequipa, 2015

- ✓ Bravo, M. & Moreira, C. Análisis y diseño para el tratamiento de aguas servidas del recinto ayampe, perteneciente a la comuna ancestral las tunas, del cantón puerto lópez, de la provincia de Manabí. Ecuador: Universidad técnica de manabí – Manabí, 2015.

- ✓ Brusi, E & Navaz, Mirela. Biodigestores, biofiltros y pulperos. Informe técnico para la construcción de sistemas de tratamiento y reaprovechamiento de residuos de café, (2017). Disponible en: <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2017/04/Informe-t%C3%A9cnico-sistemas-tratamiento-y-aprovechamiento-residuos-caf%C3%A9.pdf>.

- ✓ Cadagua (S/F). Aguas Residuales Domésticas. <http://www.cadagua.es/aguas-residuales-municipales>.

- ✓ Calderón, P. Evaluación de la eficiencia de biodigestor comercial en el tratamiento de aguas residuales domiciliarias. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014.

- ✓ Cerón, J.; Moreno, M; Alvarez, M. Contaminación y tratamiento de aguas. España: Universidad de huelva - Huelva, 2005. ISBN 84-608-0077-6.: Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/134402592/Contaminacion-y-tratamiento-de-aguas-Universidad-de-Huelva>

- ✓ Compendium of Sanitation Systems and Technologies 2nd revised edition, 2014

- ✓ Delgadillo, Camacho, Pérez y Andrade M. (2010). Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. Bolivia: Centro Andino para la gestión y uso del agua, 2010. ISBN 978-99954-766-2-5.

- ✓ Dalguerre, A. Evaluación del sistema de tratamiento de aguas grises en el a.h. villa alborada – nueva rinconada de pamplona alta – san juan de Miraflores. Perú: Universidad nacional del altiplano - Lima, 2012.

- ✓ Eric e. & Andrade A. (S/F). Tratamiento de aguas residuales.
<https://civilgeeks.com/2011/09/29/tratamiento-de-aguas-residuales>.

- ✓ Espigares, M & Pérez, J. Aguas residuales - composición (S/F). Guerreiro, L (2016). Tipos de biodigestores y sus diseños.
<https://www.aboutespanol.com/tipos-de-biodigestores-y-sus-disenos-3417696>

- ✓ Lara, J. Depuración de aguas residuales municipales con humedales artificiales. (maestría en ingeniería y Gestión ambiental). Barcelona. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. 1999.

- ✓ Mancha, R. Evaluación de la eficiencia del funcionamiento del biodigestor autolimpiable en el centro poblado de sanquira – Yunguyo. Perú: Universidad nacional del altiplano – Puno, 2015.

- ✓ Mejía, F & Perez, K. Eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas mediante un biodigestor prefabricado en la subestación eléctrica cotaruse – Apurímac, 2016
- ✓ Nina, Rubén. Evaluación de biodigestor de polietileno rotoplast en el tratamiento de aguas residuales domésticas y propuestas de diseño de biofiltro en la comunidad de oquebamba-espinar. Perú: Universidad nacional del altiplano - Puno 2015.
- ✓ Olaya, Y. Fundamentos para el diseño de biodigestores. Colombia: Universidad nacional de colombia sede palmira, 2009.
- ✓ Organismo de evaluación y fiscalización ambiental – OEFA. MINAM: Aguas residuales; La fiscalización ambiental en aguas residuales, 2014
- ✓ Patiño, J & Zhinín, F. Estudio comparativo de la capacidad depuradora de Phragmites Australis y Cyperus Papyrus en humedales artificiales subsuperficiales de flujo vertical para el tratamiento de aguas residuales en el cantón Santa Isabel (2015)
- ✓ Pilar, F & Arias, M. Eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas mediante un biodigestor prefabricado en la subestación eléctrica cotaruse – apurímac. Perú: Universidad nacional agraria la molina - Lima, 2016.
- ✓ Poma, Sandra. Estimación De La Remoción De Cromo, Hierro Y Manganeso Mediante Un Humedal Artificial Utilizando Eichhornia Crassipes. Perú: Universidad Nacional del Callao – Ecuador, 2015.

- ✓ Pérez, R; Alfaro, C; Sasa, J; & Agüero, Juan. Evaluación del funcionamiento de un sistema alternativo de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales. Costa Rica: Universidad Nacional Costa Rica, 2012.

- ✓ Quispe, J. Estudio de la remoción de carga orgánica en un reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente con digestor de lodos aplicado a una localidad ubicado a una altitud de 3800 msnm. Perú: Universidad nacional de ingeniería-Lima, 2014.

- ✓ Ruiz, G. Utilización de biodigestores en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, en la población del buijo histórico, samborondón, 2014.

- ✓ Trapote, A. Depuración y Regeneración de aguas residuales urbanas. San Vicente: Universidad de Alicante, 2013. ISBN: 9788497172646

- ✓ Velandia, S (2013). Turbiedad del agua.
<http://turbiedaddelagua.blogspot.pe/p/contexto.html>.

- ✓ Vega, A & Teodoro, A. Evaluación de eficiencia de tanques plásticos de resina de polietileno, modificados para el tratamiento de aguas residuales domésticas e implementación de tratamiento de lodos. Guatemala: Univerdad Nacional de Guatemala (S/F).

- ✓ Shi, Y; Zhang, G; Liu, J; Zhu, Y & Xu, J. Rendimiento de un humedal construido en el tratamiento de aguas residuales salobres de sistemas comerciales de recirculación y supe intensivo de engorde de camarón, 2011.

ANEXO

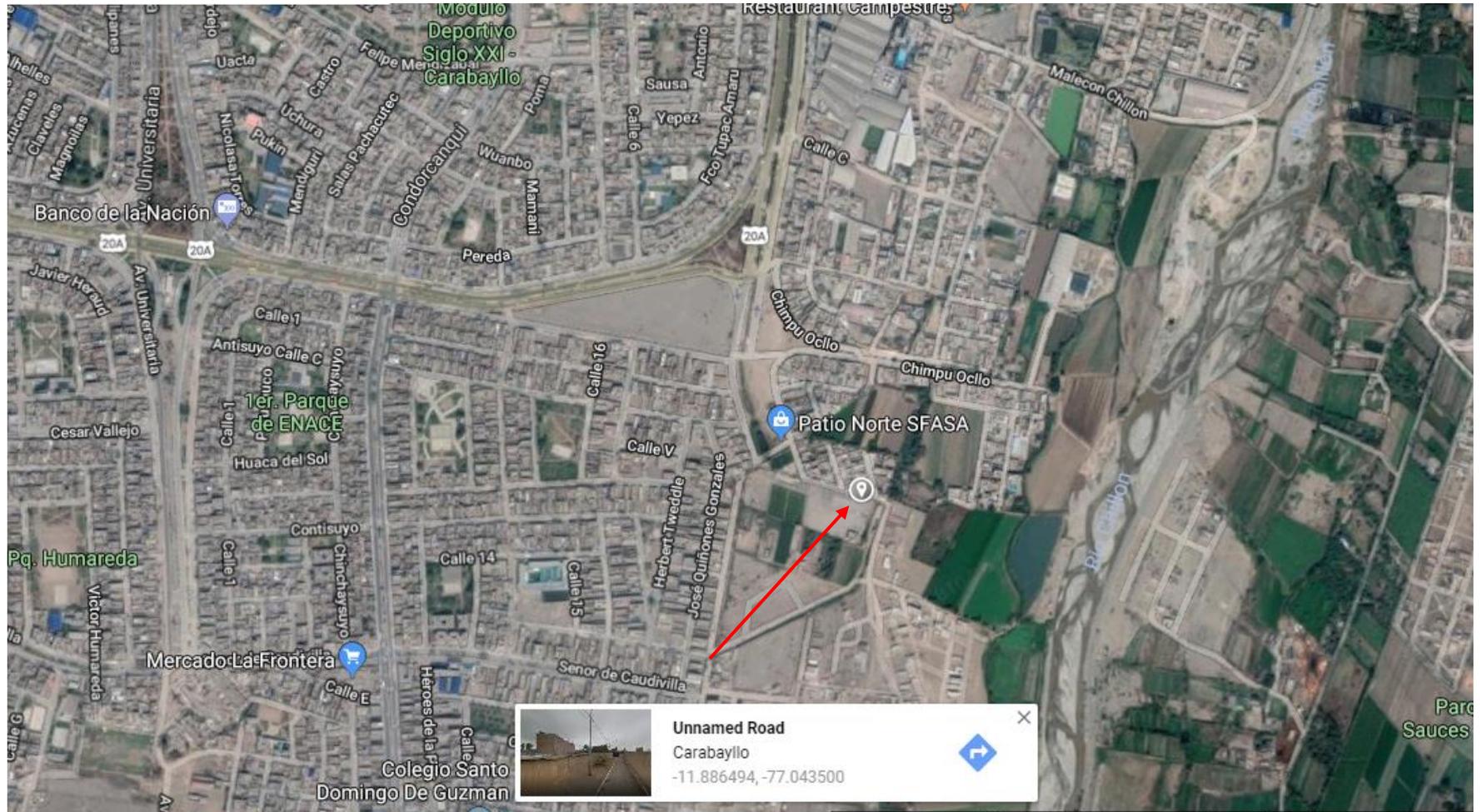
TÍTULO: Implementación de biofiltro en un biodigestor autolimpiable para el tratamiento de agua residual doméstica del AA.HH. Las Garas – Carabayllo”

Anexo N° 1						
Matriz de consistencia						
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>▪ ¿Cómo será la Implementación del biofiltro en un biodigestor Autolimpiable para el tratamiento de agua residual doméstica del AA. HH. ¿Las Garas – Carabayllo 2018?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>▪ Evaluar la Implementación de biofiltro en un biodigestor autolimpiable para el tratamiento de agua residual doméstica del AA.HH. Las Garas – Carabayllo 2018</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>▪ La Implementación de Biofiltro en un biodigestor autolimpiable mejora el tratamiento de agua residual doméstica del AA.HH. Las Garas – Carabayllo – 2018.</p>	<p>BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE - BIOFILTRO</p>	<p>Características del biodigestor</p>	Tipo de Material	<p>-TIPO: Aplicativo</p> <p>-DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental porque se manipularán las variables; es Cuantitativa, Longitudinal y de campo</p> <p>-POBLACIÓN Y MUESTRA:</p> <p>P. Aguas residuales domésticas del AAHH las Garas.</p> <p>M. Las aguas residuales generadas por una vivienda unifamiliar compuesta por 4 hab.</p>
					Anaerobio	
					Plásticos Pet	
					Caudal	
					Tiempo de retención	
				<p>Características del biofiltro</p>	Volumen	
					Componentes	
					Altura de tallo	
					Densidad	
					Área superficial	
Caudal						
Tiempo de Retención						

PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICOS	TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	Indicadores Físicos – Químicos	Temperatura	-TÉCNICAS E INSTRUMENTOS: Hoja de campo, Registro y hoja de recolección de datos.	
<ul style="list-style-type: none"> ◆ ¿En qué medida las características de la implementación del biofiltro mejora la calidad del agua residual domestica? ◆ ¿En qué medida las características del biodigestor mejoran la calidad del agua residual domestica? 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Determinar las características de la Implementación del Biofiltro en un biodigestor autolimpiable en el tratamiento del agua residual doméstica ◆ Determinar las características de un biodigestor autolimpiable en el tratamiento del agua residual doméstica 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Las características de un biodigestor autolimpiable mejora positivamente el tratamiento del agua residual doméstica. ◆ Las características de la Implementación del Biofiltro en un biodigestor autolimpiable mejora el tratamiento del agua residual doméstica 			(SST)		pH
					(DBO5)		(DQO)
					Indicadores Microbiológicos		Coliformes Termotolerantes
				Reaprovechamiento	LMP		
			Volumen				

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 2 Ubicación del lugar de investigación



Fuente: Google Maps

Anexo 3 Imágenes del proceso de implementación

Figura 1 Lugar de investigación



Figura 2 Colección de especie vegetal Papiro



Figura 3 Excavación e Instalación de biodigestor



Figura 4 Conexión de baño - biodigestor



Figura 5 Excavación para el registro de lodos



Figura 6 Construcción de Biofiltro



Figura 7 Conexión de tubería Biodigestor - Biofiltro



Figura 8 Colocación de tubos de aireación



Figura 9 Agregado de sustrato (piedra, arena)



Figura 10 Piedra chancada – confitillo – arena gruesa



Figura 11 Colocación de la especie vegetal Papiro (*Cyperus papyrus*) en cajón del biofiltro



Figura 12 Especie vegetal ya plantada



Figura 13 Caída de especie vegetal Papiro (*Cyperus papyrus*)



Figura 14 Poda de algunos tallos de especie vegetal Papiro (*Cyperus papyrus*)



Figura 15 Brote de la especie vegetal Papiro (*Cyperus papyrus*)



Figura 16 Crecimiento de la especie vegetal en la primera semana



Figura 17 Efluente del biodigestor



Figura 17 Efluente del biodigestor



Figura 18 Efluente tratado de biofiltro implementado



Figura 19 Equipo para monitoreo



Figura 20 Muestra de salida de biodigestor



Figura 21 Muestra de salida de biofiltro



Figura 22 Evaluacion de muestras en laboratorio

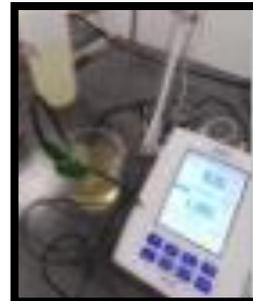


Figura 23 Efluente antes y despues de tratamiento



Muestra AT

Muestra SB

Muestra SH

Figura 24 Biofiltro hasta la fecha 13-07-18



Anexo N° 4

Ficha de observación	
Proyecto de Investigación:	Implementación de biofiltro en un biodigestor autolimpiable para el tratamiento de agua residual doméstica del AA.HH. Las Garas – Carabaylo 2018
Línea de investigación:	Calidad ambiental y gestión de recursos naturales
Investigador:	Montes Lino, Oswaldo
Lugar de experimentación:	Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo

Monitoreo características del agua

Pre Tratamiento - Biodigestor – Biodigestor más biofiltro
--

Realizado		Evaluador	
------------------	--	------------------	--

Datos de campo

Localización								
Hora		Fecha	Fecha			Fecha		
Parámetros	Indicadores	Pre Tratamiento	Biodigestor Autolimpiable			Biodigestor Autolimpiable con Biofiltro implementad		
		R1	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Físicas – Químicas	Solidos suspendidos totales (SST)							
	pH							
	Temperatura							
	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)							
	Demanda química de oxígeno (DQO)							
Micro biológicos	Coliformes Termotolerantes							

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 5

Ficha de observación	
Proyecto de Investigación:	Implementación de biofiltro en un biodigestor autolimpiable para el tratamiento de agua residual doméstica del AA.HH. Las Garas – Carabaylo 2018.
Línea de investigación:	Calidad ambiental y gestión de recursos naturales
Investigador:	Montes Lino, Oswaldo
Lugar de experimentación:	Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo

Biodigestor autolimpiable	Diseño de Biodigestor autolimpiable			
	Nivel de remoción	Caudal m³/s	Tiempo de retención hidráulica (días)	Material

Anexo N°6

Ficha de observación	
Proyecto de Investigación:	Implementación de biofiltro en un biodigestor autolimpiable para el tratamiento de agua residual doméstica del AA.HH. Las Garas – Carabaylo 2018.
Línea de investigación:	Calidad ambiental y gestión de recursos naturales
Investigador:	Montes Lino, Oswaldo
Lugar de experimentación:	Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo

Biofiltro	Diseño de Biofiltro			Componentes		
	Area superficial m2/s	Caudal m3/s	Tiempo de retención hidráulica (días)	Arena gruesa	Piedra Chancada	Confitillo
Humedal artificial con la especie Papiro (Cyperus papyrus)						

Anexo N°7



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-017

INFORME DE ENSAYO: SE-0314-18

Cliente : MONTES LINO OSWALDO.
Dirección : AA.HH Las Garas - Carabaylo
Tipo de muestra : Producto declarado por el cliente: Agua Residual Doméstica.
Cantidad de muestras : Es 01 muestra en frascos de plásticos y vidrio.
Muestreo : Muestra y fecha proporcionada por el cliente.
Fecha de muestreo : 2018-05-09, 16:58 horas.
Lugar de recepción de las muestras : Calle Beta N° 135, Callao.
Fecha de recepción de las muestras : 2018-05-09.
Fecha de ejecución del ensayo : Del 2018-05-09 al 2018-05-18.

Resultados:

Descripción de la muestra	Determinaciones			
	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L	Demanda Química de Oxígeno mgO ₂ /L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	pH
Muestra AT (Antes de Tratamiento)	476,1	970,3	288,0	6,9

Métodos de ensayos:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test. Azide Modification.
- Demanda Química de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
- Sólidos Suspendidos Totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.
- pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H⁺ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.

El presente informe es redactado íntegramente en ECOLAB SRL, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de ECOLAB SRL; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El periodo de custodia de la muestra está definido por 30 días calendario de ingresado la muestra al laboratorio, excedido el tiempo o menos días será eliminada en función de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perecibilidad.

Callao, 18 de Mayo de 2018.

Página 1 de 3



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-017**

INFORME DE ENSAYO: SE-0314-18

Resultados:

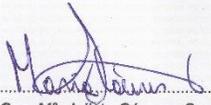
Descripción de la muestra	Determinaciones
	*Numeración Coliformes Fecales NMP/100mL
Muestra AT (Antes de Tratamiento)	2,8 x 10 ⁸

* "Ensayo realizado en un laboratorio externo y está acreditado ante el IAS. La validez de los informes de ensayo de IAS es reconocido por INACAL-DA, según el Acuerdo de Reconocimiento Multilateral del ILAC."

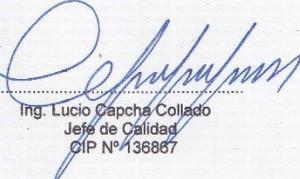
Método de ensayo:

- Numeración Coliformes Fecales: SM Part 9221 E / 9221 C; 22nd Ed. Enumeration of Fecal Coliforms by NMP method Standard Fecal Coliform Procedure.

Estado y condiciones de la muestra: La muestra llegó refrigerada. Muestra preservada con H₂SO₄ (DQO).


Qco. M^a. Julieta Cáceres Contreras
Jefe de Laboratorio
CQP N° 1208




Ing. Lucio Capcha Collado
Jefe de Calidad
CIP N° 136867

El presente informe es redactado íntegramente en ECOLAB SRL, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de ECOLAB SRL; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El periodo de custodia de la muestra está definido por 30 días calendario de ingresado la muestra al laboratorio, excedido el tiempo o menos días será eliminada en función de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perecibilidad.

Callao, 18 de Mayo de 2018.

Anexo N°8



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-017

INFORME DE ENSAYO: SE-0345-18

Cliente : MONTES LINO OSWALDO.
Dirección : AA.HH Las Garas - Carabaylo
Tipo de muestra : Producto declarado por el cliente: Agua Residual Doméstica.
Cantidad de muestras : Son 02 muestras en frascos de plásticos y vidrio.
Muestreo : Muestras y fecha proporcionada por el cliente.
Fecha de muestreo : 2018-05-21, 07:15 horas.
Lugar de recepción de las muestras : Calle Beta N° 135, Callao.
Fecha de recepción de las muestras : 2018-05-19.
Fecha de ejecución del ensayo : Del 2018-05-19 al 2018-05-29.

Resultados:

Descripción de la muestra	Determinaciones			
	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L	Demanda Química de Oxígeno mgO ₂ /L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	pH
Muestra SH (Salida del Bio Filtro)	16,6	37,1	6,1	7,5
Muestra SB (Salida del Biodigestor)	112,2	217,7	19,5	7,9

Métodos de ensayos:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test. Azide Modification.
- Demanda Química de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
- Sólidos Suspendidos Totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.
- pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H⁺ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.

El presente informe es redactado íntegramente en ECOLAB SRL, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de ECOLAB SRL; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El periodo de custodia de la muestra está definido por 30 días calendario de ingresado la muestra al laboratorio, excedido el tiempo o menos días será eliminada en función de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perecibilidad.

Callao, 31 de Mayo de 2018.

Página 1 de 3

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-017**

INFORME DE ENSAYO: SE-0345-18

Resultados:

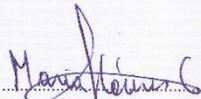
Descripción de la muestra	Determinaciones
	*Numeración Coliformes Fecales NMP/100mL
Muestra SH (Salida del Bio Filtro)	$2,4 \times 10^6$
Muestra SB (Salida del Biodigestor)	$1,6 \times 10^7$

* "Ensayo realizado en un laboratorio externo y está acreditado ante el IAS. La validez de los informes de ensayo de IAS es reconocido por INACAL-DA, según el Acuerdo de Reconocimiento Multilateral del ILAC."

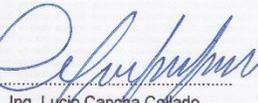
Método de ensayo:

- Numeración Coliformes Fecales: SM Part 9221 E / 9221 C; 22nd Ed. Enumeration of Fecal Coliforms by NMP method Standard Fecal Coliform Procedure.

Estado y condiciones de la muestra: La muestra llegó refrigerada. Muestra preservada con H₂SO₄ (DQO).



Qco. M^a. Julieta Cáceres Contreras
Jefe de Laboratorio
CQP N° 1208

Ing. Lucio Capcha Collado
Jefe de Calidad
CIP N° 136867

El presente informe es redactado íntegramente en ECOLAB SRL, su aduiteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de ECOLAB SRL; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El periodo de custodia de la muestra está definido por 30 días calendario de ingresado la muestra al laboratorio, excedido el tiempo o menos días será eliminada en función de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perecibilidad.

Callao, 31 de Mayo de 2018.

Anexo N°9

LABORATORIO DE ENSAYO DE QUÍMICA - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO LIMA - NORTE

INFORME DE ENSAYO: N° 002 - MJ - 2018

Muestra tomada por:	Oswaldo Montes Lino
Dirección	AA.HH Las Garas - Carabaylo
Tipo de muestra	Producto declarado: Agua Residual Doméstica.
Cantidad de muestras	Es 01 muestra en frascos de plásticos y vidrio.
Muestreo	Muestra y fecha proporcionada por el alumno.
Fecha de muestreo	2018-06-04
Lugar de recepción de las muestras	Laboratorio de Química - UCV.
Fecha de recepción de las muestras	2018-06-04.
Fecha de ejecución del ensayo	Del 2018-06-05 al 2018-06-14.

Resultados:

Descripción de la muestra	Determinaciones						
	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L	Demanda Química de Oxígeno mgO ₂ /L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto	Conductividad
Muestra SB (Salida de Biodigestor)	75,40	150,45	12,40	7,45	20,40	0,74	1978
Muestra SH (Salida de Biofiltro)	12,30	16,00	4,30	7,45	20,80	5,24	2000

LABORATORIO DE ENSAYO DE QUÍMICA - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
LIMA - NORTE

INFORME DE ENSAYO: N° 002 - MJ - 2018

Resultados:

Descripción de la muestra	Determinaciones
	*Numeración Coliformes Fecales NMP/100mL
Muestra SB (Salida de Biodigestor)	1.7×10^4
Muestra SH (Salida de Biofiltro)	1.3×10^3

❖ Métodos de ensayos:

➤ Coliformes Termotolerantes:

- Metodología de Análisis

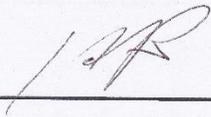
Numeración Coliformes Fecales: SM
Part 9221 E / 9221 C; 22nd Ed.
Enumeration of Fecal Coliforms by
NMP method Standard Fecal
Coliform Procedure.

- Equipo Utilizado:

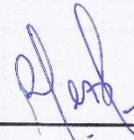
Incubadora

- Código interno:

06-54103



HITLER ROMÁN PÉREZ
TÉCNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL



BLGO. DE LA CRUZ DAVILA ROSALVINA
JEFE DE PRACTICAS

Anexo N°10

LABORATORIO DE ENSAYO DE QUÍMICA - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO LIMA - NORTE

INFORME DE ENSAYO: N° 001 - MJ - 2018

Muestra tomada por: : Oswaldo Montes Lino
Dirección : AA.HH Las Garas - Carabaylo
Tipo de muestra : Producto declarado: Agua Residual Doméstica.
Cantidad de muestras : Es 01 muestra en frascos de plásticos y vidrio.
Muestreo : Muestra y fecha proporcionada por el alumno.
Fecha de muestreo : 2018-05-26
Lugar de recepción de las muestras : Laboratorio de Química - UCV.
Fecha de recepción de las muestras : 2018-05-26.
Fecha de ejecución del ensayo : Del 2018-05-26 al 2018-06-04

Resultados:

Descripción de la muestra	Determinaciones				
	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L	Demanda Química de Oxígeno mgO ₂ /L	Sólidos Suspendedos Totales mg/L	pH	Temperatura
Muestra SB (Salida de Biodigestor)	98,50	190,76	15,20	7,90	20,30
Muestra SH (Salida de Biofiltro)	14,50	20,00	5,30	7,50	20,60

LABORATORIO DE ENSAYO DE QUÍMICA - UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
LIMA - NORTE

INFORME DE ENSAYO: N° 001 - MJ - 2018

Resultados:

Descripción de la muestra	Determinaciones
	*Numeración Coliformes Fecales NMP/100mL
Muestra SB (Salida de Biodigestor)	1.9×10^5
Muestra SH (Salida de Biofiltro)	2.8×10^4

❖ Métodos de ensayos:

➤ Coliformes Termotolerantes:

• Metodología de Análisis

Numeración Coliformes Fecales: SM
Part 9221 E / 9221 C; 22nd Ed.
Enumeration of Fecal Coliforms by
NMP method Standard Fecal
Coliform Procedure.

• Equipo Utilizado:

Incubadora

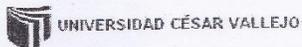
• Código interno:

06-54103

HITLER ROMÁN PÉREZ
TÉCNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

BLGO. DE LA CRUZ DAVILA ROSALVINA
JEFE DE PRACTICAS

Anexo N°11



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO

1.1. Apellidos y Nombres: Alcantara Bosa Alejandro
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: REGISTRO Y HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
 1.4. Autor(A) de Instrumento: MONTES ZINO OSWALDO

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									✓				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										✓			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										✓			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 13 Noviembre del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 27074771 Telf.: 99 7703138

CIP: 194095

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO

1.1. Apellidos y Nombres: Suarez Alvarez Haydee
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE IC - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Requisito y modo de ejecución de datos
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Francisco Lima Osuna

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.								X					
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.							X						
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.							X						
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

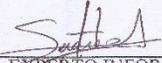
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

80 %

Lima, 13 Nov. del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 07088054 Telf.: 949299887

CIP: 4682

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO

1.1. Apellidos y Nombres: ORDOÑEZ BALBUENA, JUAN JESÚS
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fide de Fidei
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Monte Lino Divacoo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

S

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 13 de 01 del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 054470 Telf.: 5221648

RUP: 84872

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO

1.1. Apellidos y Nombres: ORDOÑEZ EDUARDO, JUAN JESÚS
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Fide de Titulación
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Monica Ana Divacoo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

S

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 13 de 01 del 2017


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 054476 Telf.: 5221648

RUP: 84872