



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Aguas residuales de Mercado Mayorista Terminal Pesquero y  
su tratamiento con lombrifiltros de *Eisenia foetida*, Callao -  
2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniera Ambiental**

**AUTORA:**  
Carhuallanqui Torres Mery Nelida ([orcid.org/0000-0002-2250-503X](https://orcid.org/0000-0002-2250-503X))

**ASESOR:**  
Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales ([orcid.org/0000-0003-1504-2089](https://orcid.org/0000-0003-1504-2089))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**  
Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA- PERÚ**

**2022**

### **Dedicatoria**

Especialmente a Dios, por darme la vida, la salud, por ser mi fortaleza, mi guía y por permitirme lograr mis metas. A mis padres: Telésforo Carhuallanqui Muñoz y Margarita Torres Portillo, quienes con ejemplo de humildad y mucho esfuerzo me brindaron una educación en valores y me enseñaron a salir adelante aun en las adversidades y por su apoyo incondicional para verme profesional y una persona de bien.

## **Agradecimiento**

A mi guía y tutor, Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales por brindarnos su apoyo incondicional durante la ejecución en la elaboración del presente trabajo de investigación y brindarnos los recursos necesarios para poderlos realizar.

A toda la plana docente, administrativo y personal de laboratorio de la Universidad César Vallejo, que nos brinda cada día los conocimientos para ser mejores profesionales.

A la institución del mercado mayorista terminal pesquero el Callao, por el apoyo en la realización de la presente tesis.

Y a mis dos hijos, familiares y amigos que me dieron aliento para seguir adelante en la culminación de la presente tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA .....	29
3.1. Tipo y diseño de investigación. ....	29
3.2. Variables y Operacionalización .....	29
3.3. Población, muestra y muestreo .....	30
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	31
3.4. Procedimientos .....	33
3.5. Método de análisis de datos.....	41
3.6. Aspectos éticos. ....	41
IV. RESULTADOS .....	42
V. DISCUSIÓN.....	73
VI. CONCLUSIONES .....	79
VII. RECOMENDACIONES .....	81
REFERENCIAS .....	82
ANEXOS.....	94

## Índice de tablas

Tabla 1. Proceso del Tratamiento de aguas residual. ....	6
Tabla 2. Composición del agua residual doméstica sin tratar. ....	7
Tabla 3. Categorías de Ecas del agua (D.S N° 015-2015-MINAM). ....	10
Tabla 4. D.S. N° 003-2010-MINAM. ....	12
Tabla 5. LMP para efluentes de establecimientos industriales pesqueros. ....	13
Tabla 6. Taxonomía de la lombriz roja californiana ....	15
Tabla 7. Procedimiento de toma de muestra ....	30
Tabla 8. Validación por los expertos. . ....	33
Tabla 9. Componentes del lombrifiltro. ....	34
Tabla10. Capas de los lombrifiltros.....	39
Tabla 11. Análisis de las condiciones ambientales de la lombriz <i>Eisenia foetida</i> . ....	42
Tabla 12. Conductividad eléctrica del agua residual ....	45
Tabla 13. Temperatura del agua residual. ....	46
Tabla 14. Sólidos suspendidos totales del agua residual.....	47
Tabla 15. Color del agua residual.....	49
Tabla 16. Turbidez del agua residual. ....	50
Tabla 17. pH del agua residual.....	52
Tabla 18. Demanda bioquímica de oxígeno del agua residual.....	54
Tabla 19. Demanda química de oxígeno del agua residual. ....	55
Tabla 20. Aceites y grasas del agua residual ....	57
Tabla 21. Coliformes totales del agua residual. ....	59
Tabla 22. Coliformes termotolerantes del agua residual. ....	60
Tabla 23. Materia orgánica del agua residual. ....	61
Tabla 24. Prueba de normalidad de parámetros físicos.....	63
Tabla 25. Anova de un factor de los parámetros físicos ....	64
Tabla 26. Prueba de normalidad de parámetros químicos.....	66
Tabla 27. Anova de un factor de los parámetros químicos. ....	67
Tabla 28. Prueba de normalidad de parámetros microbiológicos. ....	68
Tabla 29. Anova de un factor de los parámetros microbiológicos. ....	69
Tabla 30. Prueba de normalidad del parámetro materia orgánica. ....	70
Tabla 31. Anova de un factor del parámetro materia orgánica.....	71

## Índice de figuras

Figura 1. Mercado mayorista terminal pesquero.....	14
Figura 2. Agua residual del Mercado mayorista terminal pesquero. ....	14
Figura 3. Estructura de la lombriz .....	16
Figura 4. Ciclo de vida de la lombriz roja californiana <i>Eisenia foetida</i> . ....	17
Figura 5. Capas del lombrifiltro. Fuente: capas de la lombriz Rios,2018. ....	25
Figura 6. La <i>Eisenia foetida</i> . ....	25
Figura 7. La viruta. ....	26
Figura 8. Arena fina.....	26
Figura 9. Partículas de serrín desprendidos de madera. ....	27
Figura 10. Bagazo.....	27
Figura 11. Partículas de grava. ....	27
Figura 12. Rocas de rio. ....	28
Figura 13. Diagrama de flujo del tratamiento del agua residual. ....	33
Figura 14. Etapas del tratamiento de aguas servidas .....	34
Figura 15. Disposición de los biofiltros. ....	36
Figura 16. Diseño del lombrifiltro .....	37
Figura 17. Temperatura del suelo.....	43
Figura 18. Análisis pH del suelo .....	44
Figura 19. Análisis del % de humedad del suelo .....	44
Figura 20. CE del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro.....	46
Figura 21. Temperatura del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro	47
Figura 22. SST del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro .....	48
Figura 23. Color del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro .....	50
Figura 24. Turbidez del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro. ....	51
Figura 25. Turbidez del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro.....	53
Figura 26. DBO <sub>5</sub> del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro .....	54
Figura 27. DQO del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro. ....	56
Figura 28. Aceites y grasas del agua según las condiciones operativas del .....	58
Figura 29. Coliformes totales del agua según las condiciones operativas . ....	59
Figura 30. Coliformes termotolerantes del agua según las condiciones operativas.	61
Figura 31. Materia orgánica del agua según las condiciones operativas .....	62

## Resumen

La actividad extractiva de la industria pesquera es uno de los mayores contaminantes de los cuerpos de agua, al ser vertidas sin algún tratamiento causa un desequilibrio ambiental. Se estableció como objetivo determinar las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero. La investigación fue de tipo aplicada y el diseño experimental, el método consistió en 3 lombrifiltros con iguales kilogramos de sustratos y diferentes kilogramos de lombriz, evaluados durante 5, 10 y 15 días. La *Eisenia foetida* fue adaptada durante 2 meses previos al tratamiento. El lombrifiltro compuesto por un tanque alimentador de 122.5 litros, con un caudal total de  $0.0926\text{m}^3/\text{s}$  por día y flujo vertical al lombrifiltro. Resultados antes, después de los parámetros físicos; conductividad eléctrica (8.43  $\mu\text{mho}$  - 3.46  $\mu\text{mho}$ ), temperatura (16.5°C - 22.5 °C), color (285 PCU - 41.37 PCU), turbidez 82.01%, STS 95.60%. Parámetros químicos; pH (7.43 -7.75),  $\text{DBO}_5$  89.91%, DQO 89.91%, aceites y grasas (87.03 mg/L -11.06 mg/L.). Parámetros microbiológicos; coliformes totales 99.54%, coliformes fecales 56%, MO 91.11%. Se concluyó que los parámetros analizados se redujeron después de aplicarse en los lombrifiltros, demostrando eficiencia y su aplicabilidad en variados sectores.

**Palabras clave:** la lombriz, *Eisenia foetida*, biofiltro, lombrifiltro.

## Abstract

The extractive activity of the fishing industry is one of the biggest pollutants in bodies of water, being discharged without any treatment causes an environmental imbalance. The objective was to determine the adequate operating conditions of the vermifilters for the treatment of wastewater from the fishing terminal wholesale market. The research was of the applied type and the experimental design, the method consisted of 3 vermifilters with equal kilograms of substrates and different kilograms of worms, evaluated for 5, 10 and 15 days. *Eisenia foetida* was adapted for 2 months prior to treatment. The vermifilter consists of a 122.5-liter feeder tank, with a total flow of  $0.0926\text{m}^3/\text{s}$  per day and vertical flow to the vermifilter. Results before, after physical parameters; electrical conductivity (8.43  $\mu\text{mho}$  - 3.46  $\mu\text{mho}$ ), temperature (16.5°C - 22.5 °C), color (285 PCU - 41.37 PCU), turbidity 82.01%, STS 95.60%. Chemical parameters; pH (7.43 -7.75),  $\text{DBO}_5$  89.91%, COD 89.91%, oils and fats (87.03 mg/L -11.06 mg/L.). Microbiological parameters; total coliforms 99.54%, fecal coliforms 56%, MO 91.11%. It was concluded that the parameters analyzed were reduced after being applied to the vermifilters, demonstrating efficiency and its applicability in various sectors.

Keywords: earthworm, *Eisenia foetida*, biofilter, vermifilter.

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la contaminación ha crecido desmesuradamente poniendo en riesgo los recursos naturales, el recurso agua es un elemento esencial para las personas y los que residen en este planeta. En el mundo se produce miles de millones de toneladas de aguas residuales cada año, este volumen analiza una multitud de formas de capturar, tratar y reutilizar las aguas residuales y cómo gestionar eficazmente las cuencas hidrográficas (Singh, 2019).

El agua es el recurso más contaminado en todo el país, el agua potable está sujeta a la contaminación continua por las actividades humanas y las amenazas de disminución de los recursos hídricos debido al calentamiento global (Gomes 2018). El 70% de las aguas servidas en nuestro país no recibe ningún tratamiento, únicamente el 14% de las 143 PTAR, que se tiene en el país ejecutan con normatividad. (El plan nacional de saneamiento urbano y rural 2006-2015).

Por otro lado, el agua residual es un elemento que ha cambiado sus propiedades originales debido al uso humano, que proporciona contaminación sólida y líquida, son potencialmente peligrosas requieren reutilización o pre tratamiento antes de ser vertidas al cauce natural (Larios, et al., 2015). Así mismo el agua servida purificada es un recurso preciado que puede reemplazar, el uso de grandes cantidades del recurso hídrico, siendo los principales efectos de este tratamiento, la disminución de los peligros de la salud humana, reducción de la susceptibilidad de los acuíferos, cuidado de la calidad del agua de los recursos naturales, y la protección del medio ambiente, hay poca gestión de aguas servidas, dando lugar a grandes volúmenes de aguas servidas (Lizana, 2018). En tanto la composición de las aguas servidas encontramos; materiales orgánicos e inorgánicos y sin un tratamiento adecuado, lo que indica alto peligro para la salud pública y el medio ambiente (García, 2015).

En efecto la industria pesquera es uno de más grandes productores del mundo, a nivel nacional es la actividad extractiva de mayor importancia económica, de ello sus derivados; aceite, harina de pescado, generando mayor afluencia de aguas servidas contenidas con una cantidad superior de materia orgánica, esencialmente

de forma disuelta y en partículas también puede ser aprovechada (Gutierrez, 2022). Es decir, los mayores contaminantes en las masas de agua por residuos orgánicos, escamas, sanguaza, fluido de cola, cocción, lavado ricos en grasas, son vertidas al cauce natural sin ningún tratamiento, generando aguas oscuras con malos olores provocando eutrofización de los cuerpos naturales aledañas, lagunas costeras, causando un desequilibrio en el medio ambiente (Gutiérrez & Morales, 2022).

Se denomina mercado mayorista terminal pesquero, el lugar donde se comercializan productos hidrobiológicos, diseñado con instalaciones de acopio, conocido debido a que abastece todas las zonas locales y distribuidoras (Gianoli, 2019).

Ante esta problemática, en respuesta al inadecuado tratamiento de sus aguas servidas del mercado mayorista terminal pesquero del Callao; cuenta con un PTAR para tratarlos problemas de contaminación de sus aguas residuales; pero no logran cumplir todos los parámetros dentro de los límites máximos permisibles establecidos por ley.

Debido a esto, se planteó un sistema de tratamiento biológico a bases de lombriz *Eisenia foetida* y bacterias combinadas con otros materiales denominado biofiltro con material filtrantes, sustratos, la aplicación de filtros de gusanos está sujeta al proceso de tratamiento de aguas servidas.

Esto quiere decir que el biofiltro o lombrifiltro; es un método de tratamiento de aguas residuales que aprovecha las características estructurales o físicas de las lombrices de tierra *Eisenia foetida* para eliminar eficazmente los agentes patógenos materiales orgánicos. Debido a ello, estas aguas residuales experimentan un proceso de biofiltro compuesto por estratos o lechos filtrantes y lombrices al filtrar el agua de manera descendiente por cada una de las capas del relleno, el agua será filtrada por gravedad donde los microorganismos presentes degradarán toda la materia orgánica (Castillo & Chimbo 2021). Así mismo, un sistema de filtrado permite que las aguas residuales se filtren a través de él quedándose retenidos los contaminantes como son sustratos, materia orgánica que serán alimentadas por las lombrices (Pérez & Carrasco, 2019). De tal modo, la lumbricultura disminuye la cantidad de lodos, producidos como subproducto, reduce el agua residual de la carga orgánica mientras se obtiene la producción de humus (Oliveira, 2021).

Debido al impacto que ocasiona los vertimientos de aguas residuales al cauce natural, por la actividad económica que realiza el mercado mayorista terminal pesquero del Callao. De lo mencionado, se planteó el problema general: ¿Cuáles son las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022? y como problemas específicos: ¿Cuáles son las condiciones ambientales de la lombriz *Eisenia foetida* y para su empleo con lombrifiltros en el tratamiento de aguas residuales de mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022?, ¿Cuáles son las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de los parámetros físicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022?, ¿Cuáles son las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de los parámetros químicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022?, ¿Cuáles son las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de los parámetros microbiológicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022?, ¿Cuál es capacidad para descomponer materia orgánica la *Eisenia foetida* de las aguas residuales según las condiciones operativas de los lombrifiltros. en el tratamiento de aguas residuales de mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022?

Teniendo en cuenta la problemática de la investigación, el trabajo se justifica desde el punto de vista ambiental; por ser un sistema biológico, sostenible y amigable con el medio ambiente; este tratamiento contribuye a la remoción de los parámetros que perjudican los efluentes generados en el mercado mayorista terminal pesquero, ya que evita las alteraciones en el medio ambiente, mejora las propiedades de reutilización de las aguas residuales para otras actividades, que permitirá un aprovechamiento adecuado y sustentable del recurso hídrico. Se justifica desde el punto de vista social; fortalecer la cultura ambiental de la población, buscando el mantenimiento de los recursos naturales y optimizando el uso del agua residual a través de técnicas eco amigables, cómo es el biofiltro de lombrices. Se justifica desde un punto de vista económico; la aplicación de los lombrifiltros que es una tecnología de bajo costo, sencillo y fácil de realizar, no

presenta mayor complejidad en su operación, lo que no genera costos adicionales, y además con este tratamiento se genera un subproducto que es el abono natural humus el cual se puede comercializar y generar ingresos extras. Se justifica desde un punto de vista tecnológico; los tratamientos biológicos como el biofiltro de lombrices es una tecnología limpia y puede ser utilizadas para tratar efluentes industriales orgánicos, agua negra y grises de residencial individual y comunitaria.

El objetivo general de la presente investigación es: determinar las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022. Y como Objetivos específicos: analizar las condiciones ambientales de la lombriz *Eisenia foetida* y para su empleo con lombrifiltros en el tratamiento de aguas residuales de mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022, determinar las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de los parámetros físicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022, determinar las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de los parámetros químicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022, determinar las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de los parámetros microbiológicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022, capacidad para descomponer materia orgánica de la *Eisenia foetida* de las aguas residuales según las condiciones operativas de los lombrifiltros. en el tratamiento de aguas residuales de mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.

La investigación planteo como hipótesis general: El uso del Lombrifiltros (*Eisenia foetida*) es eficiente en el tratamiento de aguas residuales en el mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022, y como hipótesis específicas: las condiciones ambientales de la lombriz *Eisenia foetida* son óptimas para el empleo con lombrifiltros en el tratamiento de aguas residuales de mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022, las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para el tratamiento de los parámetros químicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022, las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para

el tratamiento de los parámetros microbiológicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022, la capacidad para descomponer materia orgánica la *Eisenia foetida* es eficiente de las aguas residuales según las condiciones operativas de los lombrifiltros en el tratamiento de aguas residuales de mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

La teoría del trabajo de investigación realizado, inicia con el tratamiento de aguas residuales PTAR, que es una alternativa con la cual se le puede ofrecer un segundo uso. De la misma forma que se observa en los últimos años toda clase de tecnologías aplicadas para los tratamientos; en este caso se optará por el tratamiento de aguas servidas en el mercado mayorista terminal pesquero mediante lombrifiltros *Eisenia foetida*, nos plantea que un PTAR, es donde ingresan las aguas servidas crudas y por medio una mezcla con diversos procesos como son químicos, físicos y biológicos es posible devolver al recurso hídrico a una calidad mejor, según los límites normalizados de cada territorio, residuos o lodos (también conocidos como sólidos o lodos). Ver tabla 1.

**Tabla 1. Proceso del Tratamiento de aguas residual.**

Tratamiento de agua residual			
Pretratamientos	Tratamientos primarios	Tratamientos secundarios	Tratamientos terciario
<p>Objetivos:</p> <p>Separar de objetos gruesos, arena y grasa.</p> <p>Operación básica.</p> <p>Desbaste Desarenado Desengrasado</p>	<p>Objetivos:</p> <p>Eliminación de materia Sedimentable y flotante.</p> <p>Operación básica:</p> <p>Decantación primaria.</p> <p>Procedimiento físico químico (coagulación y floculación).</p>	<p>Objetivos:</p> <p>Eliminación de materia orgánica coloidal.</p> <p>Operación básica:</p> <p>Degradación bacteriana.</p> <p>Decantación secundaria</p>	<p>Objetivos:</p> <p>Exterminación de sólidos en suspensión, materia orgánica residual y patógena.</p> <p>Operación básica:</p> <p>Floculación Filtración</p> <p>Eliminación de N y P. Desinfección.</p>
Proceso físico.	Proceso Físico Químico.	Proceso biológico.	Proceso físico químico y biológico.

Fuente: Sevilla, 2018.

Estas son sujetadas a una secuencia de procesos orgánicos, físicos y químicos para minimizar su contaminante, permitiendo descarga, disminuyendo los peligros ambientales y a la salud. Los métodos de purificación de las aguas contaminadas

son diversos, el agua turbia contiene muchas partículas en suspensión que afectado su claridad (Samaniego & Tanchuling, 2018). Las aguas servidas es el resultado del sistema de abastecimiento de toda la poblacional, como resultado de sus actividades antropogénicas. Para darle un segundo uso se desarrolla, muchos sistemas de purificación, eliminando los principales contaminantes. (Liberio, 2019). Para mejor entendimiento Ver tabla 2.

**Tabla 2. Composición del agua residual doméstica sin tratar.**

Contaminantes	Unidad	Concentración		
		Baja*	Media*	Alta*
Solidos totales (ST)	mg/L	390	720	1230
Solidos disueltos (SDT)	mg/L	270	500	860
Solidos suspendidos totales (SST)	mg/L	120	210	400
Solidos sedimentales (SS)	mg/L	5	10	20
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	110	190	350
Carbono orgánico total (COT)	mg/L	80	140	260
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	250	430	800
Nitrógeno (como nitrógeno total)	mg/L	20	40	70
Orgánico	mg/L	8	15	25
Amoniac	mg/L	12	25	45
Nitritos	mg/L	0	0	0
Nitratos	mg/L	0	0	0
Fosforo total	mg/L	4	7	12
Cloruros	mg/L	30	50	90
Sulfatos	mg/L	20	30	50
Grasas y aceites	mg/L	50	90	100
Coliformes totales	NMP/100ml	106 - 108	107 - 109	107 - 1010
Coliformes fecales	NMP/100ml	103 - 105	104 - 106	105 - 108

Fuente: Genaro Santillán Mogollón 2021.

En efecto, los tipos de aguas servidas son: las aguas blancas; que provienen por las aguas de lluvias, las aguas servidas industriales; son todo el proceso de producción de una industria, aguas servidas agrícolas provienen de las actividades agrícolas, a aguas servidas domésticas es el resultado del trabajo cotidianos de los hogares, aguas grises; se genera de los desagües es decir se tratan de aguas que poseen residuos fecales. (Liberio & Vásconez, 2020). Aguas turbias extraídos

de las instituciones domésticas, industriales, comerciales y sanitarias, subterráneas, superficiales y pluviales (Arias, et al.,2020). Las aguas servidas, están componen de forma física, química y biológica, que se ~~esta~~ interrelacionado con los parámetros involucrados. (Liberio & Vásconez,2020).

De la misma manera, las características de las aguas residuales; pueden clasificarse como físicas, químicas y biológicas. Las aguas residuales tienen diferentes características en función de su origen y su caudal (Coronel, 2015). Del mismo modo, dentro las características físicas tenemos; la temperatura; es el nivel de saturación de oxígeno disuelto en el agua, el nivel de actividad biológica y el valor de saturación con carbono cálcico están directamente relacionados con la temperatura (Liberio & Vásconez, 2020). La conductividad eléctrica; es un parámetro para estimar el nivel de sales disueltas en el agua y su capacidad para conducir una corriente eléctrica (Sela, 2020). Sólidos; es una característica, que consiste en materia flotante, sedimento, material en suspensión y materia soluble (Nuralhuda & Hamidi, 2020). Los sólidos suspendidos totales (SST) son partículas sólidas suspendidas en las aguas residuales es expresada en mg/L (Núñez, 2019). La turbidez; fluido causado por partículas en suspensión indicador más simple asociadas con las partículas en suspensión en un fluido, indicador general en los sistemas de tratamiento de agua y aguas residuales (Mullins, et al., 2018). Color; esta va caracterizada según la proporción de materia orgánica que contiene, afectando la apariencia del fluido (Cartagena, 2020).

Mientras que el pH mide la presencia de iones de hidrógeno en una solución, el potencial de hidrógeno determina si una solución es ácida o básica, los valores inferiores a 7 implican una mayor acidez, los superiores a 7 indican una mayor basicidad y 7 denota neutralidad el rango es de 0 a 14, según referencia (Cartagena, 2020). La demanda bioquímica de oxígeno (DBO), es un indicador de cantidad de oxígeno y microorganismos, las altas concentraciones de DBO reducen la disponibilidad de oxígeno, afectando el habitat acuático (Vigiak, et al., 2019). Demanda química de oxígeno (DQO); mide el consumo de oxígeno por reacciones

en una solución de muestra, y la DQO es crucial para la reutilización del agua; por lo tanto, la eliminación de DQO en el tratamiento de aguas residuales es uno de los contaminantes críticos para uso doméstico, industrial, etc. (Zahmatkesh, et al., 2022). Grasas y aceites; provienen de origen vegetal y animal principalmente de áreas como la cocina o servicios sanitarios, se pueden encontrar emulsificadas el vertimiento a los cuerpos de agua de estas puede afectar la vida acuática (Osorio & Marín, 2020). Material orgánica compuesta por partículas macroscópicas, coloides disueltos, esta característica afecta los parámetros que perjudican la calidad del agua (Robles, 2019).

Del mismo modo, las características microbiológicas: Coliformes termotolerantes (fecales); se encuentran en aguas orgánicamente enriquecidas, de efluentes industriales que son vertidas directamente sin un tratamiento previo (Arias, et al., 2022). Coliformes totales; indican una alta contaminación de bacterias en el agua superficial, y suministros de agua (Soto & Quispe, 2021).

Cabe decir que, el tiempo de retención hidráulico (THR) es una unidad de fluido que permanece en un recipiente, tiempo de entrada y salida que demora un fluido (Pazán & Trelles, 2018).

De igual forma los LMP; Conforme a la ley N° 28611, Ley General del Ambiente el Límite Máximo Permissible es una unidad de medida de los constituyentes, compuestos o propiedades físicas, químicas y biológicas de un efluente, el LMP es decretada por el Ministerio del Ambiente quienes su obligación es velar que se lleve a cabo. Los ECA; según la ley N° 28611 Ley General del Ambiente un Estándar de Calidad Ambiental, se mide como la cantidad de sustancias que están presentes en los cuerpos receptores (aire, agua, aire, suelo) y que comprenden propiedades físicas, químicas y biológicas, dado que no hay daños importantes para la salud humana o el medio ambiente (Aguirre, et al., 2021).

En tanto que, Las ECA aprobadas son aplicables a las masas de agua del territorio nacional en su estado inalterado y deben utilizarse como referencia a la hora de crear normas legislativas y reglamentos gubernamentales, así como al diseñar y aplicar cualquier instrumento de gestión medioambiental. Las características de la norma nacional de calidad ambiental del agua se muestran en la siguiente tabla para el riego de animales y vegetales (MINAM, 2015).

Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM. Aprueban las modificaciones de los Estándares de Calidad Ambiental para el agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación Ver tabla 3.

**Tabla 3. Categorías de Ecas del agua (D.S N° 015-2015-MINAM).**

Categorías		ECA Agua: Categoría 3	
Parámetro	Unidad	Parámetros para riego de vegetales.	Parámetro para Bebida de animales.
		D1: riego de cultivos de tallo alto y bajo.	D2: bebida de animales.
Físicos – Químicos			
Aceites y grasas	mg/L	5	10
Bicarbonatos	mg/L	518	**
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1
Cloruros	mg/L	500	**
Color (b)	Pt/Co	100 (a)	100 (b)
Conductividad	uS/cm	2500	5000
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15	15
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2	0,5
Fenoles	mg/L	0,002	0,01
Fluoruros	mg/L	1	**
Nitratos + Nitritos	mg/L	100	100
Nitritos	mg/L	10	10
Potencial de hidrogeno (pH)	mg/L	6.5 – 8.5	6.5 – 8.4
Sulfatos	mg/L	1000	1000
Temperatura	°C	Δ3	Δ3

ECA Categoría 3 (DS N° 015-2015-MINAM) Físicos - Químicos.

Fuente: Diario Oficial El Peruano.

Categorías		ECA Agua: Categoría 3	
Parámetro	Unidad	Parámetros para riego de vegetales.	Parámetro para bebida de animales.
		D1: riego de cultivos de tallo alto y bajo.	D2: bebida de animales.
Carbamato			
Aldicarb	ug/L	1	11
Policloruros Bifenilos Totales			
Policloruros bifenilos Totales (PCB's)	ug/L	0,04	0,045
Microbiológicos y parasitológicos			
Coliformes totales (35-37°C)	NMP/100mL	1000	5000
Coliformes termo tolerantes (44,5°C)	NMP/100mL	1000	1000
Escherichia coli	NMP/100mL	100	100

Fuente: Diario Oficial El Peruano.

El LMP es el nivel máximo admisible (LMP) de elementos contaminantes en las emisiones de una instalación, que no debe superarse en un periodo de tiempo específico para evitar, prevenir o limitar los efectos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente.

Los organismos constituyentes del Sistema Nacional de Gestión Ambiental establecen las normas para determinar la supervisión y la sanción. (D.S. N° 003-2010-MINAM (2010). Ver tabla 4.

**Tabla 4. D.S. N° 003-2010-MINAM.**

LMP para los efluentes de PTAR domésticas omunicipalidades.

Parámetros	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes termo tolerantes	NMP/100ml	10000
DBO	mg/L	100
DQO	mg/L	200
pH	Unidad	6.5 –8.5
Solidos totales en suspensión	ml/L	150
Temperatura	C°	< 35

Fuente: D.S. N° 003-2010-MINAM 2010.

En Perú, según la ley General de la Salud. (Ley N° 26842, 1997), Artículo 104: La empresa afirma que, al verter efluentes peligrosos en aguas naturales, está obligada a cumplir todos los requisitos aplicables en materia de protección de la salud y el medio ambiente, suelo el aire sin purificar. El D.S 004-2017-MINAM: modifican los ECA, en la actualidad como objetivo reúne las disposiciones establecidas a través del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, DS N° 023- 2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM (D.S. N° 003-2010-MINAM, 2010).

Así mismo, (Neha, et al.,2020) mencionan en su trabajo en purificación de aguas servidas hospitalarias utilizaron la especie de lombriz de tierra *Eisenia foetida*, es una tecnología de filtración por lombrices, la más económica y respetuosa con el medio ambiente, las lombrices de tierra pueden ingerir desechos orgánicos sólidos y líquidos y excretarlos, y expulsarlos como vermicompost se observa una disminución significativa en el nivel de DBO, DQO, TSS, Turbidez y pH neutralizado.

En tanto, Decreto Supremo N° 010-2018-MINAM, aprueban límites máximos permisibles (LMP), para cumplir con los LMP establecidos por el presente decreto supremo las operaciones de pesca industrial que producen pescado para uso humano directo e indirecto deben emplear las técnicas de tratamiento físico, químico, biológico o de otro tipo necesarias. Las empresas pesqueras industriales

están obligadas a controlar la calidad de los efluentes dentro de los límites del programa de control medioambiental aprobado por las autoridades competentes, tanto para el consumo humano directo como indirecto. Ver tabla 5.

**Tabla 5. LMP para efluentes de establecimientos industriales pesqueros.**

Límites Máximos Permisibles para Efluentes de Establecimientos Industriales Pesquera.		
Parámetros	Unidad de medida	Limites Máximo Permisibles
Aceites y grasas	Mg/L	350
Sólidos totales suspendidos	Mg/L	700
pH potencia de hidrógeno	pH	5-9

Fuente: Publicación oficial - diario oficial el peruano.

El mercado mayorista pesquero es un lugar diseñado exclusivamente como centro de acopió almacén y venta e intercambio de productos. Lo mismo ocurre con los establecimientos creados específicamente para recibir, recoger, almacenar, distribuir y vender productos hidrobiológicos de los mayoristas a los minoristas (Gonzales & Meyzán, 2018).

El mercado mayorista terminal pesquero del Callao; es un centro de acopio donde se intercambian bienes y servicios, allí llegan especies de todo el Perú y continentales, en este mercado se distribuyen recursos marinos hacia Lima Metropolitana, otras ciudades). Este establecimiento está ubicado en la Av. Néstor gambeta 6311, Carretera a Ventanilla Km 5200 Callao. Ver figura 1.



**Figura 1. Mercado mayorista terminal pesquero.**

Fuente: Google

De forma similar, el mercado mayorista de terminales pesqueras, en el que se comercializan bienes y servicios, así como productos hidrobiológicos, combina una amplia gama de agentes y actividades para suministrar artículos a los clientes a través de diversos canales (Gianoli, 2019). Para mayor información (Ver Figura 2).



**Figura 2. Agua residual del Mercado mayorista terminal pesquero.**

En cuanto a sus características morfológicas de la lombriz *Eisenia foetida*, se han descrito más de 5 000 especies, es uno de los más utilizados en el empleo de tratamiento en lumbricultura, es capaz de descomponer materia orgánica en aguas residuales (Gutierrez,2020).Como también, la *Eisenia foetida* es un invertebrado alargado y cilíndrico que mide entre 5 y 6 mm cuando es adulto, debido a su

sensibilidad a la luz, una breve exposición a la luz solar puede ser mortal para ellos, para neutralizar los ácidos de los alimentos que ingieren , tienen unas glándulas únicas en sus estómagos que liberan carbonatode calcio después de consumir la comida (Liberio & Vásquez, 2020).

La especie *Esenia foetida* es reconocida por ser empleada en el tratamiento de aguas residuales, en la lombricultura, vermicompost abono natural orgánicos que mejoran el suelo tanto en las características químicas como físicas (Gutiérrez, et al., 2020). Para mayorinformación. Ver Tabla 6.

**Tabla 6. Taxonomía de la lombriz roja californiana**

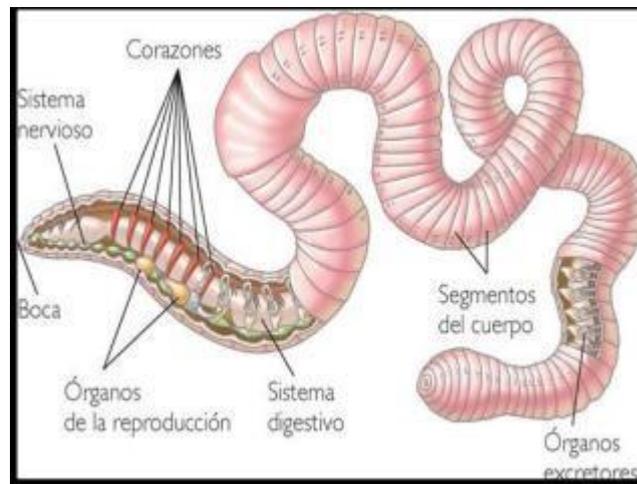
Reino	Animal
Familia	Lumbricidae
Género	<i>Eisenia</i>
Especie	<i>foetida</i>

Fuente: Villavicencio,2021.

Dentro de las características generales de la lombriz tenemos su vivo color rojo, que lo distingue ;de ahí su nombre gusano rojo californiano mide de 3 a 5 mm de diámetro y 6 a 8 cm de longitud, aunque en ocasiones ha llegado a medir hasta10 cm su cuerpo es de forma cilíndrica tiene múltiples anillos segmentos y somitas (en su mayoría hasta 250), tiene cerdas, que son como pelos diminutos se componen de cada somita sirven para trasladarse en el suelo, cuando llegan a su adultez pesan un promedio de 1 y 1.4 g, consumen la misma cantidad de alimento cada día y excretan el 60%,tienen una boca, garganta y un buche que sirve de órgano de almacenamiento temporal con función digestiva y moco que funciona para humedecer y suavizar la comida , segregan calcio en sus glándulas calcáreas, su vida oscila entre 1 y 4 años, su crecimiento se da con temperaturas de 25 °C, un pH de 6,8 a 7.2 una humedad del 70 al 80%, habitan en los 50 cm superiores del suelo, no se aleja de sus alojamientos salvo en el caso de que surjan unas condiciones muy desfavorables (Saboya, 2018).

Así mismo, comen por la boca, pero carecen de dientes o mandíbula, una vez que su comida entra al estómago es neutralizada por el carbonato cálcico tras

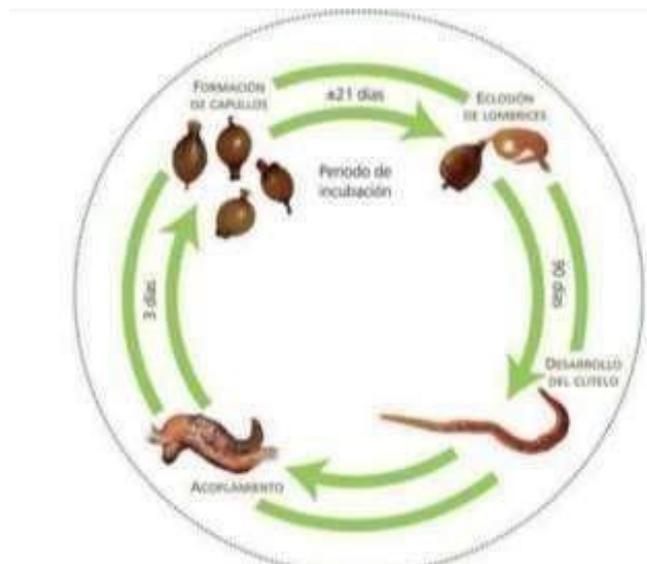
atravesar todo el tubo digestivo es excretada por el ano, la *Eisenia foétida* posee un sistema circulatorio, nervioso y muscular (Luna & Mendoza, 2020). En el cambio de proceso permite obtener cantidades humus que se genera un valor muy importante de proteínas de alta calidad como humus de lombriz, que en conjunto representan el mayor nivel de fertilización orgánica (Salazar, 2005). Para mayor información. Ver Figura 3.



**Figura 3. Estructura de la lombriz**

Fuente Google

En tanto, las lombrices ayudan un rápido proceso de descomposición de los sustratos, el número de cocos de lombriz aumenta hasta 6 cocos o huevos en 36 días (media de 4,33 cocos/lombriz); se obtuvieron más cocos con la eliminación de excrementos de animales y cáscaras de fruta fresca, con un valor de  $r = 0,82$ , se examinó el grado de agrupación entre la longitud (mm) y la biomasa (g) *E.foetida* (Canales, et al., 2020). Para mayor información. Ver Figura 4.



#### **Figura 4. Ciclo de vida de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).**

Fuente: Gutiérrez, et al., 2020.

Según los autores (Cardoso, et al., 2011) las condiciones ambientales de la *Eisenia foetida*, respiran oxígeno disuelto a través de su piel, es necesario un nivel de humedad adecuado y el rango es ideal de 50 y el 90%, la alimentación con lodos anaeróbicos o excrementos humanos frescos provocaba una mortalidad del 100%, la temperatura sobrevive entre 0°C y 42°C, el rango de ideal es 20°C y 25°C, con un pH de 9 las lombrices perecen, el pH adecuado 6.8 y 8.0. Así mismo Saboya, (2018) su principal rasgo distintivo es su vivo color rojo, los suelos agrícolas mantienen un pH adecuado y segregan calcio en sus glándulas calcáreas, su vida oscila entre 1 y 4 años su crecimiento se da con temperatura de 25 °C, un pH de 6,8 a 7,2 y una humedad del 70 al 80%. Prefieren estar en contacto con la superficie de la tierra y habitan en los 50 cm superiores del suelo. En sus estudios científicos (Chagari, et al., 2020) las condiciones físicas, indican que las lombrices, la temperatura para el crecimiento es óptimo es 25 °C, pueden desarrollarse en 25-28 °C, incluso a los 32 °C si ha sido aclimatadas desde nacimiento, si alcanza o supera los 33,3 °C mueren. La humedad ideal es 80 y 85%, la estructura del sustrato; permita la difusión pasiva del aire y evite obstruir el desplazamiento, es el más importante, debido a que las lombrices necesitan una concentración de oxígeno de 55%-65%. pH, de 5 hasta 9. Conductividad eléctrica (CE) tiene una baja capacidad para regular las sales.

Dentro de sus bondades para el tratamiento de aguas servidas tenemos; lombrices tienen tendencia a triturar y devorar las toxinas que se encuentran en las aguas servidas en forma de sustancia orgánica, todas actúan como una pantalla para eliminar los componentes orgánicos diminutos, y una variedad de microorganismos en el vermifiltro además ayudan en la descomposición de la materia orgánica (Thanky, et al., 2021). Su metabolismo transforma, digieren los nutrientes de las aguas servidas, disminuyendo los desechos orgánicos, podría atribuirse a la rápida descomposición y consumo de los materiales orgánicos por parte de las lombrices *Eisenia foetida* generándose subproductos a humus (Xue, et al., 2021). De la misma forma, *E. foetida*, tiene la capacidad de descomponer

velozmente ante una variedad de sustratos lignocelulósicos, la bondad de la lombriz deriva de las enzimas y microorganismos simbióticos en el intestino de la lombriz de tierra (Ordoñez, et al., 2022). Como también, la *E. foetida* interaccionan conjuntamente con los microorganismos para intervenir en la descomposición de la sustancia orgánica a través del tránsito intestinal, por lo tanto, la digestión y absorción de la materia orgánica en el intestino anterior y el intestino medio y su excreción a través del intestino posterior, las lombrices son indispensable en la regulación de la dinámica de la materia orgánica en los ecosistemas (Wang, et al., 2021) .Así mismo la *E. foetida* absorben las partículas en suspensión tamizadas en el lecho del filtro y degradan la materia orgánica, y en el proceso de ingestión airea pasivamente el sistema mediante la acción de excavación y elimina los patógenos, se le puede considerar que la única opción es la vermifiltración, se conduce como un biofiltro de lombrices que protege al medio ambiente, es sostenibles y económicos en su elaboración (Sudipti & Sakshi, 2022).

Según (Mejía, et al. 2020) en sus estudios con lombrices *Eisenia foetida* proporcionan una mayor reducción de la DQO del 86.53% y de DBO del 87,16%, en comparación con las lombrices de otras especies, lo que las convierte en las más idóneas para las pruebas. La materia orgánica de las aguas residuales debe estar parcial o totalmente degradada para que la lombriz roja californiana pueda biodegradarlas, esto evita que la temperatura aumente durante la fermentación y mueran, se destacan por ser completamente inmunes al medio contaminado en el que residen.

Cáceres, et al. (2021) en Moquegua, los investigadores examinaron tres sistemas de depuración de aguas residuales domésticas utilizando *Eisenia foetida*, *Eichornia crassipes* e hipoclorito de calcio, utilizaron tres sistemas de depuración diferentes para analizar y tratar una muestra representativa de aguas residuales domésticas; el primero con *E. foetida*, el segundo con *E. foetida* + *E. crassipes*, y el tercero con *E. foetida* + *E. crassipes* + Ca (ClO)<sub>2</sub>. *E. foetida*, en 7 y 14 días. Se determinó como el más eficiente el conformado por *E. foetida* + *E. crassipes*, con un descenso medio de 5 °C, 94.48% de STS, 98.41% de DBO<sub>5</sub>, 100.00% de coliformes termotolerantes, y un pH final de 7.51.

En cuanto al Sistema Toha; el investigador chileno, el Dr. José Tohá Castellá,

recogió experiencias realizadas en la planta de Lufkin, Texas (1981) El Sistema Tohá se creó cuando la empresa empezó a probar este sistema en 1986, para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas comunidades rurales, el sistema de vermicompost posee cualidades que lo hacen especialmente atractivo además, se trata de una biotecnología de transformación que proporciona las ventajas que se enumeran a continuación: cumplen la normativa sobre emisiones de vertidos al medio ambiente

- Es un proceso rápido que elimina los olores y las moscas.
- Es increíblemente rentable.

Según Medina et al. (2021) emplearon el sistema alternativo, tohá, utilizando la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*, las muestras fueron tomadas en 15, 30 y 45 días se obtuvieron los resultados: parámetros DBO<sub>5</sub>, DQO, coliformes termo tolerantes, se obtuvo un resultado mayor al 45%, obteniendo los valores permitidos de los LMP para la categoría 03: riego de vegetales y bebidas de animales, dispuestos en el Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM. Es así que, (Romero, 2022) implementó el sistema tohá para purificar el agua del camal, la lombriz *Eisenia foetida* y la lombriz *Lumbricus terrestres*, se evaluó las características físicas y químicas del agua residual municipales, la *E. Foetida* redujo SS en 24.31%, SS en 26.73%, SD 40.12% y 42.56%, para las especies de lombrices *terrestri*, la reducción fue del 16.23% en sólidos sedimentables, 17.03% en sólidos suspendidos, 13.55% en DQO, 22.30% en DBO, 12.62% en nitratos, 2.28% en pH, y 5.89% en grasas y aceites, la reducción fue 25.49% en nitratos, 2.41% en pH, y 27,89% en grasas y aceites. En comparación con las lombrices de tierra que redujeron los contaminantes en un 13% de media, *E. Foetida* redujo en 27% de media. Como también, Castillo & Chimbo (2021) diseñaron el sistema de tratamiento tohá compuesto por sustratos: aserrín + *E. foetida*, carbón activado, grava y piedras de río minimizo altos contenidos materia orgánica de la sustancia servidas encontrándose con altos contenidos de DBO, DQO, SST y STT. Obtuvieron óptimos resultados que alcanzó un flujo volumétrico de  $1.8 \times 10^{-2}$  l/s y TRH de 0.92h alcanzando 52.25 % para DBO y DQO, 66.74 % en SST y 52.91 % de ST. Por ello el empleo del sistema tohá utilizando lombrifiltros es un sistema de depuración ecológico, novedoso amistoso con el medio ambiente y requiere una baja inversión.

En cuanto a los biofiltros, Vicente (2016) menciona que el tratamiento de aguas servidas domésticas denominados biofiltros a base de gusanos y materiales inertes (virutas y grava) indican que es una opción ecológica en su prueba realizaron dos biofiltros con estratos de fibra de coco y aserrín obteniendo como resultados que la tasa de remoción de contaminantes del biofiltro de astillas de madera fue de; 53.53% superando el estándar la tasa de remoción de contaminantes del biofiltro de fibra de coco fue 82.37%, ubicándose en el rango de estándares de calidad ambiental y descarga de aguas servidas. Así mismo, Díaz, et al. (2022) mencionan que el sector petrolero produce grandes cantidades de contaminación, que, al verterse en las masas de agua naturales, perjudican al ecosistema. La ecotoxicidad del residuo se comprobó durante 7 días utilizando 2 biofiltros absorbentes; los resultados revelaron una buena reducción de la DQO, de los sulfuros, lípidos, aceites, aunque una mezcla de 5.25 g de residuos. Puede emplearse como acondicionador en la rehabilitación de suelos dañados, se ha confirmado que los residuos son peligrosos. Como también Cáceres, et al. (2021) en sus 3 estudios con biofiltros realizados utilizó *Eisenia foetida*, *Eichornia crassipes* e hipoclorito de calcio para determinar la eficiencia del tratamiento de aguas servidas; los resultados mostraron diferencias significativas, es el más eficaz al juntarse con *E.foetida* + *E. crassipes*, con una disminución de 5°C grados, 94.48% de STS, 98.41% de DBO<sub>5</sub>, 100.00% de coliformes termo tolerantes, y un pH final de 7.51. Del mismo modo, analizaron los estratos Tejedor, et al. (2020) conformado por astillas de madera, cáscara de maní dentro de biofiltros para remover materia orgánica de aguas residuales domésticas sintéticas realizaron, doce biofiltros en paralelo bajo tres caudales hidráulicos nominales diferentes (0.5, 1 y 1.5 m<sup>3</sup> m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup> lombrices de tierra *Eisenia foetida* -1), eficiencias de remoción de MO 80% medido como DQO, y entre 40 y 63% (medido como VS). Se observaron eficiencias más altas, atribuidas a tiempos de contacto más prolongados y obstrucciones más bajas a velocidades hidráulicas más bajas, materia orgánica dentro de las tipologías de biofiltración. De la misma manera, (Khwairakpam, et al.2009) utilizaron tres especies diferentes de lombrices de tierra, *Eisenia fetida*, *Eudrilus eugeniae* y *Perionyx excavatus* en forma individual (monocultivos) y combinaciones (policultivos), los filtros compuestos por aserrín, utilizaron ocho reactores diferentes, incluidos tres monocultivos y cuatro policultivos de *E. fetida*, *E. eugeniae*

y *P. excavatus*, un control y como los resultados fueron; consumo de oxígeno (OUR) disminuyó 1.64-1.95 mg/g (sólidos volátiles) SV/día con monocultivo y 1.45-1.78 mg/g SV/día para reactores de policultivo, 45 días de vermicompostaje, en general los reactores de mono y policultivo produjeron compost estable de alta calidad libre de patógenos y no se pudo inferir una diferenciación específica entre los reactores. Acuña, et al., (2017) implementaron un biofiltro con sustratos: (bolones, grava, aserrín, tierra y compost) empleando 2 especies de lombriz de tierra *Lumbricus Terrestris* y la *E. Foetida* en la purificación de aguas servidas con flujo continuo, se analizó la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, tuvo como resultado; donde la *E. Foetida* resultando más eficiente con un porcentaje promedio de remoción de del 73% mientras que *Lumbricus Terrestris* obtuvo un promedio de remoción del 63%.

Así mismo (Sudipti, et al., 2022) emplearon una tecnología de vermifiltración y junto con la reducción de bacterias resistentes a los antibióticos (ARB) y tratamiento de aguas residuales en laboratorios clínicos con lombrices de tierra y la comunidad microbiana : como resultados tuvieron un efecto significativo en la eliminación de coliformes y patógenos (>99.9 %) ,estos hallazgos validan aún más la tecnología de vermifiltración como una tecnología de tratamiento sostenible y natural para las aguas residuales de laboratorios clínicos, específicamente para la eliminación de patógenos y resistencia a los antibióticos.

Loro (2018) empleó el sistema biofiltro con el método convencional para tratamiento de aguas residuales domésticas de los parámetros físicos, con la especie *Eisenia foetida* compuesto por cinco capas; estiércol de vacuno, comunidad microbiana, aserrín, arena gruesa, y agregados compuestos por malla Ratchet. Para el biofiltro convencional se empleó tres capas; arena gruesa, agregados etc. Ambos, se alimentaron, mediante flujo continuo por 1 mes, el biofiltro con *E. foetida* fue favorable en los resultados en la remoción: en 80.36 - 89% turbiedad, 40% SST, 45.95 – 89.69% aceites & grasas, 65 – 88.57 % DBO<sub>5</sub> y 99.97 – 99.99% de coliformes termo tolerantes. Por otro lado, el biofiltro convencional con: 95-99% turbiedad, 54.27 - 75% SST, 88.11 – 89.69% aceites & grasas, 94.17 – 95.83% DBO<sub>5</sub> y 99.99% coliformes termo tolerantes, el biofiltro con la *E. foetida* es menos eficiente respecto al biofiltro convencional. Aun así, ambos biofiltros están dentro de parámetros de la Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, Subcategoría D1: vegetales de tallo bajo y alto del Decreto Supremo N° 015-2015-

MINAM.

Así, mismo Castillo & Chimbo, (2021) en cuanto al lombrifiltro; consiste en una técnica de tratamiento de aguas residuales que utiliza las propiedades físicas o estructurales de las lombrices de tierra *Eisenia foetida* para eliminar eficazmente los agentes patógenos y los materiales orgánicos. Las aguas residuales pasan por un tratamiento de biofiltro compuesto por sustratos o lechos filtrantes de diferentes materiales, el lombrifiltro incluye un sustrato, residuo de madera blanca o fibra vegetal sin presencia de químicos para evitar la contaminación cruzada, durante este proceso las lombrices se alimentan de la materia orgánica retenida en las capas superiores para convertirlas en humus. Al filtrar el agua de manera descendiente por cada una de las capas del relleno, el agua será filtrada por medio de gravedad donde los microorganismos presentes degradarán toda la materia orgánica.

En tanto, Sudipti & Sakshi, (2021) mencionan que los lombrifiltros, es un sistema ecológicamente sostenible, asequible y duradero que trata aguas de escorrentía de corrales de engorde, con una vida útil relativamente larga a través de 3 biofiltros con flujo horizontal, uno sin lombrices, otro con lombrices, el tercero con lombrices y plantas, comparando con los resultados de otras literaturas sugiere que el sistema desarrollado puede promover una mayor eliminación de nitrógeno. Las raíces de las plantas junto con las lombrices forman un ecosistema aeróbico dentro del filtro de tratamiento, aumentando así la eficiencia de oxidación nitrificación de los compuestos orgánicos.

En tanto, Cartagena (2021) determinó la eficiencia de la *Eisenia foetida* en aguas residuales compuesta por sustratos; *E. foetida*, sustratos, aserrín, arena fina, arena gruesa y agregados durante 7 meses. Sus resultados antes y después del tratamiento fueron; aceites & grasas 12.30 mg/L - 7.80 mg/L,  $DBO_5$  46.79 mg/L - 16.95 mg/L, DQO 121.60 mg/L - 48.10 mg/L, STS 68.85 mg/L - < 5 mg/L, pH 7.95 – 7.46.

Huiza & Ordoñez (2018) utilizó el método de la pared caliente para condicionar el crecimiento de las lombrices. La técnica de la pared caliente se utilizó para tratar aguas residuales domésticas mediante un filtro de lombrices con las siguientes capas; pellets, grava, placas, aserrín, lombrices *Eisenia foetida* y corteza de tallo de

quinua, se obtiene eficiencias en la remoción de; 62.5% (DBO<sub>5</sub>), 53.25% coliformes termo tolerantes para un tiempo de retención hidráulico de 2 horas. Se descubrió que el 80% de humedad, el pH de 6.5 y 8.5 y la temperatura del estrato eran características de la especie *Eisenia foetida* de las lombrices de tierra. Se ha determinado que el sistema de filtro de lombrices trata eficazmente las aguas residuales domésticas.

Miito, et al. (2021) tomaron como muestras aguas residuales analizados durante seis meses empleando el sistema de vermifiltro, como resultados se obtuvo;  $81 \pm 7.1\%$  para nitrógeno amoniacal total (NAT),  $77 \pm 8.4\%$  para nitrógeno total (NT) y  $74 \pm 9.5\%$  para NO<sub>3</sub> -N. ST fue baja de  $21 \pm 7.0\%$ , pero la reducción de STS más eficiente  $68 \pm 10\%$ . Los resultados fueron favorables para TP ( $48 \pm 6.0\%$ ) y DQO ( $45 \pm 4.1\%$ ), relativamente menor ( $3.9 \pm 19.2\%$ ) en conclusión; la vermifiltración tiene una gran eficiencia en la disminución de nutrientes y simultáneamente materia orgánica de los efluentes del vermifiltro. Así mismo, Pérez & Carrasco (2019) implementaron un sistema de lombrifiltro para el tratamiento del efluente de la industria láctea, como resultados óptimos se obtuvo materia orgánica; varían 70 a 95%, con carga hidráulica en 1.06 y 0.2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> por día se observó la eficiencia en los parámetros de MO, DQO, temperatura y pH del agua en el tratamiento de la empresa láctea, con grandes cantidades de materia orgánica y que no utilizan productos de limpieza nocivos tienen más probabilidades de obtener buenos resultados.

Manyuchi, et al., (2019) utilizaron el método biológico el tratamiento de aguas residuales porcinas con el sistema de vermifiltración, en 3 etapas con 3 vermifiltros compuestos por lombrices *Eisenia foetida*, tierra de jardín, arena y piedras de cuarzo se midieron antes y después los parámetros físicos y químicos del agua residual, se midieron usando métodos estándar el tratamiento con un vermifiltro de 3 etapas conectado en series resultó en una reducción del 99.2 % en DQO, 99.4 % en DBO<sub>5</sub>, 99.2 % en TSS, 80.2 % en TDS y 86.9 % en EC. La concentración de DO aumentó en >345.5%. La aplicación de la tecnología de vermifiltración en el tratamiento de aguas residuales porcinas permite que los contaminantes biológicos efectivos y la tecnología es fácilmente adoptable en países en desarrollo debido a su simplicidad y trata el agua a estándares aceptables.

Neha & Ashok (2020) usaron la técnica de vermifiltro con la especie de lombriz de tierra *Eisenia foetida* para el tratamiento de aguas residuales hospitalarias, ya que no se pueden verter sin tratamiento al cauce natural, porque dichas aguas llevan tantos patógenos y sustancias tóxicas dañinas, la técnica empleada es sostenible y respetuosa con el medioambiente, donde la lombriz actúa como un biorreactor y puede ingerir los desechos orgánicos sólidos y líquidos y expulsarlos como vermicompost, se realizó con un vermifiltro recolectado teniendo eficiencia del sistema, con variaciones del pH, (DQO), (DBO), los sólidos (TSS) y la turbidez se midieron en este estudio. En su resultado se observó una reducción significativa en el nivel de DBO, DQO, TSS, Turbidez y pH neutralizado.

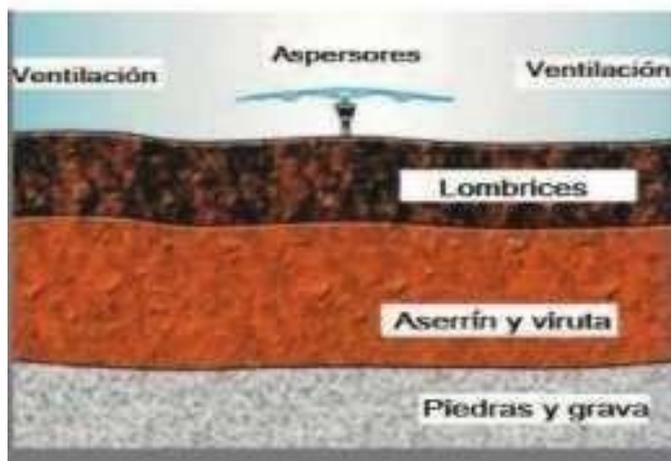
Ghasemi, et al., (2020) emplearon la técnica de vermifiltración para las aguas residuales domésticas de la fosa séptica diseñado en base a la combinación del filtro de arena y el vermifiltro con la tasa de carga óptima de 2m<sup>2</sup> por día durante 45 días. Se midió el pH, conductividad eléctrica, demanda química de oxígeno, turbidez y concentración de nitratos analizadas antes y después del tratamiento con lombrices, los resultados demostraron que la combinación única del sistema de vermifiltración con el filtro de arena; redujo la conductividad eléctrica, la DQO, el nitrato y la turbidez con eficiencias de eliminación en; (80, 80, 60 y 90 %), respectivamente. La calidad de las aguas residuales tratadas cumple con los estándares ambientales.

Miito, et al., (2021) implementaron un sistema de vermifiltro a escala piloto para la purificación de una corriente lateral de aguas residuales lácteas en una granja lechera y la recuperación de nutrientes fue evaluó, durante seis meses la eficacia de un vermifiltro, se recolectaron muestras de aguas residuales de productos lácteos aguas arriba y aguas abajo analizaron las reducciones; 81 ± 7.1% para TAN. 77 ± 8.4% para TN y 74 ± 9,5% para NO<sub>3</sub> -N. La reducción de sólidos totales fue, en general, baja, de 21 ± 7,0 %, pero la reducción de TSS fue significativamente alta, de 68 ± 10 %. En general, este estudio demostró que la vermifiltración tiene un gran potencial para aliviar el contenido de nutrientes y, al mismo tiempo, reducir la fuerza orgánica de los efluentes del vermifiltro.

Así mismo, Ramón, (2018) explica que el filtro de lombrices se compone de una capa de humus, donde se encuentran los microorganismos y las lombrices, y de un

sustrato de residuos de madera blanca o fibra vegetal que ha sido liberado de productos químicos para evitar la contaminación cruzada y lograr un resultado de biofiltración eficaz, durante este proceso, las lombrices se alimentan de la materia orgánica que ha quedado retenida en las capas superiores para convertirla en humus, que es un abono orgánico y natural.

En cuanto a las capas con lombrices, compuesto por 3 capas para el proceso de tratamiento, no olvidar los parámetros como el caudal (TRH), minimizará el porcentaje de contaminación de las aguas servidas urbanas o rurales. (Saboya, 2018). Para mayor información Ver figura 5.



**Figura 5. Capas del lombrifiltro. Fuente: capas de la lombriz Rios,2018.**

Dado que, puede transformar prácticamente cualquier tipo de residuo orgánico en vermicompost, la *Eisenia foetida* es la especie más empleada para el tratamiento de la lombricultura, estos abonos orgánicos mejoran las cualidades químicas y físicas del suelo (Gutiérrez, et al., 2020). Para mayor información .Ver figura 6.



**Figura 6. La Eisenia foetida.**

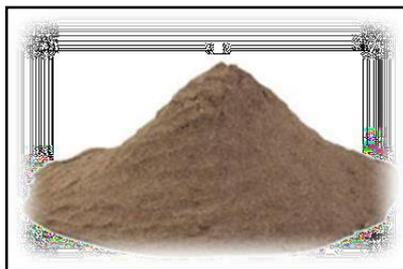
La viruta es un trozo de material sobrante que se retira con una cepilladora u

otros instrumentos, como taladros, durante la planificación, el desbaste o la perforación en madera o metales. Adopta el aspecto de una lámina curvada o en espiral. Suele considerarse un producto de desecho de las industrias del metal o la madera, pero tiene varios usos. Ver Figura 7.



**Figura 7. La viruta.**

Arena fina Conjunto de partículas que se crean cuando las rocas se desmoronan de forma natural o cuando se trituran; los granos resultantes tienen un tamaño inferior a 5 milímetros. Ver Figura 8.



**Figura 8. Arena fina.**

El serrín; es el polvo o las partículas que se desprenden de la madera durante el proceso de aserrado, contiene fragmentos diminutos de madera creados durante la manipulación, el procesamiento la transformación de la madera, el contrachapado y/o los tableros de partículas proceso de aserrado, contiene fragmentos diminutos de madera creados durante la manipulación, el procesamiento la transformación de la madera, el contrachapado y/o los tableros de partículas. (Serret, et al., 2016) después se colocó una capa de aserrín, ya que tiene propiedades filtrantes. Para mayor información. Ver Figura 9.



**Figura 9. Partículas de serrín desprendidos de madera.**

El subproducto fibroso que queda después de triturar y exprimir los tallos de la caña de azúcar se conoce como bagazo de caña de azúcar, los resultados muestran un 42.91% de celulosa, 27.92% de hemicelulosa y 9.74% de lignina (Resano, et al., 2022). Ver Figura 10.



**Figura 10. Bagazo.**

Grava, son partículas de rocas naturales que se forma por los movimientos de los cuerpos de agua o también se producen de manera artificial, son de tamaño entre 2 y 64 mm (Rodríguez,2017). Ver Figura 11).



**Figura 11. Partículas de grava.**

La roca de río se utilizó en la primera capa debido a su tamaño, que proporciona al sistema estabilidad y aire acción al tiempo que permite la permeabilidad, el desarrollo de la flora bacteriana, ayuda a la digestión de la materia orgánica, es un rasgo crucial. Ver Figura 12.



**Figura 12. Rocas de río.**

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación.

El tipo de investigación fue aplicada, porque busca aprovechar nuevos conocimientos que brinden alternativas de solución a los problemas ambientales, además sirvió de guía para realizar este trabajo dando solución a la problemática.

El diseño fue experimental, porque se manipula la variable independiente para obtener una respuesta en la variable dependiente; asimismo, se realizó análisis de los efluentes antes y después del tratamiento de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero, de la misma forma se analizaron las condiciones ambientales de la lombriz *Eisenia foetida*, los parámetros físicos, químicos, biológicos y compuestos orgánicos del efluente residual, como también se evaluó el comportamiento de las lombrices. La experimentación es un acto planeado objetivamente, para poder realizar se hace uso de todos los materiales estudiados cuidadosamente se analiza la influencia de una variable hacia otra (Árias, 2021).

Del mismo modo, adopta un enfoque cuantitativo, ya que se centra en mediciones numéricas, utiliza la observación del proceso para la recopilación de datos y emplea análisis estadísticos basados en la recopilación de datos, la medición de parámetros, la estimación de frecuencias y los estadísticos de población (Otero, 2018).

#### 3.2. Variables y Operacionalización

. Variables Independiente:

- Lombrifiltros *Eisenia Foetida*

. Variable Dependiente:

- Características de aguas residuales

Variable independiente, se modifican o cambian a causa de la intervención diseño y metodología de la investigación, también llamado “efecto” solo se plantean en los alcances explicativos, aplicativos o predictivos (Arias & Covinos, 2021).

### 3.3. Población, muestra y muestreo

La población en la investigación fueron las aguas servidas originadas diariamente por todo el mercado mayorista terminal pesquero del Callao. El elemento accesible a la unidad de análisis es la población ya que es parte del estudio realizado (López, 2004).

En tanto, la muestra consistió en recolectar agua residual sin tratamiento previo del mercado mayorista terminal pesquero el Callao, en total fueron 124L de agua residual, inicialmente se tomará 4 L para las muestras iniciales de los cuales se considera 03 muestra que fueron llevados directamente al laboratorio para poder ser analizados, la muestra que se empleó en el tratamiento del agua mediante el método de sistema de lombrifiltro fue de 120 L. La muestra es un subconjunto o trozo del mundo o la población que será objeto de la investigación; es una representación exacta de la población (López, 2004).

La muestra se recogió en forma no probabilístico, se tuvo en cuenta el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales “Resolución Jefatura, N° 010-2016- ANA.,2016).

El procedimiento para la toma de muestra se realizó siguiendo el protocolo que se indica en la tabla 7.

**Tabla 7. Procedimiento de toma de muestra**

Toma de muestra
Se adapta del protocolo para fuentes de bajo caudal y poca profundidad
La toma de muestra se realizó por la mañana. Se tomaron directamente de la poza de sedimentación del PTAR del mercado mayorista terminal pesquero del Callao.
a: Vistiendo la indumentaria correspondiente correctamente.
b: se tomó en cuenta la ubicación del lugar y los puntos del muestreo, ubicándose donde la corriente de agua fue homogénea.
c: Se quitó la tapa y contratapa sin tocar el interno del frasco para evitar contaminación alguna.
d: Los frascos (estéril, plástico, vidrio color ámbar) para coleccionar las muestras se enjuagaron como mínimo dos veces ante del llenado.
e: Se sujetó la botella por debajo del cuello, sumergiéndola en dirección contrario al flujo de agua.

f: Para determinar los parámetros de (aceite, grasas) la muestra fue tomada en la superficie de la posa del sedimento del PTAR.
g: Se dejó un espacio de 10% en el volumen para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para los microorganismos.
h: La muestra para determinar el parámetro $DBO_5$ fue llenado pausadamente para que no formar burbujas.
i: Se tomó en cuenta coleccionar la muestra sin la presencia de sedimentos en el lugar de muestreo.
j: Se rotulo, colocándolo en un cooler para evitar que se altere la muestra, y se llevó inmediatamente al laboratorio para ser analizada.

Fuente: ANA, coordinador del protocolo, 2016).

El mercado mayorista terminal pesquero; es un centro de acopio, donde se intercambian bienes y servicios de especies de todo el Perú y continentales, en este mercado se distribuyen recursos marinos hacia Lima Metropolitana y otras ciudades, se encuentra ubicado con; en la Av. Néstor gambeta 6311, Carretera a Ventanilla Km 5200 Callao, con coordenadas; UTM 11°59'21" S 77°07'33" W 6m.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica establecida es observación científica directa; se utilizó esta técnica para tomar conocimiento de los procesos y resultados del tratamiento del agua residual que se genera por la actividad de comercializan bienes y servicios, así como productos hidrobiológicos (peces, moluscos, crustáceos y anfibios etc.) que se realiza a diario en el mercado mayorista terminal pesquero del Callao, en la realización del tratamiento de aguas residual mediante lombrifiltros. El diseño fue experimental, la metodología cuantitativa que consisten en pasos y actividades que permiten al investigador obtener los datos necesarios para responder a la pregunta de investigación. La base de la herramienta de recojo de datos es establecer las condiciones para la medición, donde los conceptos de los hallazgos representan una abstracción del mundo real y de lo sensorial, perceptible por los sentidos directos o indirectamente, y donde todo lo empírico es cuantificable (Hernández & Duana, 2020).

Así mismo, los instrumentos que se utilizaron durante la investigación para el recojo de datos fueron; fichas, tablas de elaboración propia en las cuales se registró todo el proceso de experimentación del trabajo de investigación, así como los resultados

de los muestreos y monitoreo antes, durante y después del tratamiento de agua residual mediante lombrifiltro, de acuerdo a los indicadores (parámetros) mencionados en la matriz de operacionalización de variables de las aguas residuales. En tal sentido, los instrumentos permitirán llevar a cabo todo el proceso de la investigación. “son las distintas formas o maneras de obtener la información” (Sánchez, et al., 2021). Aplicación de los instrumentos de recojo de datos (para mayor información. Ver Anexo (3,4 y 5).

- Ficha 1. Condiciones ambientales de la lombriz *Eisenia foetida*.
- Ficha 2. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua residual.
- Ficha 3. capacidad para descomponer materia orgánica la *Eisenia foetida* de las aguas residuales.

La elaboración de los instrumentos de investigación, implica un proceso de validación por el juicio de los expertos; (Hernández & Baptista, 2018), indican que el contenido del trabajo se obtiene a través del análisis de los expertos, que aseguran que las magnitudes son medidas, para todos los proyectos de investigación estos documentos, incluidos el dictamen pericial y las fichas de control de los parámetros de *Eisenia foetida* y lombrifiltro, fueron aceptados por expertos en la materia del estudio.

Confiabilidad de los instrumentos, de acuerdo a lo que mencionan los autores, indica la confiabilidad, es una herramienta para medir el grado de aplicación repetida al mismo objeto o individuo, elaborar resultados semejantes. (Sampieri, et al., 2018). se muestra la validación de los instrumentos. Ver tabla 8.

**Tabla 8. Validación por los expertos.**

Ver tabla 8.

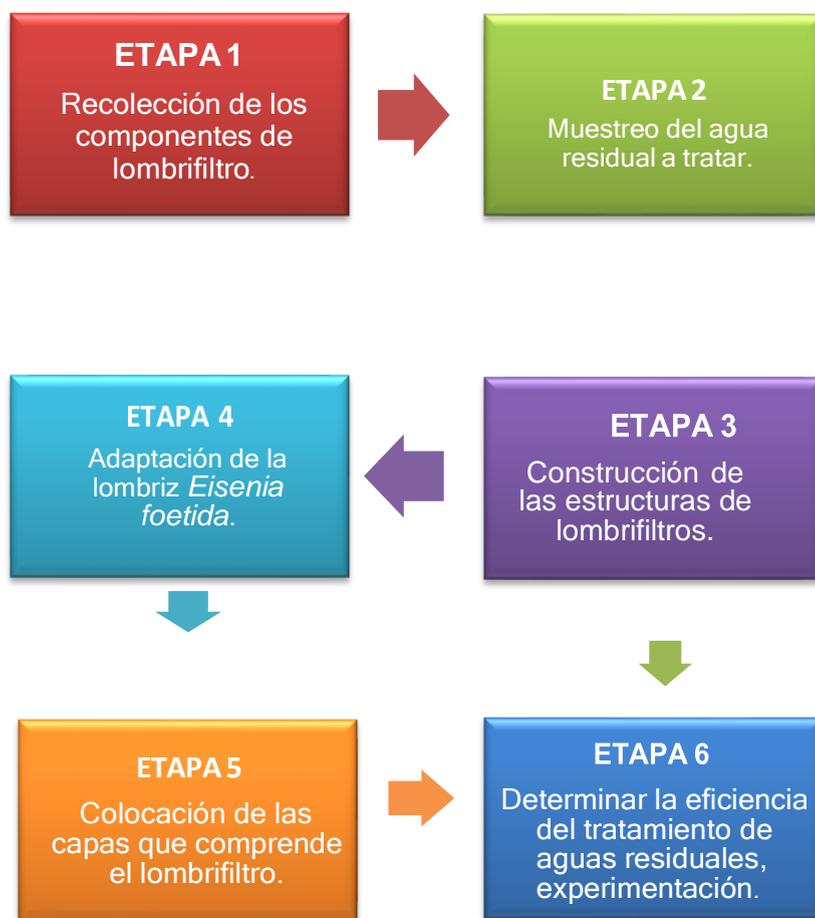
Expertos	Especialidad	Colegiatura (CIP)	Valoración
Dr. Julio Juan Ordoñez Gálvez	Recursos hídricos y medio ambiente	25450	90%
Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio.	Ingeniería química y ambiental	89972	85 %
Doctor: Jhony Valverde Flores	Especialista en Proyectos de Investigación.	79862	85%
promedio final			86.67%

### 3.4. Procedimientos

Para el tratamiento de aguas servidas del mercado mayorista terminal pesquero mediante lombrifiltros *Eisenia foetida*, Se realizo el siguiente proceso, mediante el siguiente diagrama. Para mayor información. Ver Figura 13.



**Figura 13. Diagrama de flujo del tratamiento del agua residual mediante lombrifiltros.**



**Figura 14. Etapas del tratamiento de aguas servidas**

**ETAPA 1. Recolección de los componentes del lombrifiltro:** para poder adaptar a la lombriz se construyó un habitáculo en un área de 1m x1.50 m. Se recolecto todos los componentes para la elaboración del lombrifiltro. Ver Tabla 9 y Anexo14.

**Tabla 9. Componentes del lombrifiltro.**

componentes del lombrifiltro			
Materiales	Cantidad	Especie cantidad	Cantidad
Tuvo de agua de ½ pulgada PVC	01	<i>Eisenia foetida</i>	1. 750 kg
Niple para agua	07	Aserrín	9 kilos
Llave de paso	04	Viruta	9 kilos
Pegamento azul mediano	01	Arena fina	9 kilos

Codo con rosca	03	Bagazo	6 kilos
T de ½ mixto	03	Piedra grava	15 kilos
Teflón	03	Piedra grava	21 kilos
01 tacho súper rey nº 140 con tapa con dimensiones de 71.cm alto x 50 cm de ancho con capacidad 122.5L.	01	Ladrillos	18 Unidades
03 tachos UMA con tapa con dimensiones de 64 cm x 1mt y con capacidad de 100Lt.	03	Malla	6 metros
Madera	02		
Malla sintética para arena	1metro		
Mandil	01		
Guantes látex	1 caja x 50		
Balanza	01		
Pintura blanco de agua pared	1 balde		
Duchas de plástico	03		

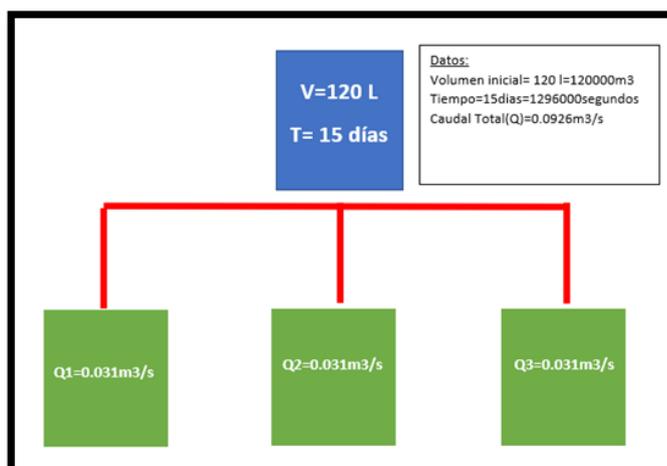
**Etap 2. Muestreo del agua residual a tratar** : se llevó acabo teniendo en cuenta el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” se recolecto en total 124 L de agua residual del terminal pesquero el Callao, inicialmente se recolecto 4 L para las muestras iniciales sin tratamiento que fueron llevados directamente al laboratorio para poder ser analizados, la muestra que se empleó en el tratamiento del agua mediante el método de sistema de lumbrifiltro fue de 120 L ,empleándose los siguientes materiales;, guantes, botellas plástico, mascarilla, guardapolvo, balde, 04 botellade vidrio color ámbar, 12 botella de plástico de 2 litros L, 12 frasco estéril, marcadores . Ver leyenda A, B, C.



- A: Recolección del agua residual
- B: Muestra del agua residual
- C: Análisis del agua residual sin tratamiento

**Etapa 3. Diseño y construcción de la estructura de los lombrifiltro:** se diseñó teniendo en cuenta las dimensiones del lombrifiltro, los materiales para su construcción, los parámetros del agua, la adaptación de la lombriz, y el área total. El ensamblaje del biofiltro, se realizó en un área total de  $8\text{m}^2$ , donde se colocó el tanque de almacenamiento con dimensiones de 71.cm alto x 50 cm de ancho con capacidad 122.5L a una altura aproximada de 2.10cm, para que el agua descienda por gravedad a los 3 lombrifiltros. Así mismo las dimensiones de los tachos son 64 cm ancho x 1mt de largo y con capacidad de 120L de volumen de agua residual con un caudal total de  $0.0926\text{ m}^3/\text{s}$  distribuidos a cada lombrifiltros :1 ( $Q=0.03\text{ m}^3/\text{s}$ ), lombrifiltros: 2 ( $Q=0.03\text{ m}^3/\text{s}$ ), lombrifiltros 3 ( $Q=0.03\text{ m}^3/\text{s}$ ), para mantener la humedad, se instalaron las tuberías por donde descendió el agua desde el segundo nivel hacia el primero teniendo como válvula principal una llave de paso, y 3 llaves de paso en cada lombrifiltro para una mejor distribuir del agua residual, se colocaron duchas de plásticos para cada lombrifiltro finalmente cada biofiltros cuenta una llave de salida del agua tratada (muestreó) para ser analizado en el laboratorio.

Asimismo, se instaló un sistema de riego para bombear el agua residual desde el tanque alimentador continuamente durante 15 días, se analizaron cada 5 días teniendo en cuenta los mismos parámetros, se recolectó los muestreos para ser analizados en el laboratorio en los primeros 5 días, 10 días y el análisis final en 15 días. Ver figura 15.



**Figura 15. Disposición de los biofiltros.**

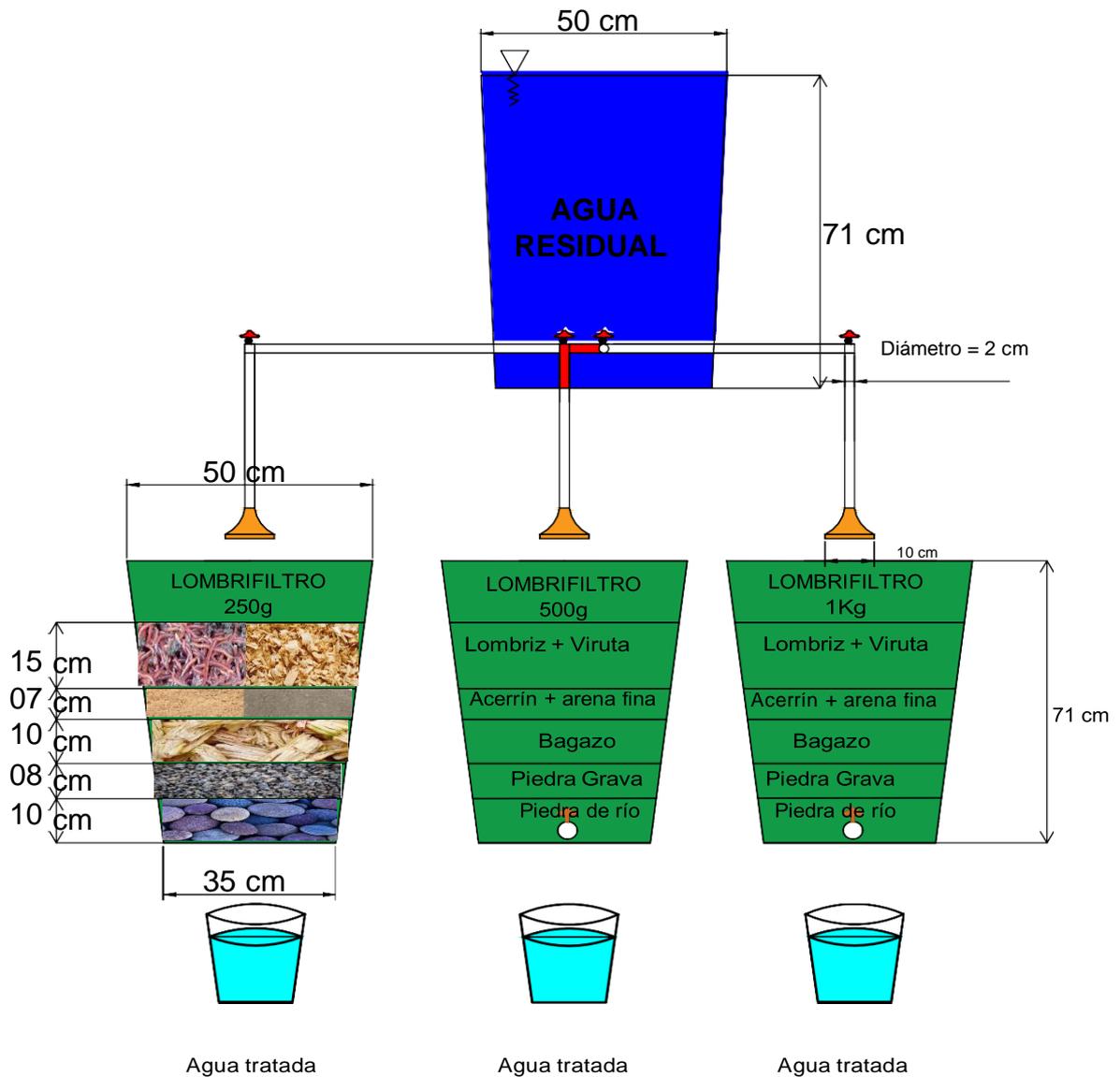


Figura 16. Diseño del lombrifiltro

**Etap 4. Adaptación de la lombriz *Eisenia foetida*:** se construyó un habitáculo en un área de 80 cm x 1.32 cm donde se colocó para una adaptación por un periodo de 2 meses, donde fueron evaluadas las condiciones ambientales de las lombrices, analizando los parámetros; temperatura, pH, % humedad para posteriormente ser inoculados en los lombrifiltros. Ver Anexo 15.

Materiales:

- ✓ Cemento 02 bolsas

- ✓ Ladrillos 03 docenas
- ✓ Hormigón ½ saco
- ✓ Arena fina ½ saco
- ✓ Herramientas etc.

Adaptación y monitoreo de la lombriz (*Eisenia foetida*).



A: construcción del habitáculo de la lombriz

B: monitoreo de los parámetros

C: riego y alimentación de la lombriz

**Etapa 5. Colocación de las capas que comprende el lombrifiltro:** estuvo compuesto por sustratos ,microorganismos y la lombriz roja californiana; con 5 capas siguiendo en orden descendente: primera capa lombrices rojas californianas más viruta con un espesor de (15 cm), segunda capa aserrín más arena fina con (07 cm de espesor), tercera capa bagazo con (10 cm de espesor), cuarta capa piedra grava con (08 cm de espesor), quinta capa bolones piedra de río con (de 10 cm de espesor; los cuales estuvieron conformados por lechos filtrantes. Ver tabla 10.

**Tabla10. Capas de los lombrifiltros**

Lombrifiltro 01	Lombrifiltro 02	Lombrifiltro 03	Medidas (cm)
<b>Lombriz 250 g + 3kilos de viruta</b>	Lombriz 500 g + 3kilos de viruta	Lombriz 1kilo + 3 kilos de viruta	<b>15 cm.</b>
<b>Aserrín 3kilos + arena fina 3 kilos</b>	Aserrín 3kilos + arena fina 3 kilos	Aserrín 3kilos + arena fina 3 kilos	<b>07 cm</b>
<b>Bagazo 2 kilos</b>	Bagazo 2 kilos	Bagazo 2 kilos	<b>10 cm</b>
<b>pedra grava5 kilos</b>	pedra grava5 kilos	pedra grava5 kilos	<b>08 cm</b>
<b>Piedra bola de rio 7 kilos</b>	<b>Piedra bola de rio 7 Kilos</b>	<b>Piedra bola de rio 7 kilos</b>	<b>10 cm</b>

**Etapa 6: Determinar la eficiencia del tratamiento de aguas servidas:** se evaluó la eficiencia en de la materia orgánica, los parámetros físicos, químicos, biológicos, ambientales, se analizó las características de las lombrices, las condiciones ambientales, mediante análisis de laboratorio a medición.

Las muestras tratadas se recolecto de los lombrifiltros 01, lombrifiltro 02 y lombrifiltro 03 durante 05 ,10 y 15 días, los materiales empleados fueron 09 frascos de plásticos de 2 L, 09 frascos de vidrios color ámbar Y 18 frascos estéril que fueron llevados directamente al laboratorio para poder ser analizados. Ver Leyenda A Y B.



A: Estructura del lombrifiltro.

## B Sustratos del Lombrifiltro.



## A. Recolección de la muestra a los 05 días de tratamiento con el lombrifiltro.



## B. Recolección de la muestra a los 10 días de tratamiento con el lombrifiltro.



## C. Recolección de la muestra a los 15 días de tratamiento con el lombrifiltro.

### **3.5. Método de análisis de datos.**

Los datos se procesaron, desde la etapa de muestra inicial y final de los parámetros físicos, químicos y biológicos, fueron analizados desde el programa Microsoft Office Excel y SPSS versión 25, para crear una representación realista con modelos objetivos o conexiones significativas, para ofrecer avances en la interpretación de los resultados basados en sistemas teóricos, en una perspectiva contextual. y, por último, la justificación de los objetivos y las sugerencias.

### **3.6. Aspectos éticos.**

Los puntos de vista éticos a tener en cuenta en este trabajo de investigación son:

➤ Respeto al escritor de las fuentes de información, citando adecuadamente, estudios internacionales, ISO -690 para realizar las referencias.

➤ Cumplimiento de los aspectos notables del código de ética del área de Investigación de la universidad César Vallejo y de la facultad de ingeniería y arquitectura, que estudia la conducción de una investigación que se fundamenta en un conjunto de normas que regulan las buenas destrezas y principios éticos para afianzar la responsabilidad y honestidad de los investigadores. Asimismo, el autor está sujeto a las sanciones y violaciones descritas en la Resolución del Consejo Universitario n<sup>o</sup>. 01262021 / UCV, artículo 22, cuando se investiga una violación y es examinada por el tribunal de honor de la universidad.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Resultados descriptivos

La presentación de los resultados está relacionados a los objetivos específicos de la investigación.

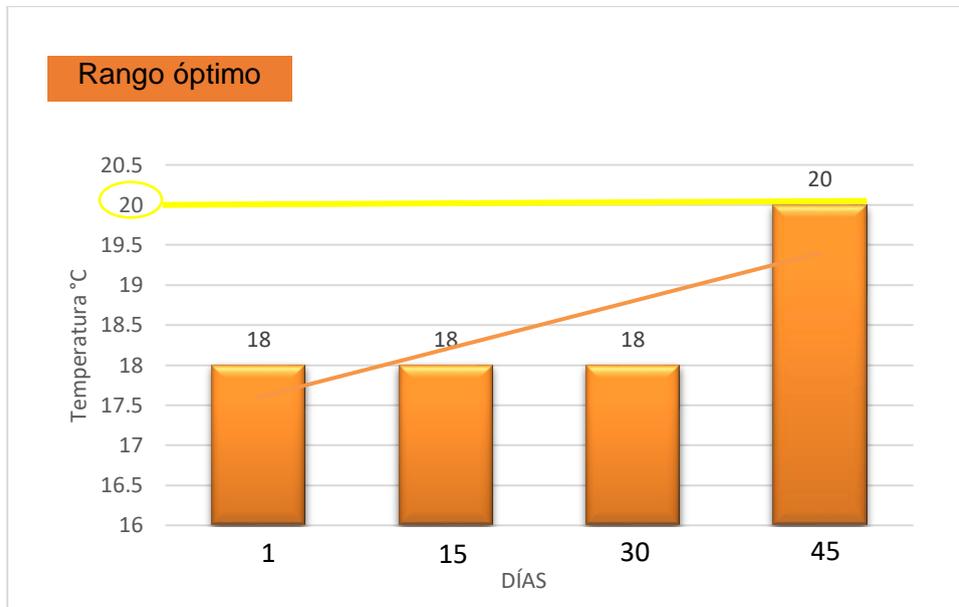
4.1.1 condiciones ambientales de la lombriz *Eisenia foetida* para el tratamiento de aguas residuales.

**Tabla 11. Análisis de las condiciones ambientales de la lombriz *Eisenia foetida*.**

Condiciones ambientales de la lombriz <i>Eisenia foetida</i>			
Fecha	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Potencial de Hidrógeno (pH)
	rango óptimo (20°C- 25°C)	rango óptimo (70-80%)	rango óptimo(6.8-7.2)
10/08/2022	18	57.5	6.5
25/08/2022	18	80	7
10/09/2022	18	77.5	7
25/09/2022	20	70	7

En la Tabla 11, se evaluó las condiciones ambientales del suelo del habitáculo de la lombriz *Eisenia foetida* durante 2 meses y cada 15 días se analizaron las condiciones óptimas ; temperatura porque su aumento o disminución afecta directamente a la lombriz disminuyen su actividad y entran a un periodo de latencia o muerte, así, mismo se evaluó el pH el grado de acidez del suelo, se analizó el porcentaje de humedad del suelo durante la adaptación, siendo un factor determinante para las condiciones ambientales adecuadas.

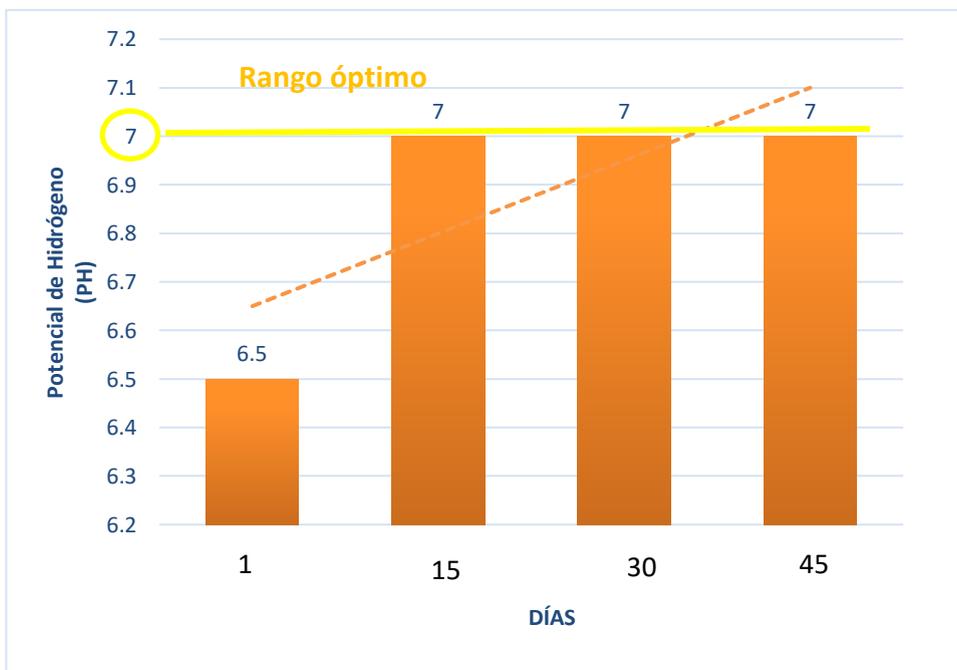
a. Temperatura °C.



**Figura 17. Temperatura del suelo**

La figura 17. Mostro que en el primer análisis se encontró 18°C encontrándose fuera de los rangos óptimos, se analizó durante 2 meses y cada 15 días consiguiendo así los rangos 18°C, 18°C, 18°C, en el último análisis se obtuvo el rango optimo 20 °C que fue fundamental en la adaptación adecuada de la lombriz.

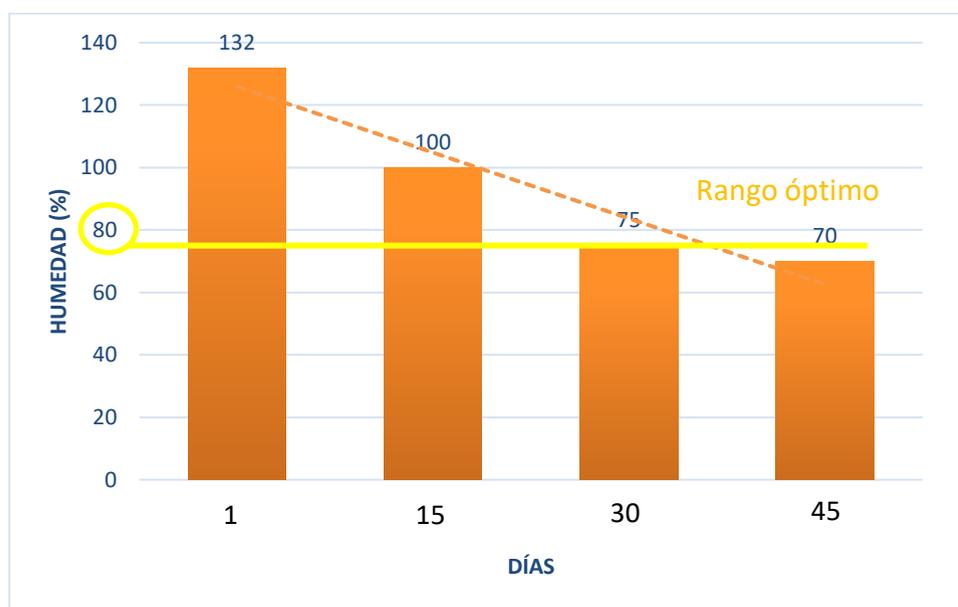
b. Potencial de hidrogeno (pH)



### Figura 18. Análisis pH del suelo

La figura 18, mostró que cambios en el comportamiento del pH, se pudo apreciar en el primer análisis con 6.5 pH muy cerca al rango óptimo, después cada 15 días los resultados alcanzando los valores óptimos para la adaptación adecuada de la lombriz.

#### c. Porcentaje de humedad



### Figura 19. Análisis del % de humedad del suelo

La Figura 19, mostró que la humedad en el primer análisis se encontró 57.5% de humedad fuera de los rangos óptimos, posterior ello se analizó durante 2 meses y cada 15 días consiguiendo así los rangos óptimos 80 %,77.5%,70%, que serán fundamenta en la adaptación adecuada de la lombriz.

4.2.1. Parámetros físicos de aguas residuales según las condiciones operativas de los lombrifiltros.

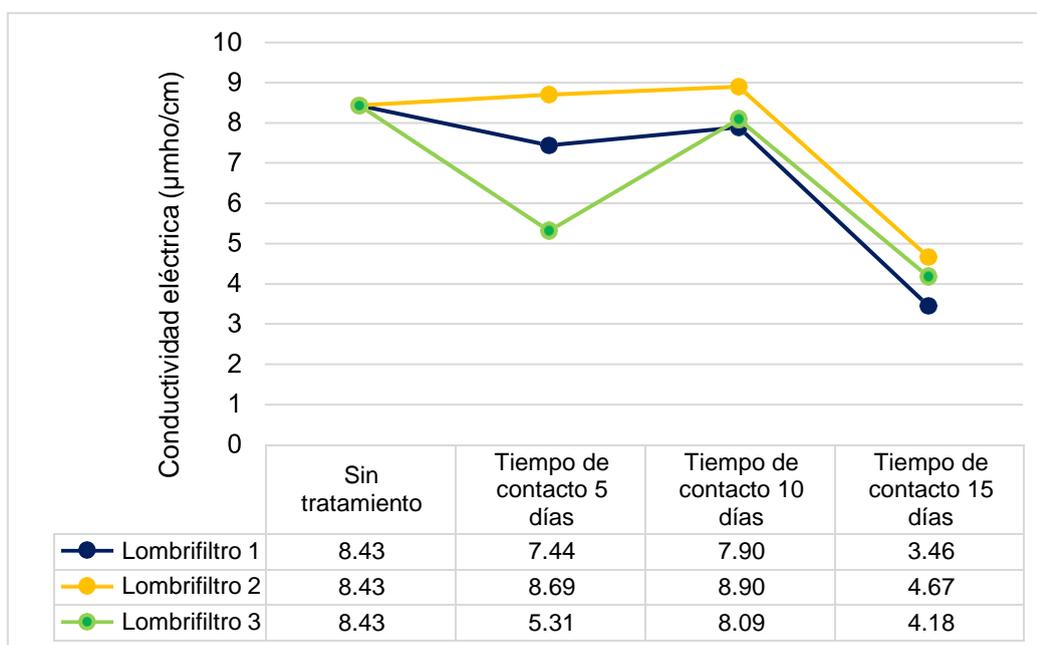
#### a. Conductividad eléctrica

En la Tabla 1, se evaluó la capacidad del agua para conducir la electricidad porque se encuentra directamente relacionado con la concentración de sales; es decir, a medida que este aumenta también aumenta la salinidad por ende también la densidad del agua.

**Tabla 12. Conductividad eléctrica del agua residual**

Lombrifiltro	Repeticiones	Conductividad eléctrica (µmho/cm)			
		Sin tratamiento	Con tratamiento		
			Tiempode contacto de 5 días	Tiempode contacto de 10 días	Tiempode contacto de 15 días
1	Repetición 1	8.43	7.333	7.896	3.41
	Repetición 2	8.43	7.461	7.894	3.48
	Repetición 3	8.43	7.536	7.899	3.48
2	Repetición 1	8.43	8.551	8.897	4.68
	Repetición 2	8.43	8.713	8.894	4.68
	Repetición 3	8.43	8.817	8.897	4.65
3	Repetición 1	8.43	5.022	8.086	4.18
	Repetición 2	8.43	5.327	8.091	4.19
	Repetición 3	8.43	5.587	8.093	4.18

La Tabla 12, mostró que a medida que aumentó el tiempo de contacto de los tratamientos (lombrifiltros) fue disminuyendo la conductividad eléctrica del agua, obteniéndose mejores resultados con las condiciones operativas de tiempo de contacto de 15 días y lombrifiltro 1, logrando una máxima reducción promedio de 4.97 µmho/cm.



**Figura 20. CE del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro.**

La Figura 20, mostró que el agua residual al transcurrir 15 días de contacto con el tratamiento del lombrifiltro 1, presentó su mayor nivel de reducción de la conductividad eléctrica del agua alcanzando el valor de 3.46  $\mu\text{mho/cm}$  que permitió al agua residual ser menos densa.

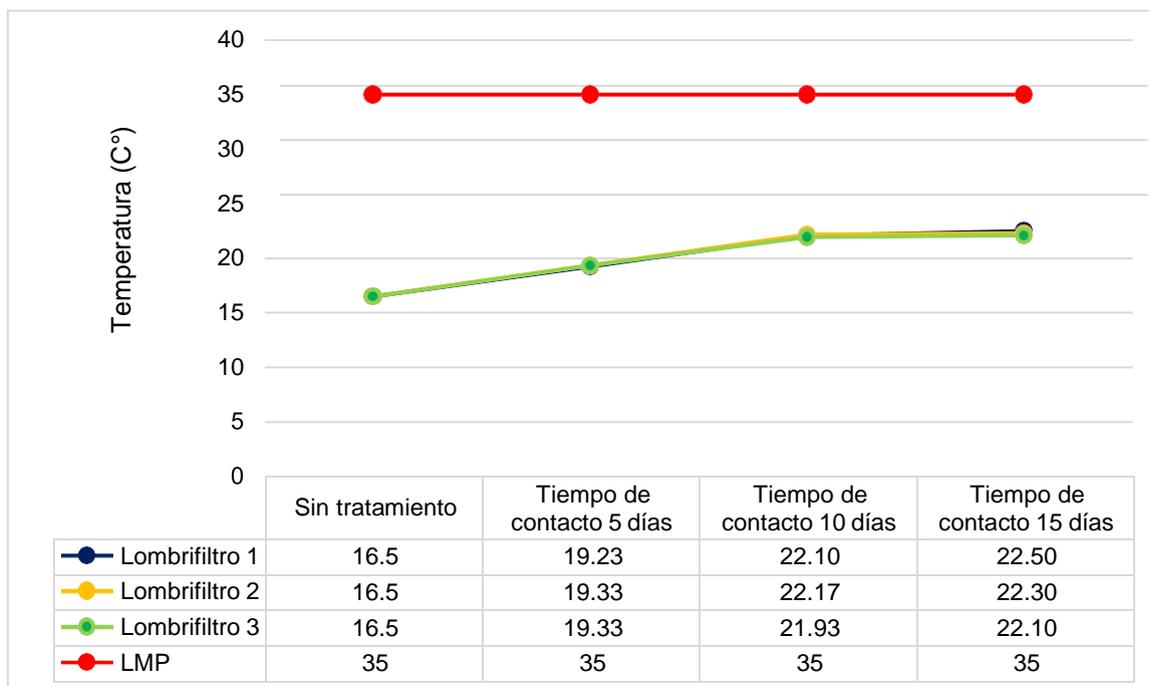
**b. Temperatura**

En la Tabla 2, se evaluó la temperatura porque su aumento afecta directamente a la cantidad de oxígeno que puede transportar el agua. Es decir, cuanto menor temperatura presente el agua mayor oxígeno tendrá influyendo en la flora y fauna.

**Tabla 13. Temperatura del agua residual.**

Lombrifiltro	Repeticiones	Temperatura (C°)			
		Sin tratamiento	Con tratamiento		
			Tiempo de contacto de 5 días	Tiempo de contacto de 10 días	Tiempo de contacto de 15 días
Lombrifiltro 1	Repeticion 1	16.5	19.1	21.3	22.5
	Repeticion 2	16.5	19.3	22.4	22.5
	Repeticion 3	16.5	19.3	22.6	22.5
Lombrifiltro 2	Repeticion 1	16.5	19.4	21.5	21.9
	Repeticion 2	16.5	19.3	21.7	21.9
	Repeticion 3	16.5	19.4	21.5	21.9
Lombrifiltro 3	Repeticion 1	16.5	19.4	21.8	21.6
	Repeticion 2	16.5	19.4	21.8	21.6
	Repeticion 3	16.5	19.4	21.9	21.6

La Tabla 13, mostró que a medida que aumentó el tiempo de contacto de los tratamientos (lombrifiltros) fue aumentando la temperatura del agua, alcanzando mayores niveles de temperatura con las condiciones operativas de tiempo de contacto de 15 días y lombrifiltro 1, logrando un máximo aumento de temperatura promedio de 6°C.



**Figura 21. Temperatura del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro**

La Figura 21, mostró que el agua residual al transcurrir 15 días de contacto con el tratamiento del lombrifiltro 1, presentó su mayor aumento de la temperatura del agua alcanzando el valor de 22.5 °C. Sin embargo, este valor se encontró por debajo de Límite máximo permisible para los efluentes de un PTAR según el D.S. N° 003-2010-MINAM, 2010.

c. Sólidos suspendidos totales

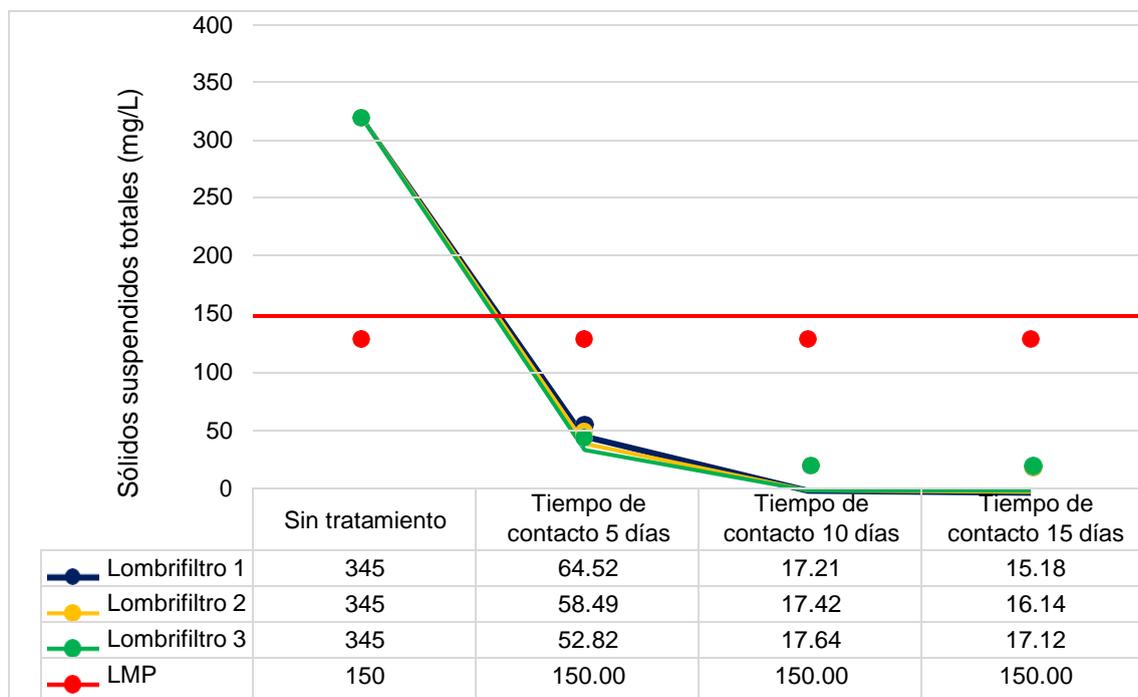
En la Tabla 3, se evaluó los sólidos suspendidos totales en el agua porque es un indicador de la calidad del agua pues mide la cantidad de material disuelto en el agua, entre los que se encuentran carbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, iones orgánicos y otros iones, que son necesarios para la vida.

**Tabla 14. Sólidos suspendidos totales del agua residual.**

Lombrifiltro	Repeticiones	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)			
		Sin tratamiento	Con tratamiento		
			Tiempo de contacto de 5 días.	Tiempo de contacto de 10 días.	Tiempo de contacto de 15 días.

1	Lombrifiltro	Repetición 1	345	65.19	17.19	15.18
		Repetición 2	345	64.17	17.19	15.14
		Repetición 3	345	64.21	17.25	15.22
2	Lombrifiltro	Repetición 1	345	47.08	17.82	18.06
		Repetición 2	345	47.16	17.85	18.07
		Repetición 3	345	47.24	17.85	18.06
3	Lombrifiltro	Repetición 1	345	63.74	17.54	15.85
		Repetición 2	345	63.45	17.54	15.67
		Repetición 3	345	63.71	17.57	15.88

La Tabla 14, mostró que a medida que aumentó el tiempo de contacto de los tratamientos (lombrifiltros) fue reduciendo la concentración de sólidos suspendidos totales del agua, alcanzando mayores niveles de remoción con las condiciones operativas de tiempo de contacto de 15 días y lombrifiltro 1, logrando una máxima remoción promedio de 95.60%.



**Figura 22. Sólidos suspendidos totales del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro**

La Figura 22, mostró que el agua residual al transcurrir 15 días de contacto con el tratamiento del lombrifiltro 1, logró la mayor remoción de la concentración de

sólidos suspendidos totales del agua alcanzando el valor de 15.18 mg/L. Además, este valor se encontró por debajo de Límite máximo permisible para los efluentes de un PTAR según el D.S. N° 003-2010-MINAM, 2010.

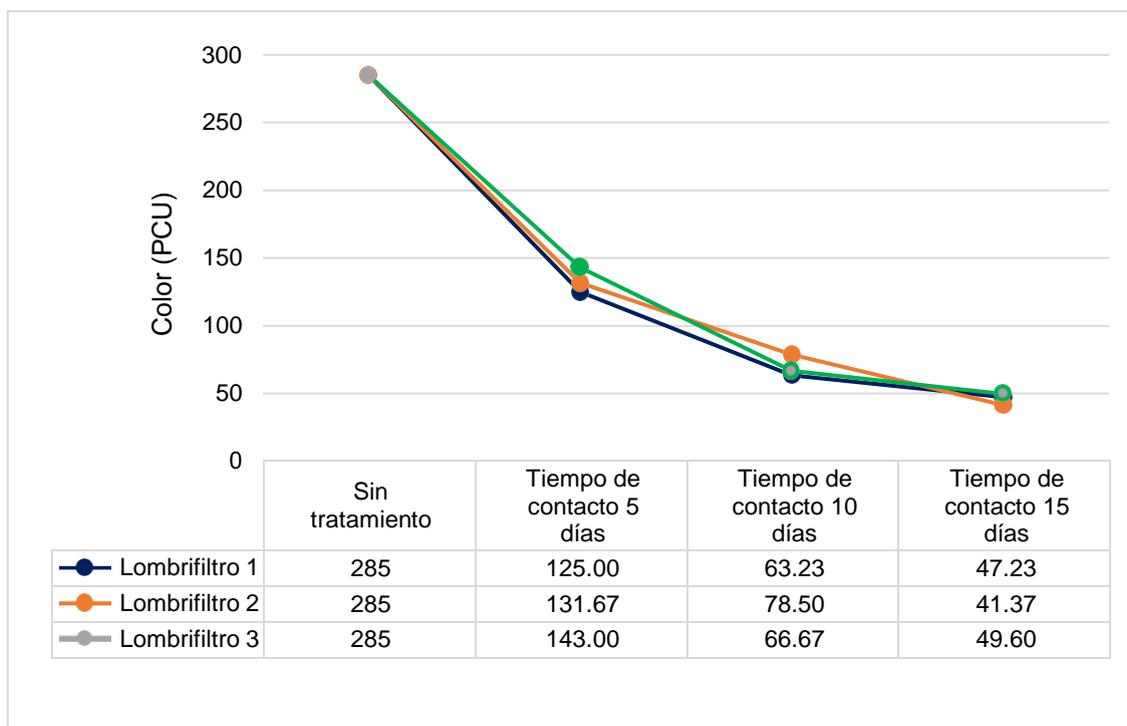
d. Color

En la Tabla 4, se evaluó el color del agua porque es un indicador del nivel de concentración de materia orgánica, donde su presencia en el agua es un relevante factor de riesgo en la generación de subproductos nocivos.

**Tabla 15. Color del agua residual.**

Lombrifiltro	Repeticiones	Color (PCU)			
		Sin tratamiento	Con tratamiento		
			Tiempo de contacto de 5 días	Tiempo de contacto de 10 días	Tiempo de contacto de 15 días
Lombrifiltro 1	Repetición 1	285	125	64.3	47.1
	Repetición 2	285	128	62.8	47.3
	Repetición 3	285	122	62.6	47.3
Lombrifiltro 2	Repetición 1	285	133	78.1	41.5
	Repetición 2	285	133	78.5	41.3
	Repetición 3	285	129	78.9	41.3
Lombrifiltro 3	Repetición 1	285	141	66.7	49.7
	Repetición 2	285	144	66.6	49.7
	Repetición 3	285	144	66.7	49.4

La Tabla 15, mostró que a medida que aumentó el tiempo de contacto de los tratamientos (lombrifiltros) fue reduciendo los niveles de color del agua, alcanzando mayores niveles de reducción con las condiciones operativas de tiempo de contacto de 15 días y lombrifiltro 2, logrando una máxima reducción promedio de 243.63 PCU.



**Figura 23. Color del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro**

La Figura 23, mostró que el agua residual al transcurrir 15 días de contacto con el tratamiento del lombrifiltro 2, logró la mayor reducción del nivel de color del agua alcanzando el valor de 41.37 PCU, que permitió al agua residual presentar menos riesgo en la generación de subproductos nocivos.

e. Turbidez

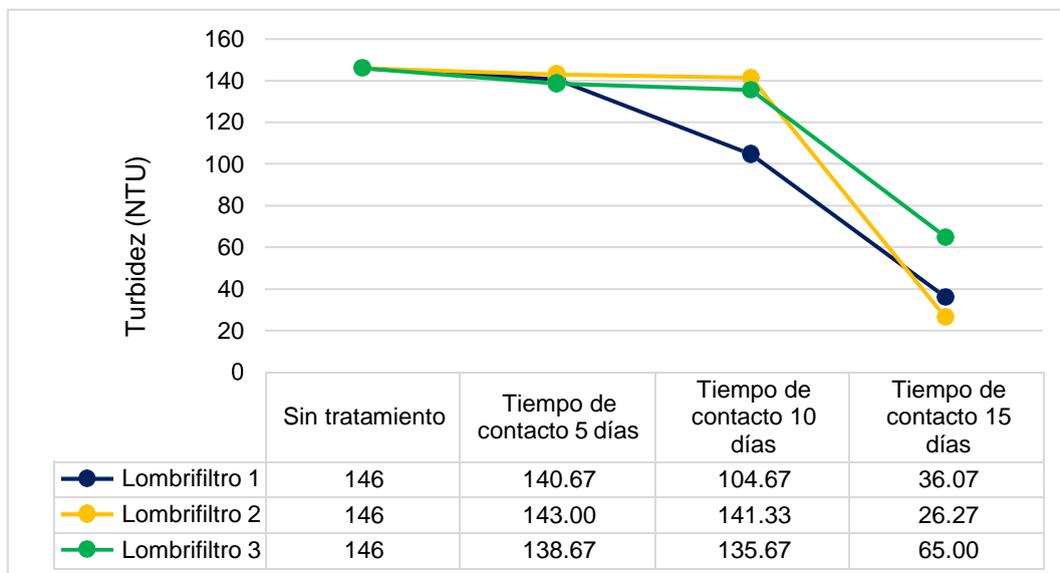
En la Tabla 5, se evaluó la turbidez del agua porque a medida que el agua va perdiendo su nivel de transparencia se mide el nivel de concentración de partículas en suspensión. Estas partículas absorben el calor de la luz solar tornando el agua más caliente y reduciendo los niveles de oxígeno de agua, poniendo en riesgo la sobrevivencia de algunos organismos.

**Tabla 16. Turbidez del agua residual.**

Lombrifiltro	Repeticiones	Turbidez (NTU)			
		Sin tratamiento	Con tratamiento		
			Tiempo de contacto	Tiempo de contacto	Tiempo de contacto

			De 5 días	De 10 días	de 15 días
Lombrifiltro 1	Repetición 1	146	141	105	38
	Repetición 2	146	149	106	35.1
	Repetición 3	146	132	103	35.1
Lombrifiltro 2	Repetición 1	146	144	140	26
	Repetición 2	146	145	142	26.4
	Repetición 3	146	140	142	26.4
Lombrifiltro 3	Repetición 1	146	142	135	65
	Repetición 2	146	130	135	65
	Repetición 3	146	144	137	65

La Tabla 16, mostró que a medida que aumentó el tiempo de contacto de los tratamientos (lombrifiltros) fue reduciendo los niveles de turbidez del agua, alcanzando mayores niveles de remoción con las condiciones operativas de tiempo de contacto de 15 días y lombrifiltro 2, logrando una máxima remoción promedio de 82.01%



**Figura 24. Turbidez del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro.**

La Figura 24, mostró que el agua residual al transcurrir 15 días de contacto con el tratamiento del lombrifiltro 2, logró la mayor remoción del nivel de turbidez del

agua alcanzando el valor de 26.27 NTU, que permitió al agua residual presentar reducir su temperatura y mejorar los niveles de oxígeno de agua residual.

*4.3.1. Parámetros químicos de aguas residuales según las condiciones operativas de los lombrifiltros*

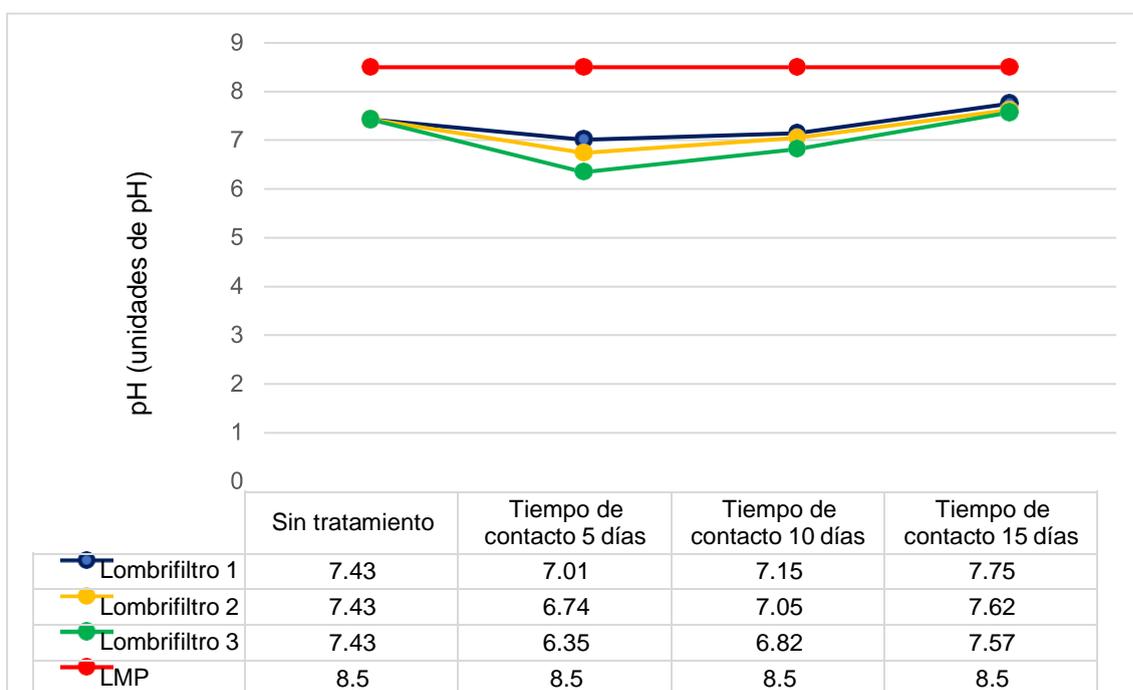
a. pH

En la Tabla 6, se evaluó el pH para evaluar el grado de acidez del agua. Además, este parámetro permite garantizar condiciones óptimas para obtener reacciones químicas o microbianas eficientes en procesos de tratamiento de agua residual.

**Tabla 17. pH del agua residual**

Lombrifiltro	Repeticiones	pH (unidades de pH)			
		Sin tratamiento	Con tratamiento		
			Tiempo de contacto de 5 días	Tiempo de contacto de 10 días	Tiempo de contacto de 15 días
1	Repetición 1	7,43	6,95	7,145	7,76
	Repetición 2	7,43	7,02	7,148	7,76
	Repetición 3	7,43	7,07	7,148	7,74
2	Repetición 1	7,43	6,21	6,909	7,62
	Repetición 2	7,43	6,98	7,11	7,62
	Repetición 3	7,43	7,03	7,12	7,62
3	Repetición 1	7,43	6,13	6,813	7,57
	Repetición 2	7,43	6,42	6,816	7,57
	Repetición 3	7,43	6,49	6,821	7,57

La Tabla 17, mostró que cambios en el comportamiento del pH, se pudo apreciar que hasta los 10 días de tiempo de contacto con tratamientos de lombrifiltros se desarrolló un proceso de acidosis y transcurrido este tiempo de contacto hasta los 15 días surgió un proceso de alcalinosis, alcanzando mayores niveles de pH con condiciones operativas de tiempo de contacto de 15 días y lombrifiltro 1, logrando un máximo aumento promedio de 0.32 unidades de pH



**Figura 25. Turbidez del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro**

La Figura 25, mostró que el agua residual al transcurrir 15 días de contacto con el tratamiento del lombrifiltro 1, logró el mayor nivel de pH del agua alcanzando el valor de 7.75 unidades de pH. Este valor obtenido se encuentra por debajo del límite máximo permisible para los efluentes de un PTAR según el D.S. N° 003-2010-MINAM, 2010.

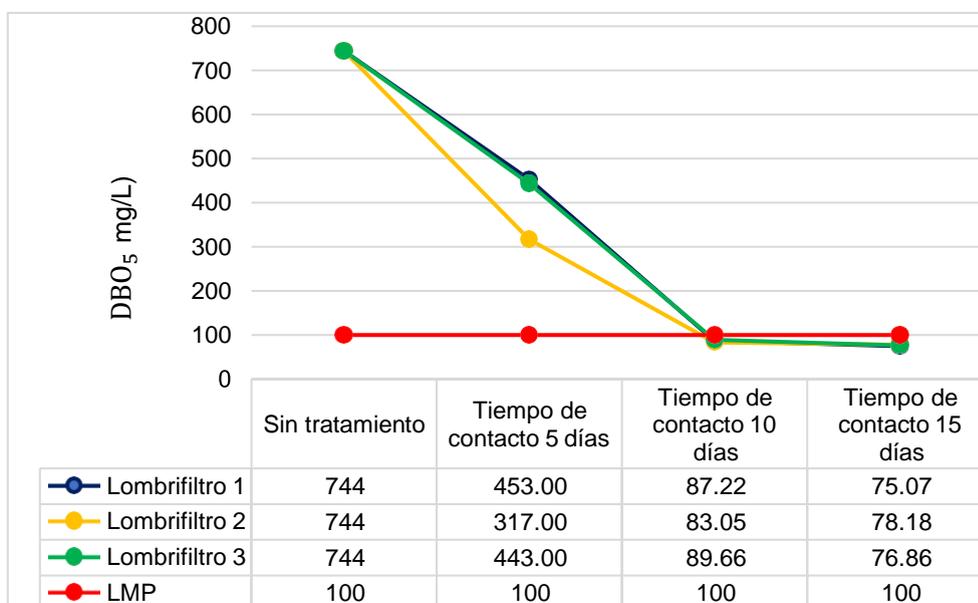
b. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

En la Tabla 7, se evaluó la demanda bioquímica de oxígeno del agua residual porque un nivel alto de este parámetro es un indicador de contaminación fecal o de partículas de carbón orgánico disuelto. Esta clase de contaminación puede ser nocivo para la salud. Por ello, es relevante asegurar niveles bajos de DBO<sub>5</sub> en el agua efluente que permitan un alto nivel de oxígeno en los medios acuáticos.

**Tabla 18. Demanda bioquímica de oxígeno del agua residual**

Lombrifiltro	Repeticiones	DBO <sub>5</sub> (mg/L)			
		Sin tratamiento	Con tratamiento		
			Tiempode contacto de 5 días	Tiempode contacto de 10 días	Tiempode contacto de 15 días
Lombrifiltro 1	Repetición 1	744	457	87,19	75,06
	Repetición 2	744	451	87,21	75,07
	Repetición 3	744	451	87,26	75,07
Lombrifiltro 2	Repetición 1	744	318	83,06	78,12
	Repetición 2	744	312	83,02	78,24
	Repetición 3	744	321	83,08	78,19
Lombrifiltro 3	Repetición 1	744	442	89,64	76,86
	Repetición 2	744	442	89,67	76,83
	Repetición 3	744	445	89,67	76,9

La Tabla 18, mostró que a medida que aumentó el tiempo de contacto de los tratamientos (lombrifiltros) fue reduciendo los niveles de demanda bioquímica de oxígeno del agua residual, alcanzando mayores niveles de remoción con las condiciones operativas de tiempo de contacto de 15 días y lombrifiltro 1, logrando una máxima remoción promedio de 89.91%.



**Figura 26. DBO<sub>5</sub> del agua según las condiciones operativas del**

### **lombrifiltro**

La Figura 26, mostró que el agua residual al transcurrir 15 días de contacto con el tratamiento del lombrifiltro 1, logró la menor concentración de demanda bioquímica de oxígeno del agua residual alcanzando el valor de 75.07 mg/L. Este valor obtenido se encuentra por debajo del límite máximo permisible para los efluentes de un PTAR según el D.S. N° 003-2010-MINAM, 2010.

#### **c. Demanda química de oxígeno (DQO).**

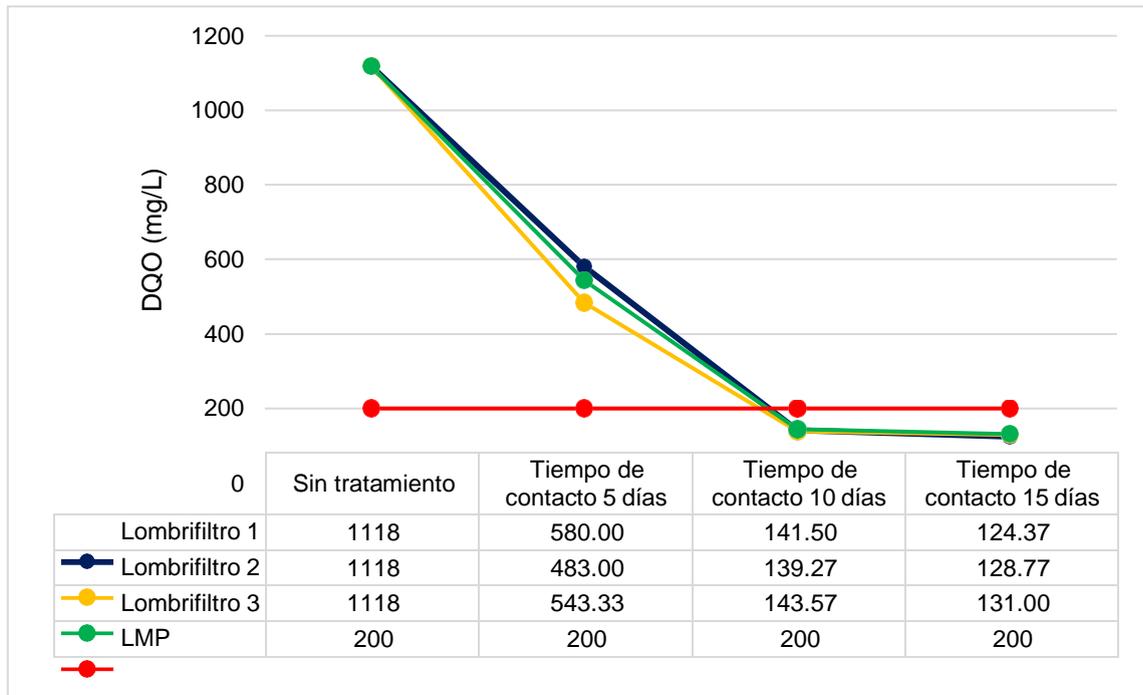
En la Tabla 8, se evaluó la demanda química de oxígeno del agua residual porque ante un nivel alto de la concentración de este parámetro será un indicador de contaminación por altos niveles de contenido orgánico en el agua residual que requieren ser removidos antes de ser descargados.

**Tabla 19. Demanda química de oxígeno del agua residual.**

Lombrifiltro	Repeticiones	DQO (mg/L)			
		Sin tratamiento	Con tratamiento		
			Tiempode contacto de 5 días	Tiempode contacto de 10 días	Tiempode contacto de 15 días
Lombrifiltro 1	Repeticón 1	1118	578	141,3	124,2
	Repeticón 2	1118	581	141,3	124,7
	Repeticón 3	1118	581	141,9	124,2
Lombrifiltro 2	Repeticón 1	1118	483	139,6	128,5
	Repeticón 2	1118	487	139,1	129,2
	Repeticón 3	1118	479	139,1	128,6
Lombrifiltro3	Repeticón 1	1118	536	143,5	143,5
	Repeticón 2	1118	541	143,5	124,9
	Repeticón 3	1118	553	143,7	124,6

La Tabla 19, mostró que a medida que aumentó el tiempo de contacto de los tratamientos (lombrifiltros) fue reduciendo los niveles de demanda química de

oxígeno del agua residual, alcanzando mayores niveles de remoción con las condiciones operativas de tiempo de contacto de 15 días y lombrifiltro 1, logrando una máxima remoción promedio de 89.91%.



**Figura 27. Demanda química de oxígeno del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro.**

La Figura 27, mostró que el agua residual al transcurrir 15 días de contacto con el tratamiento del lombrifiltro 1, logró la menor concentración de demanda química de oxígeno del agua residual alcanzando el valor de 124.37 mg/L. Este valor obtenido se encuentra por debajo del límite máximo permisible para los efluentes de un PTAR según el D.S. N° 003-2010-MINAM, 2010.

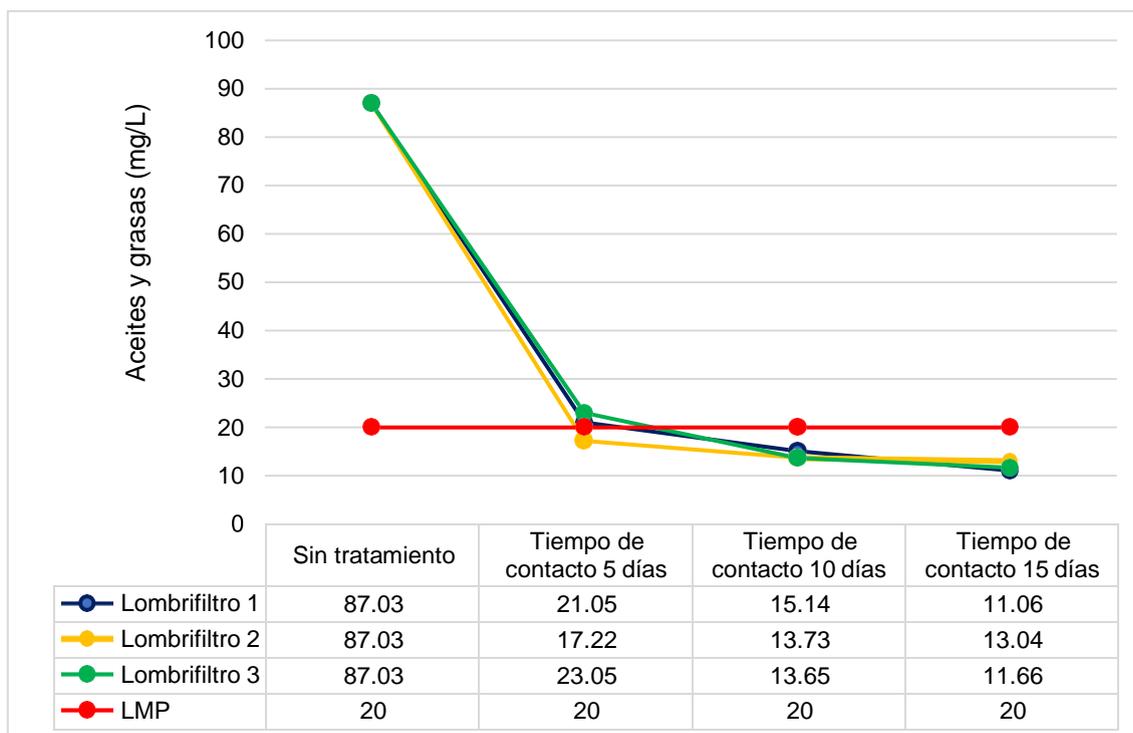
d. Aceites y grasas.

En la Tabla 9, se evaluó el nivel de concentración de aceites y grasas del agua residual porque su exceso propicia la proliferación de microorganismos. Además, por su baja densidad suele flotar en la superficie que dificulta la transferencia de oxígeno.

**Tabla 20. Aceites y grasas del agua residual**

Lombrifiltro	Repeticiones	Aceites y grasas (mg/L)			
		Sin tratamiento	Con tratamiento		
			Tiempo de contacto de 5 días	Tiempo de contacto de 10 días	Tiempo de contacto de 15 días
Lombrifiltro 1	Repetición 1	87,03	21,04	15,12	11,07
	Repetición 2	87,03	21,07	15,17	11,03
	Repetición 3	87,03	21,04	15,13	11,08
Lombrifiltro 2	Repetición 1	87,03	17,16	13,78	13,01
	Repetición 2	87,03	17,22	13,71	13,06
	Repetición 3	87,03	17,28	13,69	13,06
Lombrifiltro 3	Repetición 1	87,03	23,02	13,65	11,57
	Repetición 2	87,03	23,08	13,65	11,63
	Repetición 3	87,03	23,06	13,65	11,79

La Tabla 20, mostró que a medida que aumentó el tiempo de contacto de los tratamientos (lombrifiltros) fue reduciendo los niveles de concentración de aceites y grasas del agua residual, alcanzando mayores niveles de remoción con las condiciones operativas de tiempo de contacto de 15 días y lombrifiltro 1, logrando una máxima remoción promedio de 87.29%.



**Figura 28. Aceites y grasas del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro.**

La Figura 28, mostró que el agua residual al transcurrir 15 días de contacto con el tratamiento del lombrifiltro 1, logró la menor concentración de aceites y grasas del agua residual alcanzando el valor de 11.06 mg/L. Este valor obtenido se encuentra por debajo del límite máximo permisible para los efluentes de un PTAR según el D.S. N° 003-2010-MINAM, 2010.

4.3.1. Parámetros microbiológicos de aguas residuales según las condiciones operativas de los lombrifiltros.

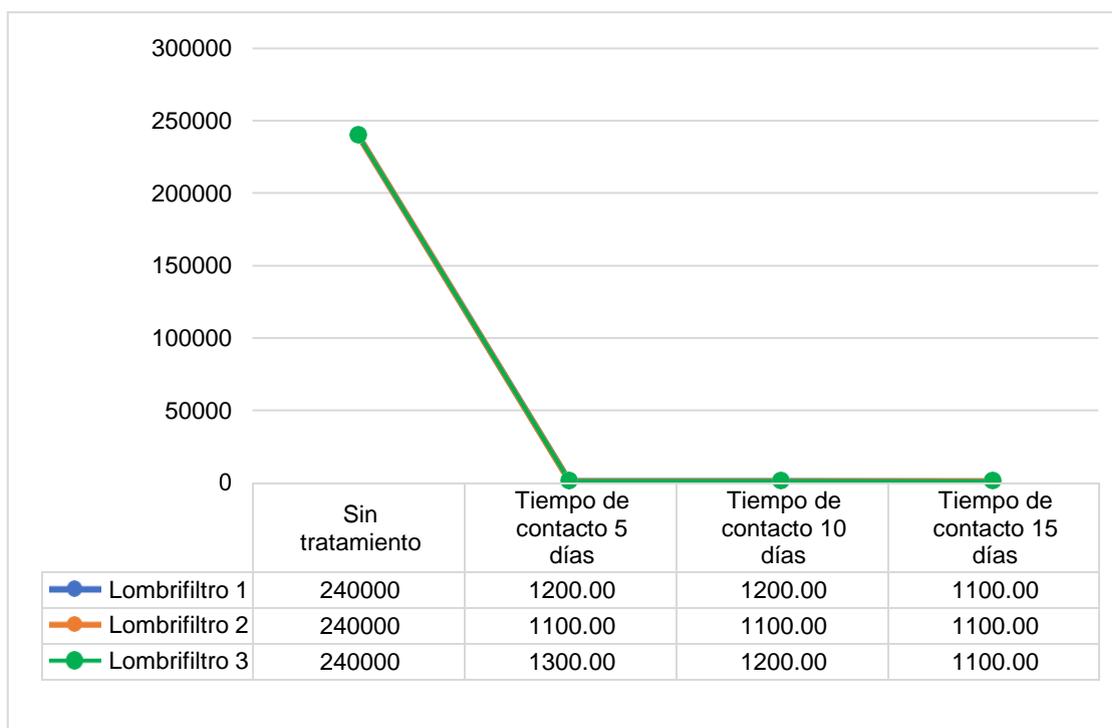
a. Coliformes totales.

En la Tabla 10, se evaluó el nivel de concentración de coliformes totales del agua residual porque su alta concentración indica la presencia de una vía de contaminación entre una fuente de bacterias.

**Tabla 21. Coliformes totales del agua residual.**

Lombrifiltro	Repeticiones	Coliformes totales (NMP/100mL)			
		Sin tratamiento	Con tratamiento		
			Tiempo de contacto de 5 días	Tiempo de contacto de 10 días	Tiempo de contacto de 15 días
Lombrifiltro 1	Repeticón 1	240000	1200	1200	1100
	Repeticón 2	240000	1200	1200	1100
	Repeticón 3	240000	1200	1200	1100
Lombrifiltro 2	Repeticón 1	240000	1100	1100	1100
	Repeticón 2	240000	1100	1100	1100
	Repeticón 3	240000	1100	1100	1100
Lombrifiltro 3	Repeticón 1	240000	1300	1200	1100
	Repeticón 2	240000	1300	1200	1100
	Repeticón 3	240000	1300	1200	1100

La Tabla 21, mostró que a medida que aumentó el tiempo de contacto de los tratamientos (lombrifiltros) fueron reduciéndose los niveles de concentraciones de coliformes totales del agua residual, alcanzando mayores niveles de remoción con las condiciones operativas de tiempo de contacto de 15 días en los tres lombrifiltros, logrando remociones promedias de 99.54%.



**Figura 29. Coliformes totales del agua según las condiciones operativas**

**del lombrifiltro.**

La Figura 29, mostró que el agua residual al transcurrir 15 días de contacto con los tres tratamientos de lombrifiltros lograron menores concentraciones de coliformes totales del agua residual alcanzando el valor de 1100 NMP/100mL.

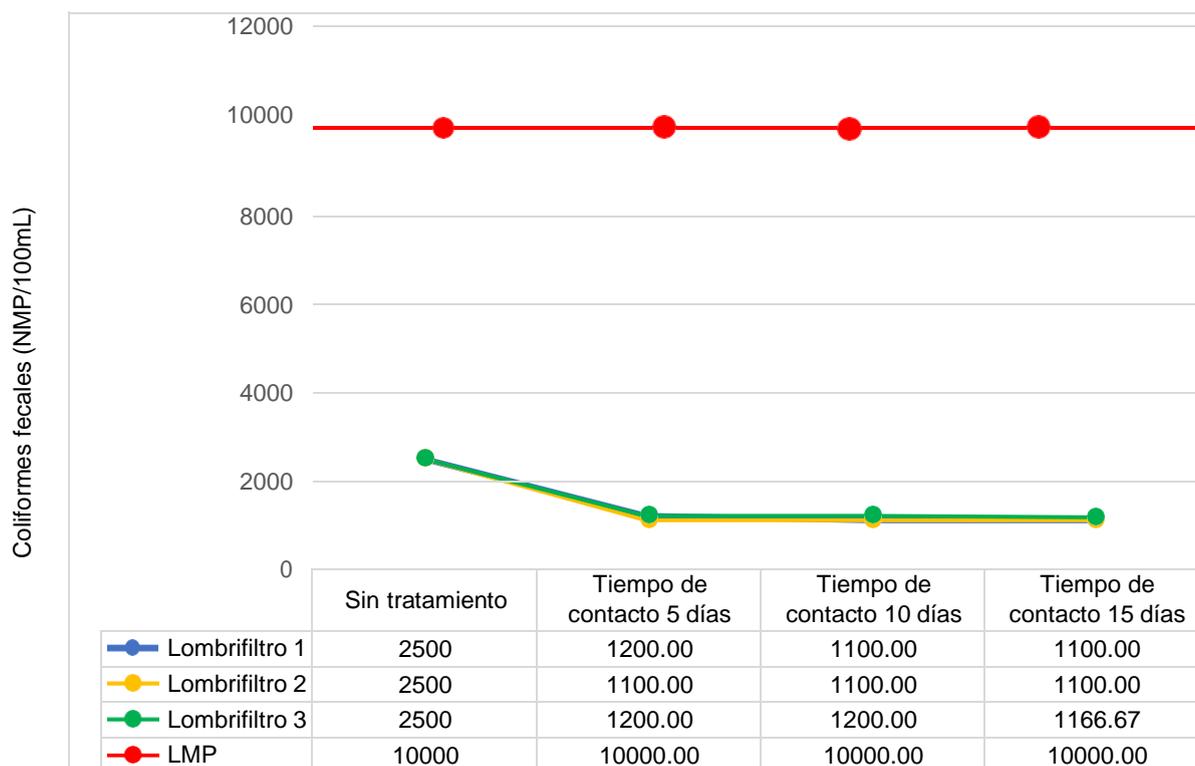
b. Coliformes termo tolerantes.

En la Tabla 21, se evaluó el nivel de concentración de coliformes termotolerantes del agua residual porque son indicadores de la presencia de contaminación de origen fecal en el agua que puede afectar la salud.

**Tabla 22. Coliformes termotolerantes del agua residual.**

Lombrifiltro	Repeticiones	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)			
		Sin tratamiento	Con tratamiento		
			Tiempode contacto de 5 días	Tiempode contacto de 10 días	Tiempode contacto de 15 días
Lombrifiltro 1	Repetición 1	2500	1200	1100	1100
	Repetición 2	2500	1200	1100	1100
	Repetición 3	2500	1200	1100	1100
Lombrifiltro 2	Repetición 1	2500	1100	1100	1100
	Repetición 2	2500	1100	1100	1100
	Repetición 3	2500	1100	1100	1100
Lombrifiltro 3	Repetición 1	2500	1200	1200	1200
	Repetición 2	2500	1200	1200	1100
	Repetición 3	2500	1200	1200	1200

La Tabla 22, mostró que a medida que aumentó el tiempo de contacto de los tratamientos (lombrifiltros) fueron reduciéndose los niveles de concentración de coliformes termotolerantes del agua residual, alcanzando mayores niveles de remoción con las condiciones operativas de tiempo de contacto de 15 días con los lombrifiltros 1 y 2, logrando en ambos casos una remoción promedio de 56%.



**Figura 30. Coliformes termotolerantes del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro.**

La Figura 30, mostró que el agua residual al transcurrir 15 días de contacto con los tratamientos de lombrifiltros 1 y 2, lograron obtener menores concentraciones de coliformes termo tolerantes del agua residual alcanzando en ambos casos el valor de 1100 NMP/100m. Estos valores obtenidos se encontraron por debajo del límite máximo permisible para los efluentes de un PTAR según el D.S. N° 003-2010-MINAM, 2010.

4.4.1. Materia orgánica de aguas residuales según las condiciones operativas de los lombrifiltros.

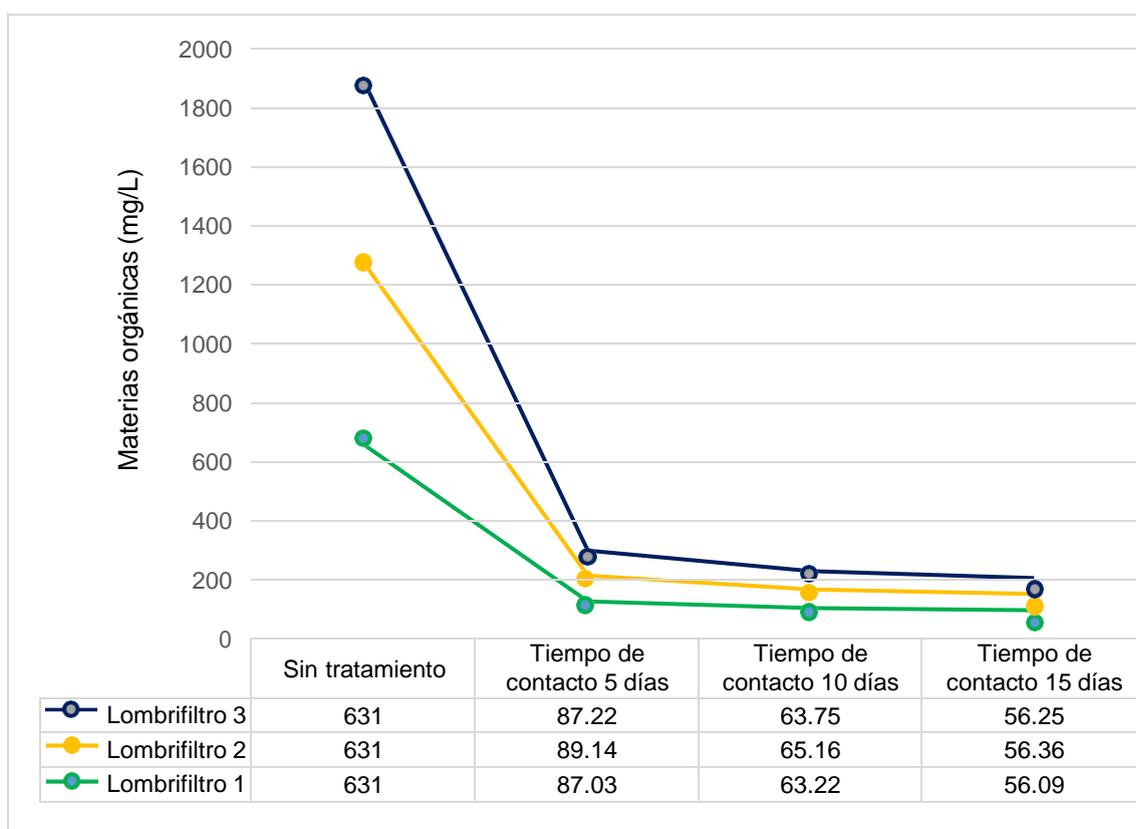
En la Tabla 22, se evaluó el nivel de concentración de la materia orgánica por que el exceso de su concentración agota los niveles de oxígeno del agua con la consecuente pérdida de la vida que se desarrolla de forma natural en el medio acuático.

**Tabla 23. Materia orgánica del agua residual.**

Lombrifiltro	Repeticiones		Materia orgánica (mg/L)			
			Sin tratamiento	Con tratamiento		
				Tiempo de contacto de 5 días	Tiempo de contacto de 10 días	Tiempo de contacto de 15 días
	1	Repetición	631	87,06	63,41	56,04

Lombrifiltro 1	2	Repetición	631	87,02	63,13	56,14
	3	Repetición	631	87,02	63,13	56,08
Lombrifiltro 2	1	Repetición	631	89,12	65,09	56,31
	2	Repetición	631	89,17	65,18	56,38
	3	Repetición	631	89,12	65,22	56,38
Lombrifiltro 3	Repetición 1		631	87,19	63,74	56,24
	Repetición2		631	87,25	63,75	56,26
	Repetición 3		631	87,22	63,75	56,24

La Tabla 23, mostró que a medida que aumentó el tiempo de contacto de los tratamientos (lombrifiltros) fueron reduciéndose los niveles de concentración de materia orgánica del agua residual, alcanzando mayor nivel de remoción con las condiciones operativas de tiempo de contacto de 15 días con el lombrifiltros 1, logrando una remoción promedio de 91.11%.



**Figura 31. Materia orgánica del agua según las condiciones operativas del lombrifiltro**

La *Figura 31*, mostró que el agua residual al transcurrir 15 días de contacto con el tratamiento de lombrifiltro 1, logró obtener menor concentración de materia orgánica del agua residual alcanzando el valor de 56.09 mg/L.

#### 4.3. Resultados inferenciales

##### 4.5.1. Prueba de hipótesis específica 1

En esta etapa se realizó un análisis estadístico sujetos a la prueba de normalidad y la prueba de contrastación de hipótesis específica 1, haciendo uso del software IBM SPSS versión 25.0, resultando las siguientes tablas:

**Tabla 24. Prueba de normalidad de parámetros físicos.**

Parámetros físicos	Factores		Shapiro-Wilk		
			Estadístico	gl	Sig.
Conductividad eléctrica	Lombrifiltros	Lombrifiltro 1	0,827	3	0,180
		Lombrifiltro 2	0,795	3	0,102
		Lombrifiltro 3	0,944	3	0,544
	Tiempo de contacto	5 días	0,926	3	0,474
		10 días	0,957	3	0,600
		15 días	0,988	3	0,791
Temperatura	Lombrifiltros	Lombrifiltro 1	0,840	3	0,215
		Lombrifiltro 2	0,783	3	0,074
		Lombrifiltro 3	0,796	3	0,105
	Tiempo de contacto	5 días	0,750	3	0,000
		10 días	0,945	3	0,549
		15 días	1,000	3	1,000
Sólidos suspendidos totales	Lombrifiltros	Lombrifiltro 1	0,781	3	0,070
		Lombrifiltro 2	0,773	3	0,051
		Lombrifiltro 3	0,761	3	0,024
	Tiempo de contacto	5 días	1,000	3	0,964
		10 días	1,000	3	1,000
		15 días	1,000	3	1,000
Color	Lombrifiltros	Lombrifiltro 1	0,904	3	0,399
		Lombrifiltro 2	1,000	3	0,965
		Lombrifiltro 3	0,844	3	0,225
	Tiempo	5 días	0,978	3	0,716

	de contacto	10 días	0,952	3	0,578
		15 días	0,760	3	0,053
Turbidez	Lombrifiltros	Lombrifiltro 1	0,973	3	0,682
		Lombrifiltro 2	0,758	3	0,058
		Lombrifiltro 3	0,793	3	0,097
	Tiempo de contacto	5 días	0,998	3	0,915
		10 días	0,780	3	0,068
		15 días	0,998	3	0,909

*Fuente: Adaptado de IBM SPSS versión 25.0*

La Tabla 24 mostró los resultados obtenidos de la prueba de normalidad donde se evaluó el estadígrafo de Shapiro-Wilk porque el tamaño de muestra por cada parámetro físico fue pequeño, dado que se evaluó tres valores promedios de tiempos de contacto y tres valores promedios de lombrifiltros.

Los resultados mostraron niveles de significación mayores a 0.05. Estos valores según la regla de decisión estadística afirman que los datos evaluados siguen una distribución normal. Por tanto, se utilizó una prueba de contraste paramétrica (Anova) que se muestra en la Tabla 24.

**Tabla 25. Anova de un factor de los parámetros físicos**

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Conductividad eléctrica	Entre grupos	84,458	2	42,229	46,735	0.0000529
	Dentro de grupos	21,686	24	,904		
	Total	106,144	26			
Temperatura	Entre grupos	40,167	2	20,083	173,381	0.000000000054
	Dentro de grupos	2,780	24	,116		
	Total	42,947	26			
Sólidos suspendidos totales	Entre grupos	10338,995	2	5169,497	210,703	0.0000000000060
	Dentro de grupos	588,829	24	24,535		
	Total	10927,824	26			
Color	Entre grupos	36625,265	2	18312,633	428,192	0.000000000000002

	Dentro de grupos	1026,416	24	42,767		
	Total	37651,681	26			
Turbidez	Entre grupos	51121,407	2	25560,704	120,563	0.0000000030277
	Dentro de grupos	5088,273	24	212,011		
	Total	56209,681	26			

Fuente: Adaptado de IBM SPSS versión 25.0

La Tabla 25 mostró los resultados de la prueba de Anova para contrastar la hipótesis específica 1:

H<sub>1</sub>: Las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para el tratamiento de los parámetros físicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.

H<sub>0</sub>: Las condiciones operativas de los lombrifiltros no son significativamente adecuadas para el tratamiento de los parámetros físicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.

Regla de decisión para la contrastación:

- Si el p-valor (significancia) es menor a  $\alpha$ : 0.05, se debe rechazar la H<sub>0</sub>.
- Si el p-valor (significancia) es mayor a  $\alpha$ : 0.05, se debe aceptar la H<sub>0</sub>.

Al procesar los datos se obtuvo valores de significancia menores a 0.05, que según la regla de contrastación se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) y se acepta la hipótesis alterna (H<sub>1</sub>). Por lo tanto, se afirma que las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para el tratamiento de los parámetros físicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.

#### 4.6.2. Prueba de hipótesis específica 2.

En esta etapa se realizó un análisis estadístico sujeto a la prueba de normalidad y la prueba de contrastación de hipótesis específica 1, haciendo uso del software IBM SPSS versión 25.0, resultando las siguientes tablas:

**Tabla 26. Prueba de normalidad de parámetros químicos.**

Parámetros químicos	Factores		Shapiro-Wilk		
			Estadístico	gl	Sig.
pH	Lombrifiltros	Lombrifiltro 1	0,942	3	0,537
		Lombrifiltro 2	0,981	3	0,737
		Lombrifiltro 3	1,000	3	1,000
	Tiempo de contacto	5 días	0,989	3	0,800
		10 días	0,951	3	0,573
		15 días	0,938	3	0,520
	Lombrifiltros	Lombrifiltro 1	0,774	3	0,054
		Lombrifiltro 2	0,765	3	0,034
		Lombrifiltro 3	0,776	3	0,059
	Tiempo de contacto	5 días	0,805	3	0,127
		10 días	0,978	3	0,717
		15 días	0,993	3	0,843
DQO	Lombrifiltros	Lombrifiltro 1	0,778	3	0,063
		Lombrifiltro 2	0,772	3	0,050
		Lombrifiltro 3	0,773	3	0,051
	Tiempo de contacto	5 días	0,981	3	0,733
		10 días	1,000	3	0,962
		15 días	0,966	3	0,645
Aceites y grasas	Lombrifiltros	Lombrifiltro 1	0,989	3	0,799
		Lombrifiltro 2	0,868	3	0,290
		Lombrifiltro 3	0,876	3	0,313
	Tiempo de contacto	5 días	0,968	3	0,658
		10 días	0,789	3	0,089
		15 días	0,951	3	0,572

Fuente: Adaptado de IBM SPSS versión 25.0

La Tabla 26 mostró los resultados obtenidos de la prueba de normalidad donde se evaluó el estadígrafo de Shapiro-Wilk porque el tamaño de muestra por cada parámetro químico fue pequeño, dado que se evaluó tres valores promedios de tiempos de contacto y tres valores promedios de lombrifiltros.

Los resultados mostraron niveles de significación mayores a 0.05. Estos valores según la regla de decisión estadística afirman que los datos evaluados siguen una distribución normal. Por tanto, se utilizó una prueba de contraste paramétrica

(Anova) que se muestra en la Tabla 26.

**Tabla 27. Anova de un factor de los parámetros químicos.**

ANOVA						
Parámetros químicos		Suma d cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Entre grupos	4,217	2	2,108	35,358	0.00070063
	Dentro de grupos	1,431	24	,060		
	Total	5,648	26			
DBO <sub>5</sub>	Entre grupos	625097,168	2	312548,584	216,636	0.0000000000044
	Dentro de grupos	34625,662	24	1442,736		
	Total	659722,829	26			
DQO	Entre grupos	964170,960	2	482085,480	775,700	0,00000000000001
	Dentro de grupos	14915,627	24	621,484		
	Total	979086,587	26			
Aceites y grasas	Entre grupos	350,799	2	175,399	66,628	0.0000015967
	Dentro de grupos	63,180	24	2,632		
	Total	413,979	26			

Fuente: Adaptado de IBM SPSS versión 25.0

La Tabla 27 mostró los resultados de la prueba de Anova para contrastar la hipótesis específica 2:

H<sub>1</sub>: Las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para el tratamiento de los parámetros químicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.

H<sub>0</sub>: Las condiciones operativas de los lombrifiltros no son significativamente adecuadas para el tratamiento de los parámetros químicos de aguas residuales del

mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.

Regla de decisión para la contrastación:

- Si el p-valor (significancia) es menor a  $\alpha$ : 0.05, se debe rechazar la  $H_0$ .
- Si el p-valor (significancia) es mayor a  $\alpha$ : 0.05, se debe aceptar la  $H_0$ .

Al procesar los datos se obtuvo valores de significancia menores a 0.05, que según la regla de contrastación se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ). Por lo tanto, se afirma que las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para el tratamiento de los parámetros químicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.

#### 4.7.3. Prueba de hipótesis específica 3

En esta etapa se realizó un análisis estadístico sujetos a la prueba de normalidad y la prueba de contrastación de hipótesis específica 3, haciendo uso del software IBM SPSS versión 25.0, resultando las siguientes tablas:

**Tabla 28. Prueba de normalidad de parámetros microbiológicos.**

Parámetros microbiológicos	Factores		Shapiro-Wilk		
			Estadístico	gl	Sig.
Coliformes totales	Lombrifiltros	Lombrifiltro 1	,750	3	,000
		Lombrifiltro 2	.	3	.
		Lombrifiltro 3	1,000	3	1,000
	Tiempo de contacto	5 días	1,000	3	1,000
		10 días	,750	3	0,000000000001
		15 días	.	3	.
Coliformes termotolerantes	Lombrifiltros	Lombrifiltro 1	,750	3	0,000000000001
		Lombrifiltro 2	.	3	.
		Lombrifiltro 3	,750	3	0,000000000001
	Tiempo de contacto	5 días	,750	3	0,000000000001
		10 días	,750	3	0,000000000001
		15 días	,750	3	0,000000000001

Fuente: Adaptado de IBM SPSS versión 25.0

La Tabla 28 mostró los resultados obtenidos de la prueba de normalidad donde

se evaluó el estadígrafo de Shapiro-Wilk porque el tamaño de muestra por cada parámetro microbiológico fue pequeño, dado que se evaluó tres valores promedios de tiempos de contacto y tres valores promedios de lombrifiltros.

Los resultados mostraron niveles de significación mayores a 0.05. Estos valores según la regla de decisión estadística afirman que los datos evaluados siguen una distribución normal. Por tanto, se utilizó una prueba de contraste paramétrica (Anova) que se muestra en la Tabla 28.

**Tabla 29. Anova de un factor de los parámetros microbiológicos.**

ANOVA						
Parámetros microbiológicos		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Coliformes totales	Entre grupos	46666,667	2	23333,333	7,000	0,004
	Dentro de grupos	80000,000	24	3333,333		
	Total	126666,667	26			
Coliformes termotolerantes	Entre grupos	9629,630	2	4814,815	2,080	0,147
	Dentro de grupos	55555,556	24	2314,815		
	Total	65185,185	26			

Fuente: Adaptado de IBM SPSS versión 25.0

La Tabla 29 mostró los resultados de la prueba de Anova para contrastar la hipótesis específica 3:

H<sub>1</sub>: Las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para el tratamiento de los parámetros microbiológicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.

H<sub>0</sub>: Las condiciones operativas de los lombrifiltros no son significativamente adecuadas para el tratamiento de los parámetros microbiológicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.

Regla de decisión para la contrastación:

- Si el p-valor (significancia) es menor a  $\alpha$ : 0.05, se debe rechazar la H<sub>0</sub>.
- Si el p-valor (significancia) es mayor a  $\alpha$ : 0.05, se debe aceptar la H<sub>0</sub>.

Al procesar los datos se obtuvo valores de significancia menores a 0.05, que

según la regla de contrastación se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ). Por lo tanto, se afirma que las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para el tratamiento de los parámetros microbiológicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.

#### 4.8.4. Prueba de hipótesis específica 4

En esta etapa se realizó un análisis estadístico sujetos a la prueba de normalidad y la prueba de contrastación de hipótesis específica 4, haciendo uso del software IBM SPSS versión 25.0, resultando las siguientes tablas:

**Tabla 30. Prueba de normalidad del parámetro materia orgánica.**

Parámetros orgánicos	Factores		Shapiro-Wilk		
			Estadístico	gl	Sig.
Materia orgánica	Lombrifiltros	Lombrifiltro 1	,912	3	,424
		Lombrifiltro 2	,934	3	,503
		Lombrifiltro 3	,993	3	,839
	Tiempo de contacto	5 días	,816	3	,152
		10 días	,928	3	,480
		15 días	,769	3	,052

Fuente: Adaptado de IBM SPSS versión 25.0

La Tabla 30 mostró los resultados obtenidos de la prueba de normalidad donde se evaluó el estadígrafo de Shapiro-Wilk porque el tamaño de muestra por cada parámetro de materia orgánica fue pequeño, dado que se evaluó tres valores promedios de tiempos de contacto y tres valores promedios de lombrifiltros.

Los resultados mostraron niveles de significación mayores a 0.05. Estos valores según la regla de decisión estadística afirman que los datos evaluados siguen una distribución normal. Por tanto, se utilizó una prueba de contraste paramétrica (Anova) que se muestra en la Tabla 18.

**Tabla 31. Anova de un factor del parámetro materia orgánica.**

ANOVA					
Materia orgánica	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5719,353	2	2859,677	84,339	0.0000001395
Dentro de grupos	813,762	24	33,907		
Total	6533,115	26			

Fuente: Adaptado de IBM SPSS versión 25.0

La Tabla 31 mostró los resultados de la prueba de Anova para contrastar la hipótesis específica 4:

H<sub>1</sub>: Las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para el tratamiento de descomposición de materia orgánica de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022

H<sub>0</sub>: Las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para el tratamiento de descomposición de materia orgánica de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.

Regla de decisión para la contrastación:

- Si el p-valor (significancia) es menor a  $\alpha$ : 0.05, se debe rechazar la H<sub>0</sub>.
- Si el p-valor (significancia) es mayor a  $\alpha$ : 0.05, se debe aceptar la H<sub>0</sub>.

Al procesar los datos se obtuvo valores de significancia menores a 0.05, que según la regla de contrastación se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) y se acepta la hipótesis alterna (H<sub>1</sub>). Por lo tanto, se afirma que las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para el tratamiento de descomposición de materia orgánica de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.

Prueba de hipótesis general

La hipótesis general del estudio fue:

H<sub>1</sub>: Las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para el tratamiento de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.

H<sub>0</sub>: Las condiciones operativas de los lombrifiltros no son significativamente adecuadas para el tratamiento de aguas residuales del mercado mayorista terminal

pesquero del Callao 2022.

La regla de decisión para el contraste de hipótesis general es la siguiente:

- Si el p-valor (significancia) es menor a  $\alpha$ : 0.05, se debe rechazar la  $H_0$ .
- Si el p-valor (significancia) es menor a  $\alpha$ : 0.05, se debe aceptar la  $H_0$ .

Los p-valores (significancia) obtenidos de las hipótesis específicas, fueron:

- Hipótesis específica 1:

Se evaluó las condiciones operativas en los parámetros químicos donde se obtuvo:

- Conductividad eléctrica: 0.0000529
- Temperatura: 0.000000000054
- Sólidos suspendidos totales: 0.000000000060
- Color: 0.00000000000002
- Turbidez: 0.0000000030277

- Hipótesis específica 2:

Se evaluó las condiciones operativas en los parámetros químicos donde se obtuvo:

- pH: 0.00070063
- DBO: 0.000000000044
- DQO: 0,0000000000001
- Aceites y grasas: 0.0000015967

- Hipótesis específica 3:

Se evaluó las condiciones operativas en los parámetros microbiológicos donde se obtuvo:

- Coliformes totales: 0,04
- Coliformes termotolerantes: 0,147

- Hipótesis específica 4:

Se evaluó las condiciones operativas en el parámetro de materia orgánica donde se obtuvo: 0.0000001395

Para la constatación de hipótesis general, se recopiló los p-valores (significancia). Donde se obtuvo valores menores que  $\alpha$  (0.05). Por tanto, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), donde se concluye que las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para el tratamiento de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.

## V. DISCUSIÓN

Las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros (L1, L2 Y L3) con un caudal total de  $0.926\text{m}^3/\text{s}$  con igual distribución para cada lombrifiltro se obtuvo caudal ( $Q1=0,031\text{m}^3/\text{s}$ ,  $Q2=0,031\text{m}^3/\text{s}$  y  $Q3=0,031\text{m}^3/\text{s}$ ) los sustratos compuestos por: *E. foetida* y viruta, arena fina y aserrín, bagazo, grava, piedra de río. A medida que aumentó el tiempo de contacto con los lombrifiltros se obtiene óptimos resultados a los 15 días, respecto a (5 y 10 días), en cuanto a la cantidad de la *E. foetida* se empleó (250g, 500g y 1000g) resultando más eficientes la muestra de 250g de lombriz. Se obtuvo como resultados óptimos después del tratamiento del agua residual para los parámetros, físicos, químicos microbiológicos y materia orgánica las cuales fueron : conductividad eléctrica  $8.43\ \mu\text{mho}/\text{cm}$  disminuye a  $3.46\ \mu\text{mho}$ , temperatura logrando un máximo aumento de temperatura promedio de  $6^\circ\text{C}$  en  $22.5^\circ\text{C}$ , color 285 PCU logró la mayor reducción del nivel de color alcanzando el valor de 41.37 PCU, SST logrando una máxima remoción promedio de  $95.60\%$ , turbidez con remoción de promedio de  $82.01\%$ ,  $\text{DBO}_5$  con remoción promedio de  $89.91\%$ , DQO con remoción promedio de  $89.91\%$ , aceites y grasas logrando máxima remoción promedio de  $87.29\%$ , coliformes totales alcanzando mayores niveles de remoción promedio  $99.54\%$ , Coliformes termo tolerante alcanzando mayores niveles de remoción promedio de  $56\%$ , MO logrando una máxima remoción promedio de  $91.11\%$ , Además, todos logran cumplir con los LMP para los efluentes de un PTAR según el D.S. N° 003-2010-MINAM, 2010. En comparación con otras investigaciones similares los resultados encontrados tenemos: la investigación de Reyes & Vicente (2016) emplearon diferentes sustratos en el tratamiento de aguas servidas domésticas, con 2 biofiltros, a base de gusanos, virutas y grava, fibra de coco, la tasa de remoción con viruta fue de  $53.53\%$ , la tasa de remoción la fibra de coco, grava fue  $82.37\%$  siendo este el más eficiente. Los valores obtenidos fueron más eficientes comparados con Castillo, & Chimbo (2021) utilizó el sistema de tratamiento tohá para diseñar un filtro de lombrices, que consta de cuatro capas: serrín + *Eisenia foetida*, carbón activado, grava y piedras de río. El análisis se centró principalmente en la concentración de materia orgánica del agua residual del influente, que reveló niveles elevados de DBO, DQO, SST y ST, alcanzó los mayores porcentajes de eficiencia obteniendo  $52.25\%$  para DBO. y DQO,  $66.74\%$  de SST y  $52.91\%$  de ST. Este método de tratamiento es ecológico, vanguardista, económico, eficaz y responsable con el medio ambiente el uso de filtros de lombrices elaborados con *Eisenia foetida*. Obtuvieron mejores

resultados Manyuchi, et al., (2019) con el método biológico para el tratamiento de aguas residuales porcinas con el sistema de vermifiltración, en 3 etapas con 3 vermifiltros, compuestos por lombrices *Eisenia foetida*, tierra de jardín, arena y piedras de cuarzo, se analizaron antes y después usando método estándar los parámetros físicos y químicos del agua residual, se obtuvo como resultados: 99.2 % en DQO, 99.4 % en DBO<sub>5</sub>, 99.2 % en TSS. La aplicación de la tecnología de vermifiltración es fácilmente adoptable de realizar en países en desarrollo debido a su simplicidad y trata el agua a estándares aceptables.

Se analizó las condiciones ambientales del suelo del habitáculo de la lombriz *Eisenia foetida*, encontrándose con valores iniciales fuera de los rangos óptimos; pH y humedad, temperatura monitoreados durante 2 meses y cada 15 días, analizados en el laboratorio y con las condiciones óptimas, se obtuvo como resultados: temperatura 18°C-20°C, pH 6.5, 7, % humedad inicial 57.5 incrementándose en 80 %. En comparación con otras investigaciones similares los resultados encontrados tenemos: Cardoso, et al., (2011) las condiciones ambientales de la *E. foetida*, respiran oxígeno disuelto a través de su piel, siendo necesario un nivel de humedad adecuado entre 50 - 90%, pero la alimentación con lodos anaeróbicos o excrementos humanos frescos son letales y mueren, sobreviven a temperatura 0°C y 42°C, el rango ideal es 20°C y 25°C, pH 6.8 y 8.0, un pH de 9 perecen. Respecto a su crecimiento Saboya, (2018) menciona que su principal rasgo distintivo es su vivo color rojo, segregan calcio en sus glándulas calcáreas, su vida oscila entre 1 y 4 años su crecimiento adecuado se da con temperatura de 25 °C, un pH de 6.8 a 7.2, humedad del 70 al 80%. Prefieren estar en contacto con la superficie de la tierra y habitan en los 50 cm superiores del suelo. Para tener resultados óptimos en el tratamiento de aguas residuales con biofiltros es indispensable adaptar y analizar las condiciones ambientales. En sus estudios científicos de las condiciones físicas Cancharas, et al, (2020) mencionan que las lombrices, la temperatura para crecimiento óptimo es 25 °C, pueden desarrollarse en 25-28 °C, incluso a los 32 °C si ha sido aclimatadas desde su nacimiento, si superan 33,3 °C mueren, la humedad ideal es 80 y 85%, requieren una concentración de oxígeno de 55%-65%, con pH, de 5 - 9.

Se determinó las condiciones operativas de los lombrifiltros respecto a los parámetros físicos, a medida que aumentó el tiempo de contacto con el lombrifiltro, los resultados óptimos se visualizan a los 15 días con el lombrifiltro (1 y 2) siendo más eficientes. Los resultados antes y después del tratamiento fueron: conductividad eléctrica 8.43  $\mu\text{mho/cm}$  disminuye a 3.46  $\mu\text{mho/}$ , la temperatura fue 16.5°C aumenta a 22.5°C, SST logró su máxima remoción a 95.60%, Color 285 PCU logra mayor reducción a 41.37 PCU, Turbidez logra máxima remoción a 82.01%, además, logran estar dentro LMP para los efluentes de un PTAR según el D.S. N° 003-2010-MINAM,2010.En comparación con otras investigaciones similares los resultados encontrados tenemos : Loro (2018) empleó el métodos ; convencional y el sistema biofiltro para tratamiento de aguas residuales domésticas, para parámetros físicos, donde el sistema biofiltro compuesto con la *E. foetida* con cinco capas y el método convencional con tres capas, así mismo se alimentaron, mediante flujo continuo por un mes, el biofiltro con *E. foetida* teniendo como resultados: turbidez 80.36 de remoción y 89% reducción promedio, SST 40% con reducción promedio , mientras que, en el método convencional con: turbidez 95 de remoción 99% reducción promedio y SST 54.27 reducción 75% reducción promedio, en tal sentido menciona que , el biofiltro con la *Eisenia foetida* es menos eficiente respecto al método convencional. Aun así, ambos biofiltros están dentro de los parámetros de la Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, Subcategoría D1: vegetales de tallo bajo y alto del Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM. En sus análisis Cáceres, et al. (2021) evaluó la eficacia de tres sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas a los 7 y 14 días, utilizando hipoclorito de calcio, *Eisenia foetida* y *Eichornia crassipes*, obtuvo como resultado: disminución media de 5 °C de temperatura, una reducción 94.48% de STS y un pH final de 7.51. Donde la *E. foetida* +*E. crassipes* fue el sistema más eficaz, seguido de *E. crassipes* + Ca (ClO)<sub>2</sub>. Esto sugiere que *E. foetida* + *E. crassipes* + Ca (ClO)<sub>2</sub> fue el sistema más eficaz, esto sugiere que *E. foetida* + *E. crassipes* eliminan los contaminantes con mayor eficacia. Mientras que Verma & Ashok (2020) emplearon la técnica de vermifiltro con la especie de lombriz de tierra *Eisenia foetida* para el tratamiento de aguas residuales hospitalarias, la lombriz actúa como un biorreactor y puede ingerir los desechos orgánicos sólidos y líquidos y expulsarlos como vermicompost, se realizó con un vermifiltro recolectado la eficiencia del sistema; las variaciones de los sólidos (TSS) y la turbidez, como resultado se observó una disminución significativa en el nivel de TSS, Turbidez.

Se determinó las condiciones operativas de los lombrifiltros respecto a los parámetros químicos, a medida que aumentó el tiempo de contacto con el lombrifiltros los resultados son óptimos respecto al parámetro químicos a los 15 días con el L1 (lombrifiltro 1) y L2 (lombrifiltro 2) los resultados antes y después del tratamiento fueron: con valores iniciales pH 7.43 aumentó a 7.76 a con L1 en 15 días, el  $DBO_5$  logró máxima remoción 89.91% con el L1 a los 15 días. DQO con máxima remoción de 89.91% con el L1 en 15 días, aceites y grasas con máxima remoción 87.29% con L1 a los 15 días. Además, todos logran, estar dentro de los LMP para los efluentes de un PTAR según el D.S. N° 003-2010-MINAM 2010. En comparación con otras investigaciones encontrados tenemos: En sus análisis de los parámetros químicos Cartagena (2021) emplea el sistema lombrifiltro compuesta por sustratos para tratamiento de aguas residuales tenemos; *E. foetida*, sustratos (aserrín arena fina arena gruesa y agregados) evaluados durante 7 meses obteniendo como resultados antes y después del tratamiento tenemos: aceites & grasas iniciales 12.30 mg/L reduciendo a 7.80 mg/L,  $DBO_5$  con valores iniciales 46.79 mg/L reduciendo a 16.95 mg/L, DQO con valores iniciales de 121.60 mg/L reduciendo a 48.10 mg/L, STS reduciendo a 68.85 mg/L - < 5 mg/L, pH valores iniciales 7.95 reduciendo a 7.46. Así mismo, en los resultados se observa una disminución de contaminantes adecuada. Según Mejía, et al. (2020) según los estudios, las lombrices *Eisenia foetida* proporcionan una mayor reducción de la DQO, del 86.53%, y de la  $DBO_5$ , del 87.16%, en comparación con las lombrices de otras especies, lo que las convierte a las *Eisenia foetida* en la más idóneas para las pruebas, a materia orgánica de las aguas residuales debe estar parcial o totalmente degradada para que la lombriz roja californiana pueda biodegradarla. Es así que (Romero, 2022) implementó el sistema tohá para purificar el agua del camal con la lombriz (*Eisenia foetida*) y la lombriz (*Lumbricus terrestris*), evaluó las características químicas del agua residual municipal, la eficacia de eliminación de las especies rojas californianas redujo la cantidad de sólidos sedimentables en un 24.31%, la cantidad de sólidos en suspensión en un 26.73%, la cantidad de oxígeno químico requerido en un 40.12%, la cantidad de oxígeno bioquímico requerido en un 42.56%, la cantidad de oxígeno bioquímico requerido en un 2.28% y la cantidad de oxígeno bioquímico requerido en un 2.28% en pH, un 27.89% en grasas y aceites, en comparación con las lombrices de tierra, que redujeron los contaminantes en un 13% de media, *E. Foetida* redujo en 27% de media.

Se determinó las condiciones operativas, a medida que aumentó el tiempo de contacto con los lombrifiltros los resultados son óptimos respecto al parámetros microbiológicos. Obteniendo como resultado después del tratamiento del agua residual tenemos: los coliformes totales con valores inicial de 240000 NMP/100mL logrando reducción a 1100 NMP/100mL con el L1,2 Y 3 durante 15 días logrando una reducción promedio de 99.54%, coliformes termo tolerantes con valores inicial 2500 NMP/100mL alcanzando mayor remoción a 1100 NMP/100m en 15 días con el L 1, 2, con remoción promedio de 56%. Además, ambos parámetros logran estar dentro LMP para los efluentes de un PTAR según el D.S. N° 003-2010-MINAM, 2010. En comparación con otras investigaciones encontrados tenemos: Acuna & Marujo (2017) Implementaron el sistema de biofiltro para el tratamiento de aguas residuales. obteniendo como resultados después del tratamiento: demostraron que *E. foetida* es más eficaz que *Lumbricus terrestris*, con una tasa media de erradicación microbiológica del 73% frente al 63% de este último. Así mismo Sudipti, et al. (2021) emplean una tecnología de vermifiltración junto con la reducción de bacterias resistentes a los antibióticos (ARB) para el tratamiento de aguas residuales de laboratorio en laboratorios clínicos con las lombrices de tierra y la comunidad microbiana obteniendo como resultado después del tratamiento : tuvieron un efecto significativo en la eliminación de coliformes y patógenos en (>99,9 %) estos hallazgos validan aún más la tecnología de vermifiltración como una tecnología de tratamiento sostenible y natural para las aguas residuales de laboratorios clínicos, específicamente para la eliminación de patógenos resistentes a los antibióticos. Huiza, et al. (2018) implementaron la técnica de pared caliente en el tratamiento de aguas residuales domésticas por medio de un filtro de lombrices tuvo como sustratos ( pellets, grava, placas, aserrín, *E. foetida*, y corteza de tallo de quinua) la distribución de las aguas residuales tuvo un riego homogéneo con la técnica de pared caliente , se acondicionó al desarrollo de las lombrices, obteniéndose eficiencias de remoción de 53.25 % promedio de coliformes termo tolerantes con un tiempo de retención hidráulica de dos horas.

Se determinó las condiciones operativas a medida que aumenta el tiempo de contacto con los lombrifiltros los resultados son óptimos respecto al parámetros de la materia orgánica, con valores iniciales 631 mg/L reduciendo 56.09 mg/L con

máxima remoción con el Lombrifiltro1 a los 15 días, logrando una remoción promedio de 91.11%, además, logran estar dentro LMP para los efluentes de un PTAR según el D.S. N° 003- 2010-MINAM, 2010. En comparación con otras investigaciones similares los resultados encontrados tenemos: Pérez & Carrasco (2019) implementaron un sistema de Lombrifiltro para el tratamiento del efluente de la industria láctea, como resultados óptimos después del tratamiento de aguas residual tenemos; la materia orgánica varía logrando una remoción promedio de 70 a 95%. Sin el uso de agentes de limpieza peligrosos y con cantidades significativas de restos orgánicos, el resultado es probablemente eficaz en las lecherías. Los valores obtenidos supera a los resultados de Tejedor, et al. (2020) quienes emplearon con el método biofiltros con sustratos (astillas de madera, cáscara de maní), para ello, se realizaron doce biofiltros en paralelo bajo tres caudales hidráulicos nominales diferentes (0.5, 1 y 1.5 m<sup>3</sup> m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>). *E. Foetida* para el tratamiento de aguas residuales, se visualizó los resultados después del tratamiento: materia orgánica logrando una remoción promedio de 80%, se observó a mayor tiempo de contacto se obtiene mejores resultados, y las obstrucciones más bajas a velocidades hidráulicas más bajas. Miito, et al., (2021) se implementó un sistema de vermifiltro a escala piloto para el tratamiento de una corriente lateral de aguas residuales lácteas, durante 6 meses, la eficacia de un vermifiltro a escala piloto para el tratamiento de una corriente lateral, se recolectaron muestras de aguas residuales de productos lácteos aguas arriba y aguas abajo durante 6 meses analizaron las reducciones: 81 ± 7.1% para TAN, 77 ± 8.4% para TN y 74 ± 9.5% para NO<sub>3</sub>-N , se observó los resultados después del tratamiento : la reducción ST fue, en general, baja, de 21 ± 7.0 %, pero la reducción de TSS fue significativamente alta, de 68 ± 10 %. En general, este estudio demostró que la vermifiltración tiene un gran potencial para aliviar el contenido de nutrientes y, al mismo tiempo, reducir la fuerza orgánica de los efluentes del vermifiltro.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se analizó las condiciones ambientales del suelo del habitáculo de la lombriz *Eisenia foetida*, encontrándose con valores iniciales fuera de los rangos óptimos, se monitorearon durante 2 meses y cada 15 días, analizados en el laboratorio, se obtuvo como resultados: temperatura con valores iniciales encontrándose fuera de los rangos óptimos, de 18°C aumentando en el último análisis se obtuvo el rango óptimo a 20°C, pH con valores iniciales 6.5 muy cerca al rango óptimo pH 7, % humedad con valores inicial 57.5 logrando el rango óptimo a los 2 meses a 70% , siendo un factor determinante para las condiciones ambientales para adaptar a las lombrices *Eisenia foetida* antes de ser inoculadas al biofiltro.
2. Respecto a los parámetros físicos de las aguas residuales que vierten el mercado mayorista terminal pesquero del Callao, tuvieron como resultados antes y después; la conductividad eléctrica con resultados iniciales 8.43  $\mu\text{mho/cm}$  y después de pasar por los lombrifiltros logro máxima reducción 3.41  $\mu\text{mho/cm}$ , temperatura con valores iniciales 16.5°C posterior al tratamiento logro un aumento de temperatura a 22.5°C, SST posterior al tratamiento logran máxima remoción promedio de 95.60%, color con valores iniciales de 285PCU logro mayor reducción posterior al tratamiento de 41.37 PCU, turbidez después de pasar por los lombrifiltros logro máxima reducción promedio de 82.01%, además todos , logran estar dentro LMP para los efluentes de unPTAR según el D.S. N° 003-2010-MINAM, 2010.
3. Los parámetros químicos de las aguas residuales que vierte el mercado mayorista terminal pesquero del Callao, luego de pasar por los lombrifiltro tuvieron como resultados iniciales pH 7.43 y posterior al tratamiento logró mayor nivel de pH 7.76; así mismo el  $\text{DBO}_5$  posterior al tratamiento logró una máxima remoción promedio de 89.91%, la DQO posterior al tratamiento logró una máxima remoción promedio de 89.91% y los aceites y grasas posterior al logró menor concentración promedio 87.29%; demostrando eficiencia y empleabilidad en el tratamiento de aguas residuales.

4. Respecto al parámetro microbiológicos, de las aguas residuales que vierte el mercado mayorista terminal pesquero del Callao, luego de pasar por los lombrifiltro( 1 ,2 y 3) a los 5 ,10 y días15 días, se obtuvo como resultados antes y después del tratamiento; coliformes totales teniendo como resultados iniciales de 240000NMP/100mL alcanzó mayor nivel de remoción 1100 NMP/100mL logrando una remoción promedio de 99.54% a los 15 días y con lombrifiltro 1,2 y coliformes termo tolerantes con valores iniciales 2500NMP/100mL lograron obtener menores concentraciones de 1100 NMP/100m con una remoción promedio de 56%. Ambos logran ingresar dentro LMP para los efluentes de un PTAR según el D.S. N° 003-2010-MINAM, 2010.
  
5. Se determinó las condiciones operativas adecuadas para los parámetros físicos, químicos, microbiológicos y las condiciones ambientales de la *Eisenia foetida* en el tratamiento de aguas residual, siendo el lombrifiltro 1, con (250 kilogramos de lombriz) resultando el más óptimo en comparación con el lombrifiltro 2 con (500 g) y lombrifiltro 3 con (1000g), a medida que aumentó el tiempo de contacto con el lombrifiltro y a los 15 días se obtuvo mejores resultados en comparación a los 5 y 10 días. Se analizó a la materia orgánicos, obteniendo como resultando: con valores iniciales 631 mg/L y reduciendo los niveles de concentración de materia orgánica 56.09 mg/L con logrando una remoción promedio en 91.11%. Además, todos los parámetros logran estar dentro de los LMP para los efluentes de un PTAR según el D.S. N° 003-2010-MINAM,2010

## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar más investigación para el tratamiento de aguas residuales con otros sustratos o lechos filtrantes en tiempos diferentes, porque ha demostrado eliminar eficazmente los agentes contaminantes de las aguas residuales.
- Analizar metales pesados (fosforo, plomo, cromo, cadmio, zinc, cobre, hierro y mercurio) con el método biofiltro (Lombrifiltros).
- Emplear menos dosis de lombriz *Eisenia fétidas* para el método biofiltro (Lombrifiltro) biológico para obtener mejores resultados en el tratamiento de aguas residuales.
- Adaptar a las lombrices *Eisenia foetida* antes de ser inoculadas al biofiltro hasta alcanzar las condiciones ambientales óptimas; en torno a 25 °C, un pH de 6,8 a 7,2 humedad de 70 al 80%, porque no soportan condiciones ambientales extremas.

## REFERENCIAS

ACUÑA, José y REYES, Jean. Eficiencia de *Lumbricus Terrestris* y *Eisenia Foétida* en el tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Bagua-Amazonas, 2015. Tesis (Ingeniera Ambiental). Bagua: Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas, 2017. Disponible en:

<https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1208/JOSE%20EDGARDO%20ACU%c3%91A%20MARRUFO.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

AGUIRRE, María, *et al.* Factores que influyen en el establecimiento de límites máximos permisibles para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental en agua: Proyecto de Investigación /Innovación para la Fiscalización Ambiental, 2021. Disponible en:

[https://repositorio.oefa.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12788/160/Grupo%2011\\_Flores%20Contreras.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.oefa.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12788/160/Grupo%2011_Flores%20Contreras.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ARIAS, Yony, CALDERÓN, Ada y ORELLANA, Jean. Aporte de carga orgánica y coliformes fecales en las descargas de agua residual al lecho del río Shullcas en temporada de estiaje en el tramo Condominio Bellavista - desembocadura, Huancayo 2021. Tesis (Ingeniera Ambiental) Huancayo: Universidad Continental, 2022. Disponible en:

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11475/1/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Arias\\_Calder%c3%b3n\\_Orellana\\_2022.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11475/1/IV_FIN_107_TE_Arias_Calder%c3%b3n_Orellana_2022.pdf).

CÁCERES, Deybi, CALISAYA, Gisela y BEDOYA, Edgar. Eficiencia de *Eisenia foetida*, *Eichornia crassipes* e hipoclorito de calcio en la depuración de aguas residuales domésticas en Moquegua, Perú. Revista *SciElo Perú* [en línea]. Junio 2021, Vol. 20(1). [Fecha de consulta: 13 de Julio de 2022]. Disponible en:

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-2216-2021000100083&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-2216-2021000100083&script=sci_arttext)

ISSN 1726-2216

CANALES, Ángel *et al.* Crianza de *Eisenia foetida* (Lombriz Roja) en diferentes sustratos de desarrollo biológico. Revista *Ecología Aplicada* [en línea]. Agosto

2020, Vol. 19, (2). [Fecha de consulta: 23 de abril de 2022]. Disponible en:

<http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v19n2/1726-2216-ecol-19-02-87.pdf>

ISSN 1993-9507

CANCHARI, Gina y MENDOZA, Nicole. Condiciones ambientales y microorganismos adecuados para la obtención de humus de calidad y su efecto en el suelo agrícola. Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo [en línea]. 25 noviembre de 2020, Vol. 6, (1). [Fecha de consulta: 10 de Julio de 2022].

Disponible en:

[https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri\\_ctd/article/view/1405](https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/article/view/1405)

ISSN 2410-843

CARDOSO, Lina, RAMÍREZ, Esperanza y GARZÓN, Marco. Vermifiltración para el tratamiento de aguas residuales industriales y municipales Proyecto TC - 1107. Tesis (Ingeniero Ambiental). México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2011. Disponible en:

<http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/1448/TC-1107.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CARTAGENA, Milagros. Efectividad de la *Eisenia foetida* en el tratamiento de aguas residuales en el distrito de San Sebastián, Provincia y Región del Cusco, 2020. Tesis (Ingeniera Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72655/Cartagena\\_RMM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72655/Cartagena_RMM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CARTAGENA, Milagros. Efectividad de la *Eisenia foetida* en el tratamiento de aguas residuales en el distrito de San Sebastián, Provincia y Región del Cusco, 2020.

Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72655/Cartagena\\_RMM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72655/Cartagena_RMM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CASTILLO, Jonathan y CHIMBO, Jessica. Eficiencia en la remoción de materia orgánica mediante lombrifiltros (*Eisenia foetida*) en aguas residuales domésticas para zonas rurales. Tesis (Ingeniero de Medio Ambiente). Calceta: Escuela

Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, 2021.

Disponible en:

<https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1434/1/TTMA24D.pdf>

CORONEL, Nancy. Diseño e implementación a escala de un biofiltro Tohá en la época para la depuración de aguas residuales domésticas procedentes de la comunidad Langos la Nube. Tesis (Ingeniera en Biotecnología Ambiental). Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2015.

Disponible en:

<http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/4802/1/236T0150.pdf>

DÍAZ, Yuletsis. Biofiltration of liquid effluents from the oil industry with natural materials. Revista Scielo [en línea]. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*. 2022, vol.43, n.1, pp.12-24. [Fecha de consulta: 10 de Julio de 2022]. Disponible en:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S168003382022000100012&script=sci\\_abstract&lng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S168003382022000100012&script=sci_abstract&lng=en)

ISSN 1680-0338

GARCÍA, Estela. Clientela y difusión onomástica en Hispania: algunas observaciones sobre la documentación de Sagunto. Revista Parcourir les Collections [en línea]. 2015, págs. 589-605. [Fecha de consulta: 10 de Julio de 2022]. Disponible en:

[https://www.persee.fr/doc/qirea\\_0000-0000\\_2015\\_act\\_35\\_1\\_1326](https://www.persee.fr/doc/qirea_0000-0000_2015_act_35_1_1326)

GHASEMI, *et al.* Diseño, operación, evaluación del desempeño y optimización matemática de un plan piloto de vermifiltración para el tratamiento de aguas residuales domésticas. *Revista de Ingeniería Química Ambiental* [en línea]. 2020, Vol.8, nº 1. [Fecha de consulta: 10 de Julio de 2022]

GIANOLI, Adriana. Análisis de la comercialización de los principales recursos hidrobiológicos en el mercado mayorista pesquero de Ventanilla durante 2000 - 2017. Tesis (Ingeniera Ambiental). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2019. Disponible en:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4731/gianoli-%20pescetto-adriana-olga.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

GONZALES, Cristina y MEYZÁN, Ruth. Propuesta de un manual de BPM para el área de fileteo del terminal pesquero de Villa María y estimación de costos para su implementación. Tesis (Ingeniero Pesquero, Ingeniero en Gestión Empresarial). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2018. Disponible en:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3406/gonzales-%20bravo-cristina%3b%20meyzan-torres-ruth-ivonne.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GUTIÉRREZ, Canales, *et al.* Crianza de *Eisenia foetida* (Lombriz Roja) en diferentes sustratos de desarrollo biológico. Revista scielo *Ecología Aplicada* [en línea]. Lima, Julio de 2020, Vol. 19, N° 2. [fecha de consulta 15 de setiembre del 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v19i2.1559>

ISSN 1726-2216

GUTIERREZ, Esmeralda. Remoción de colorantes en agua residual mediante adsorción con carbón activado obtenido de residuos orgánicos. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Ambiental). Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2022. Disponible en:

<https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/16272>.

HERNÁNDEZ MENDOZA, Sandra y DUANA DANAE, Avila. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico de las Ciencias *Económico Administrativas del ICEA* [en línea]. 2020, Vol. 9, N° 17, págs. 51 - 53. [fecha de consulta: 15 de setiembre del 2022]. Disponible en:

<https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>

e-ISSN: 2007-4913

HUIZA, Jackeline y ORDOÑEZ, Nils. Eficiencia del lombrifiltro implementando la técnica de pared caliente en el tratamiento de aguas residuales domésticas del centro poblado de Huaylacucho distrito de Huancavelica-2018. Tesis (Ingeniero Ambiental y Sanitario). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2018. Disponible en:

<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/beaa9089-2edb-4e45-8092-ccfd201b77ac/content>

FERNANDO LARIOS, GONZÁLEZ MEOÑO Carlos Taranco y MORALES OLIVARES Yennyfer. Las aguas residuales y su consecuencia en el Perú. Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL, Saber y hacer [en línea]. Vol. 2, N° 2. Segundo semestre 2015. pp. 09-25. [Fecha de consulta: 15 de setiembre del 2022].

Disponibile en: <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/115>

ISSN: 2387-7559

LIBERIO ACOSTA, Francisco Javier y VÁSCONEZ MONTÚFAR, Gregorio. Incidencia de la lombriz roja californiana y lenteja de agua en el tratamiento de aguas residuales. Urbanas. [en línea]. Compas grupo de capacitación e integración pedagógica, 2020. [fecha de consulta 19 de setiembre del 2022].

<http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/572/1/leberio.pdf>

ISBN: 978-9942-33-306-3.

LIZANA, YARLEQUE, Pedro. Tratamiento de aguas residuales para el caserío Villa Palambra. Tesis (Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas). Universidad de Piura Julio 2018. Disponible en:

[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3636/ING\\_605.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3636/ING_605.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

LÓPEZ LÓPEZ, Pedro. Población, muestra y muestreo. Revista Scielo. [en línea]. Punto Cero v.09 n.08 Cochabamba 2004. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2022]. Disponible en:

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012)

ISSN 2224-8838

LORO, Ana. Evaluación de la eficiencia del tratamiento secundario de aguas residuales domésticas utilizando un biofiltro con *Eisenia foetida* y un biofiltro convencional. Tesis (Ingeniera Ambiental). Lima: Universidad Científica del Sur, 2018. Disponible en:

<https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/567/TL->

[%20Loro\\_Ocampos.pdf?sequence=5&isAllowed=y](#) .

LUNA CANCHARI, Gina y Mendoza Soto, Nicole. Condiciones ambientales y microorganismos adecuados para la obtención de humus de calidad y su efecto en el suelo agrícola. Revista de investigación: Ciencia, Tecnología y Desarrollo [en línea]. 17/12/2020, Vol. 6 Núm.: [Fecha de consulta: junio de 5 de 2022.] Disponible en :[https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri\\_ctd/article/view/1405](https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/article/view/1405)

MANYUCHI, M. *et al.* Tratamiento de aguas residuales mediante tecnología de vermifiltración. En: Singh, R., Kolok, A., Bartelt-Hunt, S. (eds) Water Conservation, Recycling and Reuse: Issues and Challenges. Springer, Singapuren Desarrollo [en línea]. lima enero 2019. Disponible en:[https://doi.org/10.1007/978-981-13-3179-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-981-13-3179-4_12)

ISBN: 978-981-13-3179-4

MEDINA, Milsa y VEGA, Javier. Tratamiento de agua contaminada del canal de riego Surco, con la intervención de la lombriz *Eisenia foetida*, Surco 2021. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/84283/Medina\\_RM\\_P-Vega\\_DJE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/84283/Medina_RM_P-Vega_DJE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y) .

OROZCO, Patricia y SÁNCHEZ, Walter. Biorremediación de las aguas residuales provenientes de la industria láctea a escala de laboratorio mediante el sistema Tohá. Tesis (Ingeniero Ambiental). Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2020. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6363/1/BIORREMEDIACION%20DE%20LAS%20AGUAS%20RESIDUALES%20PROVENIENTES%20DE%20LA%20INDUSTRIA%20LACTEA.pdf>

MIITO, Gilbert, *et al.* A vermifilter system for reducing nutrients and organic- strength of dairy wastewater: Environmental Technology & Innovation [en línea]. Artículo científico Science Direct Elsevier. Agosto 2021, Vol. 23. [Fecha de consulta: 11 de Setiembre de 2022]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186421002960>

ISSN: 101648

Ley nº. Decreto Supremo 015-2015-MINAM. Normas Legales. Diario oficial el peruano, Lima,peru.Disponible:

El peruano - Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación - DECRETO SUPREMO - N° 015-2015-MINAM - PODER EJECUTIVO - AMBIENTE

Ley nº. Decreto Supremo 003-2010-MINAM. Normas Legales. El Peruano Lima, miércoles 17 de marzo de 2010.Disponible en:

[https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds\\_003-2010-minam.pdf](https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf)

MULLINS, D.*et al.* A novel system based on image processing for the measurement of turbidity in domestic and industrial wastewaters. *Water Sci Technol.* 2018, Vol. 77, 5, págs. 1469–1482. [Fecha de consulta: 11 de Setiembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.2166/wst.2018.030>

ISSN: 1469–1482

NEHA VERMA y ASHOK, K. GHOSH. Treatment of Hospital Wastewater through Vermifiltration unit. *International Journal of Scientific Research & Innovation* [en línea]. 2021, Vol. 20, págs. 1-13. [Fecha de consulta: 11 de Setiembre de 2022]. Disponible en:

[http://www.bbmanthan.in/wp-content/uploads/2021/07/1.manthan20\\_nehaverma\\_etal.pdf](http://www.bbmanthan.in/wp-content/uploads/2021/07/1.manthan20_nehaverma_etal.pdf)

ISSN:0974-6331

NÚÑEZ, Mariela. Eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Cajabamba - Cajamarca. Alternativas para mejorar su tratamiento. Tesis (Doctor en Ciencias). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2019. Disponible en:

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3526> .

NURALHUDA ALADDIN, Jasmin y HAMIDI ABDUL, Aziz. The design of the wastewater treatment plant(WWTP) with GPS modeling X. *Cogent Engineering* [en línea]. 2020, Vol. 7, nº 1. [Fecha de consulta: 11 de Setiembre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1723782>

ISSN :1723782

ORDOÑEZ Arevalo, Berenice, *et al.* Hemicellulolytic bacteria in the anterior intestine of the earthworm *Eisenia fetida* (Sav.). *Revista Science Direct* [en línea]. February of 2022, Vol. 804. [Fecha de consulta: 11 de Setiembre del 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721062999>

ISSN :151221

OSORIO, Lumar y MARÍN, Luis. Validación del Tratamiento por Electrocoagulación de Agua Residual en el Efluente de la Cervecería del Valle como Pre Tratamiento al Sistema de Reúso. Tesis (Ingeniero Ambiental). Santiago de Cali: ¿Universidad Nacional Abierta y a Distancia, [2020?]. Disponible en:

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36588/lmarinmi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

OTERO ORTEGA, Alfredo. Enfoques de Investigación. Universidad del Pacífico [En línea] 08 agosto de 2018. [Fecha de consulta: 11 de Setiembre de 2022]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/326905435\\_ENFOQUES\\_DE\\_INVESTIGACION](https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION)

PAZÁN, Adriana y TRELLES, Jorge. Análisis del estado del arte de humedales superficiales de flujo vertical para tratamiento de aguas residuales y lodos depuradoras. Tesis (Ingeniero Civil). Cuenca: Universidad del Azuay, 2018. Disponible en:

<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8224/1/13947.pdf> .

RESANO, David. Caracterización fisicoquímica del bagazo de caña de azúcar industrial y artesanal como material de construcción. *Revista Cielo* [en línea]. Vol. 33, nº 2. abril 2022. [Fecha de consulta: 11 de Setiembre de 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000200247>

ISSN 0718-0764

ROBLES, Fiorella. Influencia de la concentración de microorganismos eficaces y el tiempo de retención hidráulico en la remoción de materia orgánica de la agua residual del Distrito de Sapallanga. Tesis (Ingeniería Química). Huancayo: Universidad Nacional Del Centro del Perú, 2019. Disponible en:  
[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5978/T010\\_604237%2081\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5978/T010_604237%2081_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y) .

ROMERO, Roly. Eficiencia del sistema Tohá en la depuración de efluentes del camal municipal de la ciudad de Bagua, Amazonas 2021. Tesis (Ingeniero Ambiental). Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 2022. Disponible en:  
<https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2791> .

SABOYA, Xiomi. Eficiencia del método de lombrifiltro en la remoción de los contaminantes de las aguas residuales domésticas en el Distrito de Chachapoyas- Amazonas. Tesis (Ingeniera Ambiental). Lima: Universidad Peruana Unión, 2018. Disponible en:  
<https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1123> .

SALAZAR, Patricia. Sistema Tohá; Una Alternativa Ecológica para el Tratamiento de Aguas Residuales en Sectores Rurales. Tesis (Constructor Civil). Chile: Universidad Austral de Chile, 2005. Disponible en:  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcis161s/sources/bmfcis161s.pdf> .

SAMANIEGO, Jessie y TANCHULING N., Maria Antonela-Physico-chemical Characteristics of Wastewater from a Ball Mill Facility in Small-Scale Gold Mining Area of Paracale, Camarines Norte, Philippines. *Philippine Journal of Science* [en línea]. September de 2018, Vol. 147, 3, págs. 343-356. 2019 [fecha de consulta: 18 de Julio del 2022]. Disponible en:  
[https://philjournalsci.dost.gov.ph/images/pdf/pjs\\_pdf/vol147no3/physico\\_chemical\\_characteristics\\_of\\_wastewater\\_from\\_Ball\\_Mill\\_Facility\\_.pdf](https://philjournalsci.dost.gov.ph/images/pdf/pjs_pdf/vol147no3/physico_chemical_characteristics_of_wastewater_from_Ball_Mill_Facility_.pdf)

ISSN 0031 – 7683

SÁNCHEZ, Maream J., FERNÁNDEZ, Maricela y DÍAZ, Juan C. Data collection techniques and instruments: analysis and processing by the qualitative researcher. *Revista Científica UISRAEL Sielo* [En línea]. Abril de 2021, Vol. 8, nº 2., pp.107-121. [fecha de consulta 18 de Julio del 2022]. Disponible en:

<https://doi.org/10.35290/rcui.v8n1.2021.400>

ISSN 2631-2786

SELA, Guy. La conductividad eléctrica del agua y suelo. [En línea] 2020. [fecha de consulta 18 de Julio del 2022].

MSc.SERRET GUASCH, Nurian, MSc GIRALT ORTEGA, Giselle y MIRET y QUINTERO RIOS, Mairet . Caracterización de aserrín de diferentes maderas. *Revista Cielo Tecnología química Science* [en línea]. 2016 RTQ vol.36 no.3 sep.-dic. 2016. [fecha de consulta 18 de Julio del 2022]. Disponible en:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852016000300012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852016000300012)

ISSN 2224-6185

Singh, Ajai. Wastewater Reuse and Watershed Management [en línea]. New York: Engineering Implications for Agriculture, Industry, and the Environment, 2019 [fecha de consulta 18 de Julio del 2022]. 1st Edition. s.l.: Apple Academic Press. pág. 534.

Disponible en:

<https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.1201/9780429433986/wastewater-reuse-watershed-management-ajai-singh?refId=6795cf19-8b63-447f-a666-7f066530f550&context=ubx>

ISBN: 9780429433986.

CENTENO, Cesario y QUISPE, Marvin. Coliformes totales y termotolerantes en las aguastermales de las piscinas del barrio de San Cristóbal – Huancavelica. Tesis (Ingeniero Ambiental y Sanitario). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2021. Disponible en:

<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/622779aa-47ed-455f-b873-fcd649b9eff4/content> .

SUDIPTI, Arora, SAKSHI, Saraswat y A.A, Kazmi. An Innovative Role of Biofiltration in Wastewater Treatment Plants (WWTPs) [en línea]. India: Revista El Sevier 2022, págs. 87-112. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823946-9.00013-9>

TEJEDOR J. *et al.* Performance of wood chips/peanut shells biofilters used to remove organic matter from domestic wastewater. Revista Science Direct *Elsevier* [En línea]. 10 de octubre de 2020, Vol. 738. [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2022]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720331065>

ISSN:139589

RAJWINDER, Singh, *et al.* Application of Vermifiltration Technique to Treat Wastewater: An Experimental Study [en línea]. India: Revista The International Conference on Emerging Trends in Engineering Yukthi-2021, Govt. Engineering College Kozhikode, 24-26th September 2021. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en:

<https://deliverypdf.ssrn.com/delivery.php?ID=107064121121024011092085002008096002098014089077064041076068086098123004091113127094058057003006039016043112004127117088097099106078031069085004092097099066127122113073040045013124085094098077004029109068089103109083022002003127114031127123096114111074&EXT=pdf&INDEX=TRUE>

SSRN: 3991482

VICENTE REYES, Jimmy. Determinación de la eficiencia del aserrín y la fibra de cocoutilizados como empaques para la remoción de contaminantes en Biofiltros para el tratamiento de aguas residuales. Revista Cielo *Enfoque UTE* [en línea]. 2016, Vol. 7, N.º 3. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en:

<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n3.104>

ISSN 1390

VIGIAK, Olga, *et al.* Prediction of biochemical oxygen demand in European freshwater bodies. *Elseiver. Revista Science Direct* [en línea]. Mayo de 2019, Vol.

666, 20, págs. 1089-1105. [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2022].  
Disponibile en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.252>

WANG, Ning *et al.* Variations in bacterial taxonomic profiles and potential functions in response to the gut transit of earthworms (*Eisenia fetida*) feeding on cow manure [en línea]. China: Revista Science Direct of The Total Environment. 15 de September de 2021, Vol. 787. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721024633>

ISSN: 147392

XUE, Liu. *et al.* An Improved Vermicomposting System Provides More Efficient Wastewater Use of Dairy Farms Using *Eisenia fétida* [en línea]. China: Reviste of *Agronomy*. 2021, Vol.11.833. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2022]. Disponible en:

<https://www.mdpi.com/books/pdfdownload/book/4713#page=66>

ISSN: 2073 4395

ZAHMATKESH, Sasan *et al.* Chemical oxygen demand reduction of low- strength wastewater: a new application of fuzzy logic-based simulation in MATLAB. Revista Science Direct. Octubre de 2022, Vol. 166. [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2022.107944>

ISSN :107944

## ANEXOS

### Anexo1

Tabla 1. Operacionalización de variables.

Título: Aguas residuales de Mercado Mayorista Terminal Pesquero y su tratamiento con lombrifiltros de *Eisenia foetida*, Callao2022.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala/unidad
Variable independiente: lombrifiltros ( <i>Eisenia foetida</i> ).	Es un método para el tratamiento de las aguas residuales que se basan en la tecnología de lombrices ( <i>Esenia foetida</i> ) por sus capacidades físicas o estructuras que permiten la eficiencia de remoción de materia orgánica y agentes patógenos (Liberio, 2019).	Las condiciones operativas del lombrifiltro con la lombriz roja californiana ( <i>Eisenia foetida</i> ) la variable será medida en función a las condiciones ambientales de la lombriz, las capas contenidas en los lombrifiltros y los tiempos de contacto.	Condiciones ambientales de la lombriz.	Temperatura	°C
				humedad	%
				Potencial de hidrogeno	pH
			Lombrifiltros	Lombrifiltro 1	Kg
				Lombrifiltro 2	Kg
				Lombrifiltro 3	kg
			Tiempos de contacto	5 días	días
				10 días	días
				15 días	días
Variable dependiente Características de aguas residuales	Las aguas residuales son resultado de un sistema de abastecimiento poblacional, luego de haber pasado por diversas actividades.	El tratamiento de las aguas residuales de mercado.	Parámetros físicos	Conductividad eléctrica	µmho/cm
				Color	PCU
				Temperatura	°C
				Turbidez	UNT

<p>antropogénicas, por la reutilización de estas aguas en diversas actividades se han desarrollado diversos sistemas para tratamiento de aguas residuales los cuales se deben asegurar en eliminar los diversos contaminantes presentes para volver segura la reutilización de la misma. (Liberio 2019).</p>	<p>Mayorista terminal Pesqueros evaluados fueron medidos en fusión a los parámetros físicos, químicos, microbiológicos y la materia orgánica.</p>		Sólidos suspendidos totales	mg/L
		Parámetros químicos	DBO	mg/L
			DQO	mg/L
			Potencial de Hidrógeno	pH
			Aceites y grasa	mg/L
		Parámetros microbiológicos	Coliformes totales.	NMP/100mL
			Coliformes termo tolerantes	NMP/100mL
		Compuesto orgánico	Materia orgánica	mg/L

## Anexo 2

Tabla 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA
Problema general	Objetivos generales	Hipótesis general	Variable independiente	tipo
¿Cuáles son las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022?	determinar las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.	El uso del Lombrifiltros ( <i>Eisenia foetida</i> ) es eficiente en el tratamiento de aguas residuales en el mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.	Lombrifiltros <i>Eisenia foetida</i>	Aplicada
Problema específico	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dimensiones	Enfoque
¿Cuáles son las condiciones ambientales de la lombriz <i>Eisenia foetida</i> y para su empleo con lombrifiltros en el tratamiento de aguas residuales de Mercado Mayorista Terminal Pesquero del Callao 2022?.	Analizar las condiciones ambientales de la lombriz <i>Eisenia foetida</i> y para su empleo con lombrifiltros en el tratamiento de aguas residuales de Mercado Mayorista Terminal Pesquero del Callao 2022.	: las condiciones ambientales de la lombriz <i>Eisenia foetida</i> son óptimas para el empleo con lombrifiltros en el tratamiento de aguas residuales de Mercado Mayorista Terminal Pesquero del Callao 2022.	Condiciones ambientales de la lombriz	cuantitativo
				Nivel
			Lombrifiltros	Explicativo
Tiempos de contacto				
¿Cuáles son las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de los parámetros físicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022?.	Determinar las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de los parámetros físicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.	las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para el tratamiento de los parámetros químicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.	Variable dependiente	Diseño
			Aguas residuales	Experimental puro

¿,¿Cuáles son las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de los parámetros químicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022?	determinar las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de los parámetros químicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.	las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para el tratamiento de los parámetros químicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.	Dimensiones	Población
			Parámetros físicos	
			Parámetros químicos	
			Parámetros biológicos	
¿Cuáles son las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de los parámetros microbiológicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022?	determinar las condiciones operativas adecuadas de los lombrifiltros para el tratamiento de los parámetros microbiológicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.	las condiciones operativas de los lombrifiltros son significativamente adecuadas para el tratamiento de los parámetros microbiológicos de aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero del Callao 2022.	Compuesto orgánico	
Cual es Capacidad para descomponer Materia orgánica la <i>Eisenia foetida</i> de las aguas residuales según las condiciones operativas de los lombrifiltros. en el tratamiento de aguas residuales de Mercado Mayorista Terminal Pesquero del Callao 2022?	Capacidad para descomponer materia orgánica de la <i>Eisenia foetida</i> de las aguas residuales según las condiciones operativas de los lombrifiltros. en el tratamiento de aguas residuales de Mercado Mayorista Terminal Pesquero del Callao 2022.	la capacidad para descomponer materia orgánica la <i>Eisenia foetida</i> es eficientes de las aguas residuales según las condiciones operativas de los lombrifiltros en el tratamiento de aguas residuales de Mercado Mayorista Terminal Pesquero del Callao 2022.		

Anexo 3

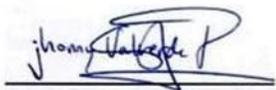
Tabla 3. Ficha de evaluación sobre compuestos orgánicos mediante lombrifiltros *Eisenia foetida*

		FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LOS COMPUESTOS ORGANICOS MEDIANTE LOMBRIFILTROS <i>EISENIA FOETIDA</i> .		INSTRUMENTO N° 01
		FORMATO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TITULO		"Aguas residuales de Mercado Mayorista Terminal Pesquero y su tratamiento con lombrifiltros de <i>Eisenia foetida</i> , Callao 2022.		
AUTORES		MeryNelida Carhuallanqui Torres		
ASESOR		Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro		
FECHA		19/11/2022		
PRUEBAS		Materia orgánica inicial (MOI) (%)	Materia orgánica final (MOF) (%)	OBSERVACIONES
FECHA:	PRUEBA INICIAL (P1)			
FECHA:	PRUEBA 2			
FECHA:	PRUEBA 3			
oBo	PRUEBA FINAL (P4)			

  
 Elmer Benites Alfaro  
 FECHA:

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308

  
 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450

  
 Dr. Jhonny W. Valverde Flores  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>  
 Scopus ID Author: 57196412905  
 CIP: 79862

**Anexo 4.**

Tabla 4. Ficha de evaluación sobre Condiciones ambientales de la lombriz (*Eisenia foetida*).

Tabla 2

	FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE LA LOMBRIZ <i>EISENIA FOETIDA</i> .				INSTRUMENTO N° 02
	FORMATO DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
TITULO	"Aguas residuales de Mercado Mayorista Terminal Pesquero y su tratamiento con lombrifiltros de <i>Eisenia foetida</i> , Callao 2022.				
AUTOR	Mery Nelida Carhuallanqui Torres				
ASESOR	Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro				
FECHA	19/11/2022				
Condiciones ambientales de la lombriz ( <i>Eisenia foetida</i> ).					
		Temperatura (°C)	Humedad (%)	Potencial de hidrogeno (pH)	observación
FECHA:	INICIAL (P1)				
FECHA:	Prueba 2				
FECHA:	Prueba3				
FECHA:	FINAL(P4)				V°B°

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

Dr. Jhonny W. Valverde Flores  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>  
Scopus ID Author: 57196412905  
CIP: 79862

## Anexo 5.

Tabla 5. Ficha de evaluación sobre parámetros físicos, químicos, microbiológicos del agua residual

Tabla 3

		FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SUSTANCIAS ORGANICAS DEL AGUA RESIDUAL										INSTRUMENTO N° 03		
		FORMATO DE FICHA DERECOLECCIÓN DE DATOS												
TITULO		Aguas residuales de Mercado Mayorista Terminal Pesquero y su tratamiento con lombrifiltros de <i>Eisenia foetida</i> , Callao 2022.												
AUTOR		Mery Nelida Carhuallanqui Torres												
ASESOR		Dr.:Elmer Gonzales Benites Alfaro												
FECHAS		19/11/2022												
		PARAMETROS FISICOS					PARÁMETROS QUIMICOS			PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS				
		Conduc tividad eléctrica (µmho/cm	Color (PCU)	Temper atura (°C)	Turbidez (UNT)	Sólidos suspendidos totales (SST)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Potencial Hidrogeno (pH)	Aceites y grasa (mg/L)	Coliformes totales NMP/100mL	Coliformestermo tolerantes. NMP/100ml		
fecha:	Análisis inicial													
fecha	Análisis 05 días													
fecha	Análisis 10 días													
fecha:	Análisis 15 días												V°B°	

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308

  
 Dr. Jhonny W. Valverde Flores  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>  
 Scopus ID Author: 57196412905  
 CIP: 79862

  
 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450

## Anexo 6

Tabla 6. Ficha de evaluación

### FICHA DE EVALUACIÓN

#### I. DATOS GENERALES

#### II. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 01

1.1 Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez. Juan Julio

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
Especialista en recursos hídricos y medio ambiente

1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de recolección de datos de la capacidad para descomponer de la materia orgánica mediante lombrifiltros de la (*Eisenia Foetida*).

1.5. Autor (A) de Instrumento: Mery Nérida Carhuallanqui Torres.

#### III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	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 valorarlas variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos/o científicos											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores											X		
9. METODOLOGIA	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. OPINIO DE APLICATIVIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

#### IV. PROMEDIO DE VALORACION

SI

90%

Fecha: 08 de octubre del 2022

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

## FICHA DE EVALUACIÓN

### I. DATOS GENERALES

#### II. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 02

1.1 Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez Julio Juan

1.1. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
Especialista en recursos hídricos y medio ambiente

1.2. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de recolección de datos de las condiciones ambientales de la lombriz (*Eisenia Foetida*).

1.4. Autor (A) de Instrumento: Mery Nélide Carhuallanqui Torres

#### III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	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. METODOLOGIA	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		

#### IV. OPINIO DE APLICATIVIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

#### V. PROMEDIO DE VALORACION

SI

90%

Fecha: 08 de octubre del 2022

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

### II. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 03

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Gálvez. Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
Especialista en recursos hídricos y medio ambiente
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de recolección de datos de parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua residual.
- 1.5. Autor (A) de Instrumento: Mery Nélide Carhuallanqui Torres.

### III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	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/o científicos											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores											X		
9. METODOLOGIA	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		

### IV. OPINIO DE APLICATIVIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

### V. PROMEDIO DE VALORACION

SI

90%

Fecha: 08 de octubre del 2022

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

## FICHA DE EVALUACIÓN

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

#### II. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 01

- 1.1 Apellidos y Nombres: Dr. Euterio Horacio Acosta Suasnabar
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
Especialidad Ingeniero químico y ambiental
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de recolección de datos de la capacidad para descomponer de la materia orgánica mediante lombrifiltros de la (*Eisenia Foetida*).
- 1.5. Autor (A) de Instrumento: Mery Nélide Carhuallanqui Torres.

#### III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	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 valorarlas 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. METODOLOGIA	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. OPINIO DE APLICATIVIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

#### IV. PROMEDIO DE VALORACION

X

85%

Fecha: 24 de octubre del 2022



Dr. Euterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

## FICHA DE EVALUACIÓN

### I. DATOS GENERALES

### II. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 02

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
 Especialidad Ingeniero químico y ambiental  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de recolección de datos de las condiciones ambientales de la lombriz (*Eisenia Foetida*).  
 1.5. Autor (A) de Instrumento: Mery Nélide Carhuallanqui Torres

### III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	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 valorarlas 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. METODOLOGIA	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				
<b>VOPINIO DE APLICATIVIDAD</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.</li> <li>▪ El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.</li> </ul>		X						Fecha: 24 de octubre del 2022							
		85%													



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

### II. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 03

1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo  
Especialista en Ingeniero químico y ambiental

1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de recolección de datos de parámetros físicos, químicos y biológicos del agua residual.

1.5. Autor (A) de Instrumento: Mery Nélica Carhuallanqui Torres.

### III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	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. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño placados 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. OPINIO DE APLICATIVIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

X

Fecha: :24 de octubre del 2022

85%



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

#### II. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 01

2.1. Apellidos y Nombres: Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores

2.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo

    Especialista en proyecto de investigación

2.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

2.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de recolección de datos de la capacidad para descomponer de la materia orgánica mediante lombrifiltros de la (*Eisenia Foetida*)..

2.5. Autor (A) de Instrumento: Mery Nélide Carhuallanqui Torres.

### III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	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. METODOLOGIA	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. OPINIO DE APLICATIVIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

#### IV. PROMEDIO DE VALORACION

X

Fecha: Fecha: 19 de noviembre del 2022

85%



Dr. Jhonny W. Valverde Flores  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>  
 Scopus ID Author: 57196412905  
 CIP: 79862

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

### II. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 02

1.1. Apellidos y Nombres: Dr Jhonny Wilfredo Valverde Flores

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo Especialista en proyecto de investigación

1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de recolección de datos de las condiciones ambientales de la lombriz (*Eisenia Foetida*).

1.5. Autor (A) de Instrumento: Mery Nélica Carhuallanqui Torres.

### III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	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. METODOLOGIA	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. OPINIO DE APLICATIVIDAD

a. El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.

b. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

### V. PROMEDIO DE VALORACION

X

Fecha: Fecha: 19 de noviembre del 2022

85%



Dr. Jhonny W. Valverde Flores  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>  
 Scopus ID Author: 57196412905  
 CIP: 79862

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

### II. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 03

1.1. Apellidos y Nombres: Dr Jhonny Wilfredo Valverde Flores

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo

    Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de recolección de datos de parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua residual.

1.4. Autor (A) de Instrumento: Mery Nélida Carhuallanqui Torres.

### III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIO	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. METODOLOGIA	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. OPINIO DE APLICATIVIDAD

- a. El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- b. El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X

Fecha Fecha: 19 de noviembre del 2022

85%



Dr. Jhonny W. Valverde Flores  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2526-112X>  
 Scopus ID Author: 57196412905  
 CIP: 79862

#### VI. PROMEDIO DE VALORACION

Anexos 7

Tabla 7. Informe del ensayo sin tratamiento del agua residual

INFORME DEL ENSAYO SIN TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL

 LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO														
Responsable del laboratorio Ing. Roman Perez Hitler			Usuarios Carhuallanqui Torres Mery Nelida					Objeto de Estudio Ejecución de tesis						
Muestra Aguas residuales			Tipo de muestra Puntual - simple					Parámetros a Analizar Parámetros físicos químicos, microbiológicos y compuestos orgánicos						
Punto de muestreo inicial Mercado Mayorista Terminal Pesquero			Cantidad de muestra 4 muestras					Repeticiones del ensayo 1						
Lugar de muestreo Lima -Callao			Lugar de análisis Laboratorio Químico UCV					Fecha de ejecución de análisis 26/09/2022						
Fecha de muestreo 26/09/2022			Fecha de recepción de las muestras 26/09/2022					Fecha de la emisión del reporte 15/10/2022						
DATOS			PARÁMETROS FÍSICOS					PARÁMETROS QUÍMICOS				PARÁMETROS BIOLÓGICOS		COMPUESTOS ORGÁNICOS
RANGO (días)	ANÁLISIS	Agua residual sin tratamiento	Conductividad Eléctrica (ms/cm)	Color (PCU)	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Sólidos Suspendidos totales (SST mg/l)	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Potencial hidrógeno (pH)	Aceites y grasas (mg/l)	Coliformes totales (NMP/100 ml)	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	Materia orgánica (mg/l)
0	1	Análisis 0	8.43	285	16.5	146	345	744	1118	7.43	87.03	240000	2500	631

  
 .....  
**Hitler Román Pérez**  
 ING. AMBIENTAL

## Anexos 8.

Tabla 8. Informe del ensayo del agua residual tratada.

 <b>LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>														
Responsable del laboratorio Ing. Roman Perez Hitler			Usuarios Carhuallanqui Torres Mery Nelida						Objeto de Estudio Ejecución de tesis					
Muestra Aguas residuales			Tipo de muestra Puntual - simple						Parámetros a Analizar Parámetros físicos químicos, microbiológicos y compuestos orgánicos					
Punto de muestreo inicial Salida de agua tratada de los lombrifiltro			Cantidad de muestra 14 muestras						repeticiones del ensayo 3					
lugar de muestreo Jr. Inca Yupanqui n° 556 Tahuantinsuyo- independencia			Lugar de análisis Laboratorio Químico la UCV						Fecha de ejecución de análisis 17/10/2022- análisis 2 22/10/2022- análisis 3 27/10/2022 -análisis 4					
Fecha de muestreo 17/10/2022 -análisis 2 22/10/2022 -análisis 3 27/10/2022- análisis 4			Fecha de recepción de las muestras 17/10/2022 -análisis 2 22/10/2022 -análisis 3 27/10/2022 -análisis 4						Fecha de la emisión del reporte  12/11/22					
DATOS			PARÁMETROS FÍSICOS					PARÁMETROS QUÍMICOS				PARÁMETROS BIOLÓGICOS		COMPUESTOS ORGANICOS
RANGO (días)	ANÁLISIS	Lombrifiltros	Conductividad Eléctrica (ms/cm)	Color (PCU)	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Sólidos Suspendidos totales (SST mg/l)	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Potencial hidrógeno (PH)	Aceites y grasas (mg/l)	Coliformes totales (NMP/100 ml)	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	Materia orgánica (mg/l)
		L 1	7.44	125	19.23	3.18	64.52	453	580	7.01	21.05	1200	1200	87.05

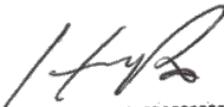
5	2	L 2	8.7	131.67	19.37	400	47.16	317	483	6.74	17.22	1100	1100	89.14
		L 3	5.31	143	19.4	394.67	63.63	443	543.33	6.35	23.05	1300	1200	87.21
10	3	L 1	7.9	47.23	22.1	104.67	17.21	87.22	141.5	7.75	15.14	1200	1100	63.22
		L 2	8.9	41.37	21.6	141.67	17.84	83.05	139.27	7.62	13.727	1100	1100	65.16
		L 3	8.09	49.6	21.8	135.67	17.56	89.66	143.57	7.57	13.65	1200	1200	63.56
15	4	L 1	3.46	36.07	22.5	36.07	15.18	75.07	124.37	7.15	11.06	1100	1100	56.09
		L 2	4.67	26.27	21.9	26.27	18.06	78.18	128.76	7.05	13.04	1100	1100	56.36
		L 3	4.18	65	21.6	65	15.8	76.87	124.8	6.82	11.66	1100	1100	46.25

  
 .....  
**Hitler Román Pérez**  
 ING. AMBIENTAL

## Anexos 9

Tabla 9. Informe del ensayo del suelo

 LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO				
Responsable del laboratorio Ing. Roman Perez Hitler		Usuarios Carhuallanqui Torres Mery Nelida		Objeto de Estudio Ejecución de tesis
Muestra suelo		Tipo de muestra Puntual - simple		Parámetros a Analizar Temperatura(°C), Humedad (%), potencial de Hidrógeno (pH)
Punto de muestreo inicial Habitáculo de lombriz (suelo)		Cantidad de muestra 4 muestras		repeticiones del ensayo 4
Lugar de muestreo Jr. Inca Yupanqui n° 556 Tahuantinsuyo- independencia Lima -Callao		Lugar de análisis Laboratorio Químico		Fecha de ejecución de análisis 10/08/2022-25/09/2022
Fecha de muestreo 10/08/2022 25/08/2022 10/09/2022 25/09/2022		Fecha de recepción de las muestras 10/08/2022 25/08/2022 10/09/2022 25/09/2022		Fecha de la emisión del reporte 30/09/2022
CONDICIONES AMBIENTALES DE LA LOMBRIZ <i>Eisenia foetida</i>				
FECHA	ANÁLISIS	TEMPERATURA(°C)	HUMEDAD (%)	POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)
10/08/2022	ANÁLISIS 1	18	57.5	6.5
25/08/2022	ANÁLISIS 2	18	80	7
10/09/2022	ANÁLISIS 3	18	77.5	7
25/09/2022	ANÁLISIS 4	20	70	7

  
 .....  
**Hitler Román Pérez**  
 ING. AMBIENTAL

## Anexos 10.

**Tabla 10.** Análisis de las condiciones ambientales de la lombriz (*Eisenia foetida*).

CONDICIONES AMBIENTALES DE LA LOMBRIZ <i>Eisenia foetida</i> )				
FECHA	ANÁLISIS	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD (H)%	POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)
		RANGO ÓPTIMO (20°C- 25°C)	RANGO ÓPTIMO (70-80%)	RANGO ÓPTIMO (6.8-7.2)
10/08/2022	ANÁLISIS 1	18	57.5	6.5
25/08/2022	ANÁLISIS 2	18	80	7
10/09/2022	ANÁLISIS 3	18	77.5	7
25/09/2022	ANÁLISIS 4	20	70	7

Calcula de % Humedad

Formula:

$$\% \text{ Humedad} = \left( \frac{\text{Peso de Frasco + materia húmeda} - \text{Peso de Frasco + materia seca}}{\text{Peso de materia Húmeda}} \right) \times 100\%$$

Análisis 1

DATOS	INICIO	FINAL	DIFERENCIA (FINAL - INICIAL)	% HUMEDAD
PESO FRASCO	37.25	37.25		
PESO MATERIA	20	4		
TOTAL	57.25	41.25	16	80.0%

Análisis 3:

DATOS	INICIO	FINAL	DIFERENCIA (FINAL - INICIAL)	% HUMEDAD
PESO FRASCO	37.25	37.25		
PESO MATERIA	20	4.5		
TOTAL	57.25	41.75	15.5	77.5%

Análisis 4:

DATOS	INICIO	FINAL	DIFERENCIA (FINAL - INICIAL)	% HUMEDAD
PESO FRASCO	37.25	37.25		
PESO MATERIA	20	5.9		
TOTAL	57.25	43.15	14.1	70.5%

## Anexos 11.

Tabla 11. Equipos y materiales para el análisis de laboratorio de las aguas residual

N°	Nombre del equipo o material	Grafico del equipo o material usado	observaciones
01	Multiparametro de mesa pH/C/OD HANNA EDGE Código interno: 06007326		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE
02	Turbidimetro T-100 OAKTON Código interno: 06009528		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE
03	Pera de decantación		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE
04	Balanza analítica 220 g/0.1 mg SARTORIUS		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE
05	Autoclave DAIHAN Scientific		LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA UCV- LIMA NORTE
06	H183414-Turbidity & free/total chlorine HANNA		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE
07	Conductimetro de mesa pH/TDS Código interno: 06007307		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE
08	Balanza Electronic kitchen scale		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE y en el mercado mayorista terminal pesquero del Callao.
09	Reactivos para extracción		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE

10	Soluciones de Buffer		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE
11	Muestras		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE y en el mercado mayorista terminal pesquero Callao.
12	pH Peachimetro electrónico calibrado		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE y en el mercado mayorista terminal pesquero del Callao.
13	Balanza analítica OHAUS Código interno: 06009513		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE.
14	Estufa MEMMERT Código interno: 06009563		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE.
15	Proceso de medida del pH de todas las muestras obtenidas en el mercado mayorista terminal pesquero del Callao, así como medición del pH de los resultados del biofiltro.		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE
17	Proceso de pesaje de los reactivos a utilizar en balanza analítica.		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE
18	Proceso de esterilización material a utilizar en la captación de muestras del mercado mayorista terminal pesquero del Callao.		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE
19	Proceso de elaboración de DBO5		Realizado en el LABORATORIO DE QUÍMICA UCV-LIMA NORTE

## Anexos 12

Tabla 12. Certificación de calibración de los equipos y materiales de laboratorio.

 **CELDA EIRL**  
**CALIBRACION DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIO QUIMICO DE LA UCV**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CCB-025-2021**

Peticionario : Universidad César Vallejo SAC.  
Atención : Universidad César Vallejo SAC.  
Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales. Ubicado en la Av. Alfredo Mendiola N° 6232. Los Olivos - Lima.  
Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático  
Marca : KERN Clase : II  
Número de serie : W1607743 Tipo : Digital  
Código de identificación : 06007637 Procedencia : ALEMANIA  
Modelo : FKB36K0.1  
Capacidad máxima : 36000 g  
División de escala (d) : 0,1 g  
División de verificación (e) : 1,0 g  
Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición  
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19.3 °C / 73%  
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19.4 °C / 33%  
Patrones de referencia : Patrones utilizados, 01 juego de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calibración N° M-0293-2021, M-0294-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° M-0295-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calibración N° M-0292-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 10 kg con certificados de calibración N° M-0296-2021 y M-0297-2021. Con trazabilidad METROL.  
Número de páginas : 3  
Fecha de calibración : 2021-08-25  
Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-09-02	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 64266

## RESULTADOS DE MEDICIÓN

### INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	19.4	19.4		73	73

Medición N°	Carga L1 = 18000,0g			Carga L2 = 36000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	18000.0	0.06	-0.01	35999.9	0.08	-0.13
2	18000.0	0.06	-0.01	35999.9	0.08	-0.13
3	18000.0	0.06	-0.01	35999.9	0.08	-0.13
4	17999.9	0.06	-0.11	35999.9	0.08	-0.13
5	18000.0	0.06	-0.01	35999.9	0.08	-0.13
6	17999.9	0.06	-0.11	35999.9	0.08	-0.13
7	17999.9	0.06	-0.11	35999.9	0.08	-0.13
8	17999.9	0.06	-0.11	35999.8	0.08	-0.23
9	17999.9	0.06	-0.11	35999.8	0.08	-0.23
10	17999.9	0.06	-0.11	35999.8	0.08	-0.23

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	3
5	4	

Posición de las cargas

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	19.4	19.4		73	73

Posición de carga	carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1.0	1.0	0.04	0.01	12000.0	11999.8	0.06	-0.21	-0.22
2	1.0	1.0	0.04	0.01	12000.0	11999.8	0.06	-0.21	-0.22
3	1.0	1.0	0.04	0.01	12000.0	11999.9	0.06	-0.11	-0.12
4	1.0	1.0	0.04	0.01	12000.0	11999.8	0.06	-0.21	-0.22
5	1.0	1.0	0.04	0.01	12000.0	11999.9	0.06	-0.11	-0.12

\* valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	19.3	19.4		73	73

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1.0	1.0	0.04	0.01	(*)					
50.0	50.0	0.05	0.00	-0.01	50.0	0.05	0.00	-0.01	1.00
100.0	100.0	0.05	0.00	-0.01	100.0	0.05	0.00	-0.01	1.00
500.0	500.0	0.05	0.00	-0.01	500.0	0.05	0.00	-0.01	1.00
1000.0	999.9	0.06	-0.11	-0.12	999.9	0.06	-0.11	-0.12	2.00
2000.0	1999.9	0.06	-0.11	-0.12	1999.8	0.06	-0.21	-0.22	2.00
5000.0	5000.1	0.06	0.09	0.08	4999.8	0.06	-0.21	-0.22	2.00
10000.0	10000.1	0.06	0.09	0.08	9999.9	0.06	-0.11	-0.12	2.00
20000.0	20000.1	0.07	0.08	0.07	19999.8	0.07	-0.22	-0.23	2.00
30000.0	29999.8	0.07	-0.22	-0.23	29999.9	0.07	-0.12	-0.13	3.00
36000.0	35999.8	0.08	-0.23	-0.24	35999.8	0.08	-0.23	-0.24	3.00

(\*) Carga para determinar Eo

$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$

E.M.P.\* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN       $U = 0,00070g + (0,0000069)I$

I = Indicación de la balanza

E = Error de la balanza

Eo = Error en cero

Ec = Error corregido

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CCB-025-2021**

Peticionario : Universidad César Vallejo SAC.

Atención : Universidad César Vallejo SAC.

Lugar de calibración : Laboratorio de Mecanica de Suelos y Materiales. Ubicado en la Av. Alfredo Mendiola N° 6232. Los Olivos - Lima.

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : KERN Clase : II

Número de serie : W1607743 Tipo : Digital

Código de identificación : 06007637 Procedencia : ALEMANIA

Modelo : FKB36K0.1

Capacidad máxima : 36000 g

División de escala (d) : 0,1 g

División de verificación (e) : 1,0 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19.3 °C / 73%

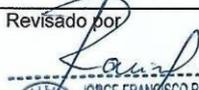
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19.4 °C / 33%

Patrones de referencia : Patrones utilizados, 01 juego de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calibración N° M-0293-2021, M-0294-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° M-0295-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calibración N° M-0292-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 10 kg con certificados de calibración N° M-0296-2021 y M-0297-2021. Con trazabilidad METROIL.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2021-08-25

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-09-02	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	  JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 64266

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**INSPECCIÓN VISUAL**

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	19.4	19.4		73	73

Medición N°	Carga L1 = 18000,0g			Carga L2 = 36000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	18000.0	0.06	-0.01	35999.9	0.08	-0.13
2	18000.0	0.06	-0.01	35999.9	0.08	-0.13
3	18000.0	0.06	-0.01	35999.9	0.08	-0.13
4	17999.9	0.06	-0.11	35999.9	0.08	-0.13
5	18000.0	0.06	-0.01	35999.9	0.08	-0.13
6	17999.9	0.06	-0.11	35999.9	0.08	-0.13
7	17999.9	0.06	-0.11	35999.9	0.08	-0.13
8	17999.9	0.06	-0.11	35999.8	0.08	-0.23
9	17999.9	0.06	-0.11	35999.8	0.08	-0.23
10	17999.9	0.06	-0.11	35999.8	0.08	-0.23

$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

2	1	3	Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
5	4				19.4	19.4		73	73

Posición de carga	carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1.0	1.0	0.04	0.01	12000.0	11999.8	0.06	-0.21	-0.22
2	1.0	1.0	0.04	0.01	12000.0	11999.8	0.06	-0.21	-0.22
3	1.0	1.0	0.04	0.01	12000.0	11999.9	0.06	-0.11	-0.12
4	1.0	1.0	0.04	0.01	12000.0	11999.8	0.06	-0.21	-0.22
5	1.0	1.0	0.04	0.01	12000.0	11999.9	0.06	-0.11	-0.12

\* valor entre 0 y 10e

$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMI-008-2021**

Peticionario : Universidad César Vallejo SAC.  
 Atención : Universidad César Vallejo SAC.  
 Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1  
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.  
 Tipo de instrumento : Horno de secado para muestras  
 Marca : QUINCY LAB, INC.  
 N° de serie : G41-2703  
 Modelo : 40GC-1  
 Alcance : T. Amb. Hasta 232 °C  
 Tipo de Indicación : Indicación digital.  
 Código : 06007633  
 Procedencia : USA.  
 Método de calibración : Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático PC 018 - Indecopi: 2° Edición.  
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19.2 °C / 70%  
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19.2 °C / 70%  
 Patrones de referencia : Patrón utilizado Thermometer mit PT-100, marca MBW Calibration AG, modelo T12, N° de serie 19-0728, certificado de calibración 3000MBW2019 con trazabilidad SWISS CALIBRATION.  
 Número de páginas : 4  
 Fecha de calibración : 2021-08-31

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-09-02	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	  JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286



# CELDA EIRL

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Indicador (°C)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	T máx. - T mín. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	112.2	113.5	111.8	112.4	113.5	114.5	112.3	110.7	110.7	114.0	112.6	3.8
2	110	111.3	110.6	108.7	109.4	111.4	113.8	111.0	107.9	107.5	110.4	110.2	6.3
4	110	108.4	106.3	105.1	105.8	107.3	108.8	110.6	105.9	105.3	105.9	106.9	5.5
6	110	112.0	109.7	109.2	109.3	111.7	111.2	113.4	108.3	108.0	112.0	110.5	5.4
8	110	112.7	114.1	114.3	114.7	113.7	114.3	114.5	111.9	112.2	114.8	113.7	2.9
10	110	112.0	112.9	112.5	113.1	114.6	111.8	113.5	111.2	111.2	114.6	112.7	3.4
12	110	110.8	110.0	109.6	110.3	112.4	110.2	111.7	108.7	108.4	111.6	110.4	4.0
14	110	109.4	107.3	106.0	106.8	108.4	109.7	108.5	105.3	105.3	106.9	107.4	4.4
16	110	110.7	109.2	107.4	107.6	110.0	111.7	113.0	106.7	106.3	110.9	109.4	6.7
18	110	112.4	113.8	113.9	114.7	112.8	113.8	114.4	111.6	111.9	113.5	113.3	3.1
20	110	113.8	110.8	112.9	113.5	114.7	112.5	113.0	111.7	111.6	114.2	112.9	3.9
22	110	111.1	109.1	110.2	110.9	113.1	111.2	112.2	109.4	109.1	112.5	110.9	4.0
24	110	109.7	107.4	106.8	107.5	109.2	110.7	109.2	106.2	106.6	107.9	108.1	4.5
26	110	108.2	106.7	105.5	106.0	108.0	111.6	111.1	105.3	105.4	107.6	107.5	6.3
28	110	111.7	111.9	112.9	114.0	112.0	114.3	114.6	111.0	111.2	113.3	112.7	3.6
30	110	113.5	112.9	113.6	114.4	113.3	114.7	112.6	111.8	111.8	114.7	113.3	2.9
32	110	111.9	111.5	111.1	111.7	113.6	114.2	111.1	109.9	109.8	113.6	111.8	4.4
34	110	110.3	109.4	107.7	108.4	110.2	112.4	109.5	106.8	107.5	109.1	109.1	5.6
36	110	108.0	106.4	105.9	105.5	107.2	109.3	108.1	105.3	105.6	106.0	106.7	4.0
38	110	111.8	112.4	111.1	111.0	113.1	111.9	111.9	110.4	110.1	111.9	111.6	3.0
40	110	114.4	114.1	114.2	114.2	114.6	114.7	114.3	113.4	113.3	114.2	114.1	1.4
42	110	111.0	112.9	112.8	113.2	114.3	112.6	110.3	112.1	111.9	113.2	112.4	4.0
44	110	109.9	110.5	109.8	110.5	112.6	111.2	109.2	109.0	108.7	111.7	110.3	3.9
46	110	107.5	107.5	106.3	106.9	108.5	108.6	107.8	105.4	105.9	107.1	107.2	3.2
48	110	111.2	109.0	106.6	106.9	109.6	111.4	114.7	105.9	105.4	109.4	109.0	9.3
50	110	113.8	114.5	114.4	113.9	112.3	114.6	113.1	112.2	112.4	111.5	113.3	3.1
52	110	112.1	113.6	114.4	114.8	114.7	113.2	111.0	112.5	112.6	112.5	113.1	3.8
54	110	109.2	111.8	111.6	112.3	114.3	112.5	109.7	110.5	110.4	114.2	111.7	5.1
56	110	108.8	109.4	108.3	109.0	110.9	108.1	108.4	107.4	107.1	109.7	108.7	3.8
58	110	107.5	105.9	105.8	105.4	107.2	111.2	112.2	105.4	105.5	105.4	107.2	6.8
60	110	109.2	112.2	109.6	109.5	112.2	113.3	114.3	108.8	108.5	113.7	111.1	5.8
T.PROM	110.0	110.9	110.6	110.0	110.4	111.7	112.1	111.7	109.0	108.9	111.2	110.6	
T.MAX	110.0	114.4	114.5	114.4	114.8	114.7	114.7	114.7	113.4	113.3	114.8		
T.MIN	110.0	107.5	105.9	105.1	105.4	107.2	108.1	107.8	105.3	105.3	105.4		
DTT	0.0	6.9	8.6	9.3	9.4	7.5	6.6	6.9	8.1	8.0	9.4		

Temperatura ambiental promedio : 19.2 °C

Tiempo de calibración del equipo : 60 minutos



PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.8	0.4
Mínima Temperatura Medida	105.1	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	9.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	3.1	0.4
Estabilidad Medida (±)	4.70	0.04
Uniformidad Medida	9.3	0.4

Para alcanzar el valor esperado de 110 °C ± 5 °C dentro de la cámara, el controlador fue marcado.

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T prom. : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima

T.MIN : Temperatura mínima

DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo

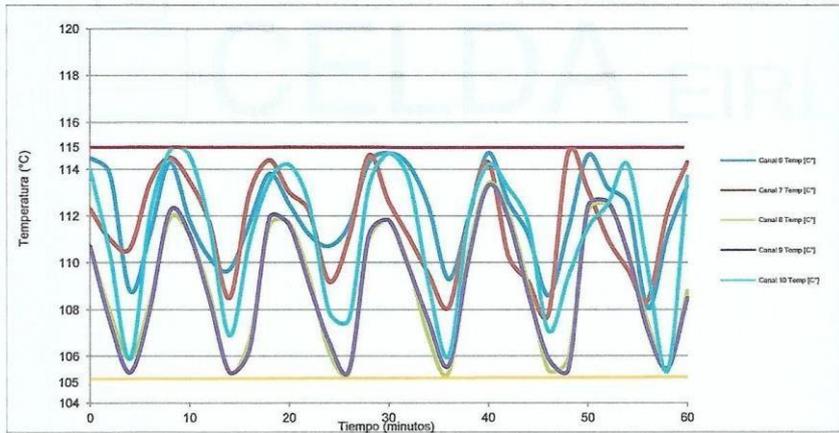
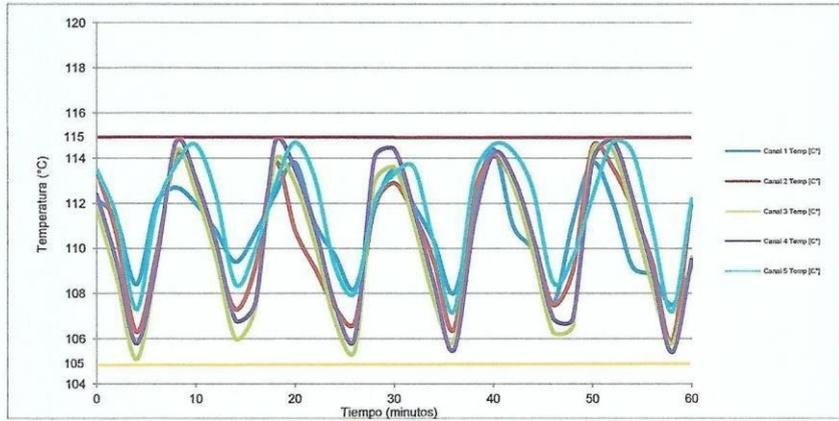
Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.



**CELDA EIRL**

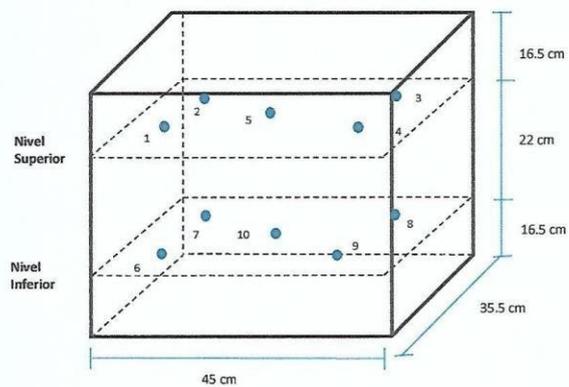
TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C ± 5 °C



CMI-008-2021

Página 3 de 4

 **CELDA EIRL**  
DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.  
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 11 cm de las paredes laterales.  
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 14 cm del frente y fondo de la estufa.

**Fotografía del interior del medio isotermo**



CMI-008-2021

Página 4 de 4

## Anexo 13



Lima, 28 de noviembre de 2022

### **CONSTANCIA DE VENTA DE LOMBRICES ROJAS *EISENIA FOETIDA* PARA PRODUCCIÓN DE HUMUS**

Por la presente constatamos que se vendió 2 kilogramo de lombriz roja californiana a la Srta. **Mery Nélida Carhuallanqui Torres** identificada con **DNI No. 44979732**, dicha lombriz se crió con residuos orgánicos domiciliarios en el centro de compostaje del emprendimiento **LOMBRI WASI** con RUC No. 10772065766 ubicado en el distrito de Pachacamac.

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que crea conveniente.

Atentamente,



Renzo Abraham Díaz Huamanñahui  
Gerente General LOMBRIWASI

Figura1. Constancia de la lombriz roja californiana de la *Eisenia foetida*.

**Anexo 14**

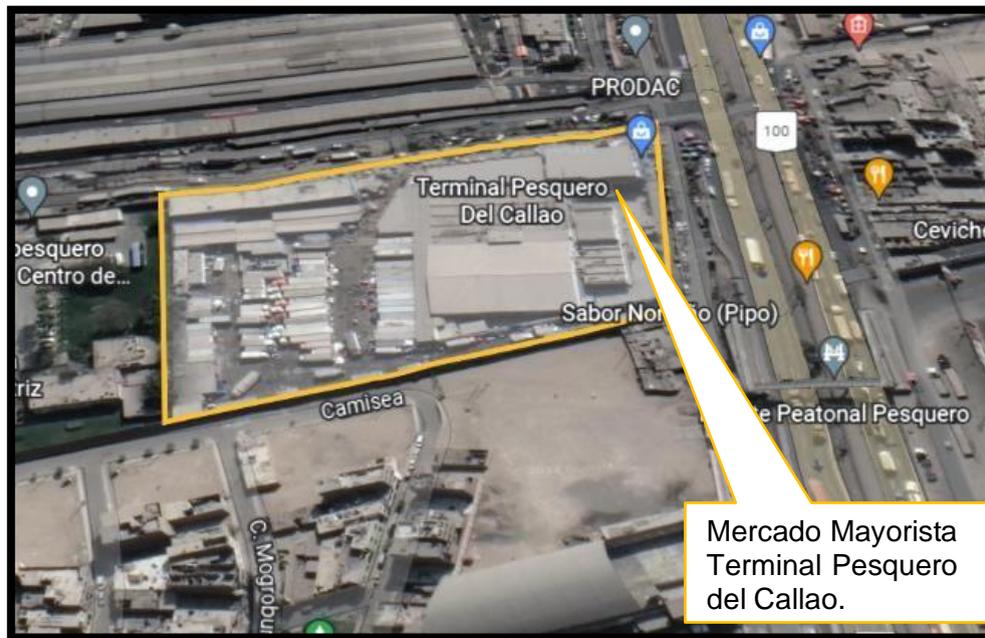


Figura 2. Ubicacion las aguas residuales del mercado mayorista terminal pesquero.

**Anexo 15**

Lombrices	Viruta	Bagazo	
			
Aserrín	Arena fina	Piedra grava	
			
Piedra de rio bola	Malla	Pintura de pared	

			
accesorios y tuberías	01 tacho súper rey nº 140 con tapa con dimensiones de 71.cm alto x 50 cm de ancho con capacidad 122.5L.	03 tachos una con tapa con dimensiones de 64 cm x 1mt y con capacidad de 100L.	
			

Figura 2. Materiales de la construcción del lombrifiltro.

### Anexo 16

Lombriz ( <i>Eisenia foetida</i> )	Compost	Arena fina
		
Hormigón	Habitáculo terminado	3 docenas de ladrillo ara construir la bitácora.



**Figura 3.** Materiales para la construcción del habitáculo bitácora de la lombriz.

Anexo 16



**Figura 4.** Distribución de los sustratos por capas.

## Anexo 18



Figura 5. Sistema lombrifiltro



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, BENITES ALFARO ELMER GONZALES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "AGUAS RESIDUALES DE MERCADO MAYORISTA TERMINAL PESQUERO Y SU TRATAMIENTO CON LOMBRIFILTROS DE Eisenia foetida, CALLAO 2022", cuyo autor es CARHUALLANQUI TORRES MERY NELIDA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 08 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
BENITES ALFARO ELMER GONZALES <b>DNI:</b> 07867259 <b>ORCID:</b> 0000-0003-1504-2089	Firmado electrónicamente por: ELBENITESALF el 08-12-2022 11:28:46

Código documento Trilce: TRI - 0479465