



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Técnica de Microcosmos para el Tratamiento de Agua Residual
Utilizando Lodo Porcino a Nivel de Laboratorio, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Esperilla Velasquez, Alex Julio (orcid.org/0000-0002-2178-5957)

Torres Quispe, Jovel (orcid.org/0000-0003-4343-0126)

ASESOR:

Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (orcid.org/0000-0002-0803-1261)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

Primeramente, a nuestro señor Dios padre todopoderoso, y a mis padres, por ser parte de mi logro de estudios universitarios con su sacrificio y apoyo moral, y luego dedico a mi Universidad Privada Cesar Vallejo y a todos los docentes que me inculcaron de conocimiento, valores éticos profesionales que me transmitieron para compartir nuestros conocimientos en diferentes trabajos locales, regionales y nacionales que optare en mis trabajos profesionales como Ingeniero Ambiental que hoy en día se toma mucha en cuenta en diferentes trabajos públicos y privadas.

Torres Quispe, Jovel

Dedico este trabajo a todas aquellas personas que buscan en alcanzar sus metas y sueños, espero que este trabajo pueda inspirar a otros a perseguir sus propios objetivos con dedicación y perseverancia.

Esperilla Velásquez, Alex Julio

Agradecimiento

Primeramente, damos gracias a Dios y a mi madre Rosa Quispe G, y también a mi asesor de la elaboración de Tesis Dr. Yimi Tom Lozano Sulca, por dirigirme en elaborar mi tesis, para ser un profesional titulado competitivo que acredita esta universidad.

Torres Quispe, Jovel

Quiero dedicar este agradecimiento a mi hija Garet Lorena por ser la inspiración y apoyo en mi vida. Espero que este trabajo pueda inspirarte y motivarte en tus propios proyectos, y que siempre sepas cuanto te quiero y te aprecio.

Esperilla Velásquez, Alex Julio

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de Originalidad de los Autores	iv
Declaratoria de Originalidad del Asesor	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de Figuras	x
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y Diseño de investigación	13
3.1.1. Tipo de investigación	13
3.1.2. Diseño de investigación	13
3.2. Variable y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	15
3.3.1. Población:	15
3.3.2. Muestra:	15
3.3.3. Muestreo:	15
3.3.4. Unidad de análisis:	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.5. Procedimiento	16
3.6. Método de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos	20
V. RESULTADOS	21
VI. DISCUSIÓN	46
VII. CONCLUSIONES	50
VIII. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS	52
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1 . Validación de equipos de laboratorio	15
Tabla 2 . Diseño metodológico	17
Tabla 3 . tratamientos experimentales	18
Tabla 4 . Caracterización inicial del agua residual sintética	21
Tabla 5 . Muestreo de tratamientos en el día 1	22
Tabla 6 . Muestreo de tratamientos en el día 2	23
Tabla 7 . Muestreo de tratamientos en el día 3	25
Tabla 8 . Muestreo de tratamientos en el día 4	26
Tabla 9 . Muestreo de tratamientos en el día 5	28
Tabla 10 . Valores promedio en cada parámetro por microcosmo y día	30
Tabla 11 . Porcentaje de remoción en la concentración de los contaminantes	31
Tabla 12 . Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre la Temperatura	34
Tabla 13 . Prueba Tukey para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre la Temperatura (°C)	35
Tabla 14 . Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre el potencial de hidrogeno	35
Tabla 15 . Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre los aceites y grasas (mg/L)	35
Tabla 16 . Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre la demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	36
Tabla 17 . Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre la demanda Química de Oxígeno (mg/L)	36
Tabla 18 . Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre los sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	36
Tabla 19 . Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre el cromo total.	37
Tabla 20 . Prueba Tukey para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre el cromo total	37
Tabla 21 . Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre el plomo (mg/L)	38
Tabla 22 . Prueba Tukey para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre el plomo (mg/L)	38
Tabla 23 . Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre la conductividad Eléctrica (uS/cm)	39

Tabla 24 . Prueba ANOVA para analizar la eficiencia de la técnica microcosmos aplicando lodos de porcino según días de tratamiento y tipo de tratamiento sobre Aceites y grasas (mg/L).....	39
Tabla 25 . Prueba de Tukey para analizar el efecto de los días de tratamiento en la efectividad sobre aceites y grasas.....	39
Tabla 26 . Prueba de Tukey para analizar el efecto de los tratamientos en la efectividad sobre aceites y grasas.....	40
Tabla 27 . Prueba ANOVA para analizar la eficiencia de la técnica microcosmos aplicando lodos de porcino según días de tratamiento y tipo de tratamiento sobre demanda bioquímica de oxígeno.....	40
Tabla 28 . Prueba de Tukey para analizar el efecto de los días de tratamiento en la efectividad sobre demanda Bioquímica de Oxígeno.....	40
Tabla 29 . Prueba de Tukey para analizar el efecto de los tratamientos en la efectividad sobre demanda Bioquímica de Oxígeno.....	41
Tabla 30 . Prueba ANOVA para analizar la eficiencia de la técnica microcosmos aplicando lodos de porcino según días de tratamiento y tipo de tratamiento sobre demanda química de oxígeno.....	41
Tabla 31 . Prueba de Tukey para analizar el efecto de los días de tratamiento en la efectividad sobre demanda química de Oxígeno.....	41
Tabla 32 . Prueba de Tukey para analizar el efecto de los tratamientos en la efectividad sobre demanda química de Oxígeno.....	42
Tabla 33 . Prueba ANOVA para analizar la eficiencia de la técnica microcosmos sobre lodos de porcino según días de tratamiento y tipo de tratamiento sobre solidos suspendidos totales.....	42
Tabla 34 . Prueba de Tukey para analizar el efecto de los días de tratamiento en la efectividad sobre los sólidos suspendidos totales.....	42
Tabla 35 . Prueba de Tukey para analizar el efecto de los tratamientos en la efectividad sobre los sólidos suspendidos totales.....	43
Tabla 36 . Prueba ANOVA para analizar la eficiencia de la técnica microcosmos aplicando lodos de porcino según días de tratamiento y tipo de tratamiento sobre cromo total.....	43
Tabla 37 . Prueba de Tukey para analizar el efecto de los días de tratamiento en la efectividad sobre cromo totales.....	43
Tabla 38 . Prueba de Tukey para analizar el efecto de los tratamientos en la efectividad sobre cromo totales.....	44
Tabla 39 . Prueba ANOVA para analizar la eficiencia de la técnica microcosmos aplicando lodos de porcino según días de tratamiento y tipo de tratamiento sobre plomo.....	44
Tabla 40 . Prueba de Tukey para analizar el efecto de los días de tratamiento en la efectividad sobre plomo.....	45

Tabla 41 . Prueba de Tukey para analizar el efecto de los tratamientos en la efectividad sobre plomo	45
--	----

Índice de Figuras

Figuras 1 . Efectos negativos del uso de aguas residuales tratadas	9
Figuras 2 . Estrategia de microcosmos	10
Figuras 3 . Ejemplos de microcosmos	11
Figuras 4 . Concentraciones de los contaminantes presentes en las aguas residuales antes del tratamiento de microcosmos	34
Figuras 6 Analisis de contaminantes de agua residual sintetico antes del tratamiento.....	102
Figuras 7 Analisis despues del tratamiento de muestras.....	103
Figuras 8 Descripcion en fichas de registro los resultados de analisis de muestra	104
Figuras 9 Resultados de eficiencia de remocion de microcosmos detallados mediante el programa Excel 2016.....	104

RESUMEN

En el presente estudio se tuvo como objetivo analizar en qué medida la técnica de microcosmos utilizando lodo porcino influye en el tratamiento de aguas residuales a nivel laboratorio aplicando una metodología de tipo aplicado con un diseño experimental.

Las concentraciones de los contaminantes presentes en las aguas residuales antes del tratamiento de microcosmos contienen valores que sobrepasan los Valores Máximos Admisibles (VMA), para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado, D.S. N.º 010-2019-VIVIENDA. La capacidad en el tiempo de la técnica de microcosmos con lodos de porcino para la degradación de contaminantes en aguas residuales influye en el porcentaje de remoción de los contaminantes; siendo que a partir del día 4 con 8 horas se logra disminuir algunos contaminantes hasta alcanzar los valores por debajo de los VMA. La eficiencia de la técnica de microcosmos se logra conseguir a partir del cuarto día, aunque a partir del tercer día ya se reducen los valores y se acercan más a los VMA, es solo hasta el 4to día en adelante donde los valores logran alcanzar estar por debajo de los VMA.

Palabras clave: microcosmo, agua residual, lodo, porcino

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze to what extent the microcosm technique using swine sludge influences the treatment of wastewater at the laboratory level by applying an applied methodology with an experimental design.

The concentrations of pollutants present in the wastewater before microcosm treatment contain values that exceed the Maximum Allowable Values (MAV), for non-domestic wastewater discharges into the sewage system, D.S. No. 010-2019-VIVIENDA. The capacity in time of the microcosm technique with swine sludge for the degradation of pollutants in wastewater influences the percentage of pollutant removal; being that from day 4 with 8 hours some pollutants are reduced until reaching values below the AMVs. The efficiency of the microcosm technique is achieved from the fourth day onwards, although from the third day onwards the values are reduced and get closer to the AMV, it is only from the fourth day onwards where the values reach values below the AMV.

Keywords: microcosm, wastewater, sludge, swine

I. INTRODUCCIÓN

La escasez de agua se ha convertido en una grave problema para las actividades humanas, por lo que su demanda va en aumento con el pasar de los años dado el continuo avance de la civilización en todo el planeta (Li Jingsi et al., 2020, p.1). Debido, que en los últimos años ha aumentado la necesidad de agua para satisfacer las crecientes necesidades agrícolas, industriales, medioambientales y municipales (Zhu L. et al., 2019, p.2).

Pero la problemática recae en el tratamiento inadecuado y deficiente de las aguas residuales en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), ya que es tratada inadecuadamente o solo una cantidad es tratada y el resto desechada generando contaminación (Godlewska K. y Paszkiewicz M., 2023, p.3).

De acuerdo con UNESCO (2017) dicha problemática puede generar efectos negativos tanto en aspectos ambientales como sociales y económicos. Siendo que estudios como Chaudhary M. et al., (2022, p.129), afirman que las instalaciones de tratamiento de aguas residuales revelan que todavía quedan presenten varios contaminantes inorgánicos y microcontaminantes orgánicos en las corrientes tratadas.

Siendo entre los principales contaminantes de las aguas residuales los contaminantes orgánicos y componentes salinos inorgánicos como K^+ , Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , CO_3^{2-} , NO_3^- , Cl^- y SO_4^{2-} (Chen L. et al., 2023, p.2). Mencionando también Xing D. et al, que un tratamiento deficiente de las aguas residuales puede hacer que se liberen contaminantes en exceso, eutrofizando los ecosistemas circundantes (2023, p.1).

Por lo que, la mayor carga de materia orgánica disuelta (DOM), sólidos en suspensión, índice de adsorción de sodio y salinidad puede suponer riesgo de cambios no deseados y perjudiciales en el suelo, cuerpos de agua dulce (Ait-Mouheb N. et al., 2022, p.4). Considerándose la presencia de micro contaminantes en las aguas residuales uno de los problemas medioambientales más difíciles a los que se enfrenta el planeta en la actualidad (Sarkar M., 2023, p.1).

Por lo que el uso de aguas residuales es una fuente alternativa pero antes de que estas fuentes puedan utilizarse para el consumo humano, debe evaluarse y mantenerse su seguridad (Rao Aishwarya P. et al., 2022, p.2).

Siendo así como se pensó en la aplicación de la técnica de microcosmos utilizando lodo porcino para el tratamiento del agua residual.

Siendo los microcosmos un método que permite crear experimentos que pueden llevarse a cabo y repetirse en entornos mayoritariamente controlados (Ramond J. et al., 2019, p.113). Este método se puede aplicar con la adición de la bioaumentación, bioestimulación o ambos a la vez (Baskaran S. y Sathiavelu M., 2022, p.9).

Ante lo mencionado, se planteó el problema de estudio: ¿En qué medida la técnica de microcosmos utilizando lodo porcino influye en el tratamiento de aguas residuales a nivel laboratorio 2023?

Los problemas específicos son los siguientes:

1. ¿Cuáles son las concentraciones de los contaminantes presentes en las aguas residuales antes del tratamiento de microcosmos?
2. ¿Cuál es la capacidad en el tiempo de la técnica de microcosmos con lodos de porcino para la degradación de contaminantes en aguas residuales?
3. ¿Cuál es la eficiencia de la técnica de microcosmos aplicando lodos de porcino en la degradación de contaminantes presentes en aguas residuales?

Es así como se planteó también el objetivo de estudio: Analizar en qué medida la técnica de microcosmos utilizando lodo porcino influye en el tratamiento de aguas residuales a nivel laboratorio 2023

Mientras que los objetivos específicos son:

1. Identificar las concentraciones de los contaminantes presentes en las aguas residuales antes del tratamiento de microcosmos
2. Determinar la capacidad en el tiempo de la técnica de microcosmos con lodos de porcino para la degradación de contaminantes en aguas residuales
3. Definir la eficiencia de la técnica de microcosmos aplicando lodos de porcino en la degradación de contaminantes presentes en aguas residuales

Como hipótesis general se tiene: la técnica de microcosmos utilizando lodo porcino influye en un 80% en el tratamiento de aguas residuales a nivel laboratorio 2023.

Mientras que, las hipótesis específicas son:

1. las concentraciones de los contaminantes presentes en las aguas residuales antes del tratamiento de microcosmos superan los LMP
2. El tiempo adecuado es el superior a los 15 días para la degradación de contaminantes en aguas residuales aplicando la técnica de microcosmos con lodos de porcino
3. la eficiencia de la técnica de microcosmos aplicando lodos de porcino permite una degradación mayor al 85% de los contaminantes presentes en aguas residuales

La justificación teórica; utilizando los trabajos publicados anteriormente, se proporcionará la fundamentación teórica, revelando las ideas que informan el estudio y que se utilizarán en la explicación de los resultados.

La justificación metodológica se cumplirá, generando un aporte positivo analizando en qué medida la técnica de microcosmos utilizando lodo porcino influye en el tratamiento de aguas residuales.

La justificación práctica, ya que, el presente trabajo permitirá ofrecer respuestas a un problema persistente, como lo es el inadecuado tratamiento de aguas residuales para su posterior aplicación o reutilización,

La justificación social, se dará, ya que, mediante la aplicación de los microcosmos con lodo residual como enmienda para el tratamiento de aguas residuales se podrá reducir el nivel de contaminación en los diversos recursos.

Justificación económica; mediante el uso de lodos residual porcino y la técnica de microcosmos se podrá tener una precisión mayor para tratar la problemática económicamente, debido a que los pocos insumos o materiales a utilizar son de fácil acceso y precios bajos.

Justificación ambiental, la aplicación de microcosmos se consideran técnicas ecológicas y sostenibles debido al poco uso de energía que requieren, por lo que brindan beneficios ecológicos.

II. MARCO TEÓRICO

Guo Chao et al., (2023, p.1), en su estudio el objetivo fue realizar un estudio de microcosmos para probar las respuestas bacterianas a la exposición al perfluorooctanoato, En la metodología, se estableció cuatro microcosmos para investigar los efectos del perfluorooctanoato (PFOA) sobre las poblaciones bacterianas en contextos fluviales y marinos. En los resultados, en los microcosmos marinos, a diferencia de los fluviales, el PFOA se repartió más rápidamente en el sustrato. Las variaciones en la salinidad y el contenido de hierro pueden influir en la forma en que el PFOA se intercambia entre el agua y el sedimento. La diversidad alfa de las comunidades bacterianas se asoció sustancialmente con los niveles de PFOA en los microcosmos marinos. En comparación con los sedimentos, el PFOA tiende a correlacionarse más fuertemente con la composición de la población bacteriana en el agua. *Algoriphagus halophilus* fue identificado por la investigación de Lefse como un biomarcador de la exposición al PFOA a nivel de sistema tanto en sistemas fluviales como marinos, y la familia Flavobacteriaceae también fue más prevalente en los sistemas expuestos.

En el trabajo de Chen J. et al., (2021, p.1), el objetivo consistió en determinar el desempeño de la biorremediación en microcosmos de humedales construidos para el tratamiento de drenaje ácido de minas mediante el uso de sustratos orgánicos y la suplementación de aguas residuales domésticas y caldo de hojarasca. La metodología consistió en añadir aguas residuales domésticas artificiales (DW) y caldo de hojarasca vegetal (PLB) a humedales construidos (CW) de flujo subsuperficial basados en grava para tratar el drenaje ácido sintético de mina (AMD). En los resultados, estas adiciones mejoraron el rendimiento. La adición de DW y PLB estimuló la actividad de reducción de sulfatos y logró una eficiente eliminación de metales biogénicos. Los medios de CW alcanzaron rápidamente la saturación de adsorción con respecto a los metales sin una fuente externa de carbono. Los CW enmendados con WS superaron significativamente a los sistemas de control en términos de secuestro de más metales, establecimiento rápido de entornos favorables para la reducción biogénica de metales y promoción de un desarrollo vegetal y microbiano funcional superior. Las composiciones de la comunidad bacteriana en los CWs fueron alteradas significativamente por la entrada de carbono

orgánico externo, con notables incrementos en las proporciones de poblaciones funcionales claves involucradas en el biotratamiento de AMD.

En el estudio de Gorito A. et al., (2018, p.1), el objetivo fue eliminar microcontaminantes orgánicos de los efluentes de la acuicultura de agua dulce mediante microcosmos de humedales artificiales. En la metodología se analizó la eliminación de MP de efluentes de acuicultura de agua dulce no contaminados, incluidos atrazina, isoproturón, PFOS, claritromicina, eritromicina, fluoxetina, norfluoxetina y 2-etilhexil-4-metoxicinamato (EHMC), utilizando CW de flujo subsuperficial vertical plantados (*Phragmites australis*) a escala de microcosmos. También se estudió un conjunto multicomponente más amplio de 36 MP añadiendo estos MP a 100 ng L⁻¹ a la misma matriz (alacloro, atrazina, clorfenvinfos, isoproturón, PFOS, azitromicina, claritromicina, eritromicina, diclofenaco, metiocarb, acetamiprid, clotianidina, tiacloprid, tiametoxam, EHMC). En los resultados con y sin adición, se observó una elevada eficacia de eliminación semanal (>87%) para todos los MP, con la excepción de la EHMC (tasas de eliminación entre 0 y 86%). Estos resultados ponen de manifiesto la capacidad de los CW para eliminar los MP de los efluentes de la acuicultura de agua dulce, pero también destacan la necesidad de mejorar la eficiencia de estos sistemas para deshacerse de algunos MP resistentes, como la EHMC, que se detectó en cantidades significativas en los efluentes examinados.

En el trabajo de Kumar S. et al., (2022, p.1); el objetivo fue determinar el impacto en el crecimiento de macrófitos y eliminación de contaminantes dentro de microcosmos de humedales construidos que tratan aguas residuales domésticas. En la metodología, para evaluar el valor competitivo (CV), las tasas de crecimiento relativo (RGR) y la eficacia de la eliminación de contaminantes, se crearon ocho unidades de microcosmos de humedales construidos (CWM) con plantaciones simples y mixtas de *Typha latifolia*, *Phragmites karka* y *Pistia stratiotes*. Para comprender mejor los rasgos destacados de los macrófitos, se realizaron mediciones de la producción total de biomasa seca, así como de otros parámetros de crecimiento como el número de macrófitos, la biomasa aérea, la biomasa subterránea y la longitud de las raíces. Las unidades de CWM con mezcla de especies superaron en rendimiento a los monocultivos de especies. Combinando *P. stratiotes* con *P. karka*, se eliminaron más

DBO, TP, SRP, NH₄⁺-N, NO₃⁻⁻-N, y NO₂⁻⁻-N de lo habitual la mayor parte del tiempo. Debido a sus rasgos agresivos, *Typha latifolia* fue el mejor competidor tanto contra *P. stratiotes* como contra *P. karka*. Estos rasgos impiden el establecimiento de macrófitos cercanos. Sin embargo, *P. karka* superó a *P. stratiotes* como rival.

En el trabajo de Kumar S. et al., (2020, p.1); el objetivo principal es evaluar la actividad enzimática en relación con el tiempo y la profundidad del suelo y su relación con la eficacia de la eliminación de contaminantes en varias unidades de CWM. En la metodología, se utilizaron tres macrófitos en la creación de ocho unidades de microcosmos de humedal construido (CWM) para tratar aguas residuales domésticas. Los resultados demuestran que la profundidad del suelo, el periodo de muestreo y el tipo de contaminantes tienen un impacto significativo en la actividad de las enzimas y en la eficacia de la eliminación de contaminantes. En varias unidades de MCQ, se descubrió que la actividad de la ureasa estaba vinculada tanto positiva como negativamente con la eliminación de NO₃⁻⁻-N y NO₂⁻⁻-N. Excepto en las unidades de CWM con Ph + Pi y T + Ph + Pi, la actividad deshidrogenasa mostró una conexión negativa con la eliminación de la demanda biológica de oxígeno (DBO). De forma similar, la hidrólisis de diacetato de fluoresceína y la eliminación de DBO presentan una conexión algo positiva y negativa. En la mayoría de las unidades de CWM, la eliminación de DBO y de carbono de biomasa microbiana (CBM) estaban negativamente asociadas.

En el trabajo de Tao Y. et al., (2017, p.1), el objetivo fue estudiar los cambios en la estructura de la comunidad microbiana bajo diversos grados de perturbación mediante la construcción de microcosmos de sedimentos costeros afectados por efluentes de EDAR. En la metodología, la biomasa y la biodiversidad se examinaron mediante PCR cuantitativa (qPCR) y polimorfismo de longitud de fragmentos de restricción terminal (T-RFLP). Se realizó un estudio de secuenciación de alto rendimiento para determinar la clasificación de las bacterias. En los resultados, se indicó que las altas proporciones de efluente de EDAR pueden deprimir todas las especies, lo que disminuye la biomasa, pero aumenta la biodiversidad, mientras que las bajas proporciones de efluente de EDAR pueden promover las especies dominantes, lo que aumenta la biomasa, pero disminuye la biodiversidad. En otras palabras, el efecto variaba con la dosis y los cambios en la estructura de la

población microbiana pueden ofrecer una medida para evaluar el medio acuático y reducir la contaminación.

Kumar S. et al., (2022, p.1), tuvo como objetivo analizar el potencial de integración de los reactores de lecho aeróbico fluidizado (FAB) y de manto de lodos anaeróbicos de flujo ascendente (UASB) como unidades de pulido en microcosmos de humedales creados. En la metodología, la unidad de siembra mixta de *Pistia stratiotes* y *Phragmites karka* (Pi + Ph) expresó la máxima eficiencia de eliminación de todos los parámetros seleccionados, incluida la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), el fósforo total (TP), el fósforo reactivo soluble (SRP), el amonio ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$), el nitrato ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) y el nitrito ($\text{NO}_2^- - \text{N}$). En los resultados, después de tres días de tiempo de retención, varias medidas de calidad del agua, incluida la DBO, en el efluente liberado de varias unidades de microcosmos de humedales construidos cumplen satisfactoriamente las normas de vertido. Los datos aportados indican que el rendimiento de eliminación de DBO de los reactores UASB cuando se integran con humedales creados alcanza los niveles máximos (hasta el 98%). Otras medidas como la demanda química de oxígeno (90%), el total de partículas en suspensión (92%), el nitrógeno total (89%), el $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ (70%) y el TP (88%) también mostraron los mejores niveles de eliminación.

Chambonniere P. et al., (2022, p. 1); en su trabajo el objetivo fue el tratamiento de aguas residuales domésticas mediante microcosmos y mesocosmos. En la metodología, se utilizaron experimentos a escala de banco en caldo HRAP real y microcosmos de laboratorio creados para aislar procesos conocidos, con el fin de evaluar secuencialmente los mecanismos probablemente responsables de la eliminación de *Escherichia coli* (*E. coli*) durante el tratamiento de aguas residuales a base de microalgas. En los resultados, los experimentos de laboratorio demostraron la existencia de mecanismos de degradación "oscuros" no identificados que no se observaron en los microcosmos de laboratorio. La descomposición de *E. coli* se modelizó bajo el supuesto de que la descomposición oscura, la toxicidad inducida por el pH alcalino y la descomposición directa mediada por la luz solar eran procesos separados, con el fin de cuantificar cuantitativamente la contribución de cada mecanismo y la incertidumbre relacionada. Según las simulaciones, los procesos que más contribuyeron a la descomposición total de *E. coli* fueron la

descomposición oscura durante los experimentos en banco (contribución estimada: 48,2-89,5% con un nivel de confianza del 95%), la toxicidad inducida por el pH alcalino (8,3-46,5%) y la descomposición mediada por la luz solar (0,0-21,9%).

Uno de los mayores problemas a los que se enfrenta el planeta es la falta de acceso al agua dulce para millones de personas, por ello, en varios países, las aguas residuales no tratadas se utilizan con frecuencia en la agricultura, aunque sea uno de los problemas medioambientales y de salud pública (Kesari K. et al., 2021, p.1).

En la agricultura se utilizan desde la antigua Roma, como fertilizante y hoy en día, debido a la escasez de agua, se utilizan con más frecuencia; principalmente a cultivos que se procesan antes de su consumo y a frutas que se consumen crudas (González-Fragozo H. et al., 2017, p.3).

En EE.UU. las aguas residuales se utilizan desde el siglo XIX para usos generales de la tierra, y 27 estados están con normas en vigor para la reutilización de aguas residuales y las regiones agrícolas de California, Texas, Arizona y Florida se encuentran entre los primeros estados que cuentan con planes de reutilización del agua (Rao Aishwarya P. et al., 2022, p.2).

Según la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA) (2012), cada día se utilizan 9,1 millones de m³ de aguas residuales tratadas en Estados Unidos, y esta cifra va en aumento (Zhu L. et al., 2019, p.2).

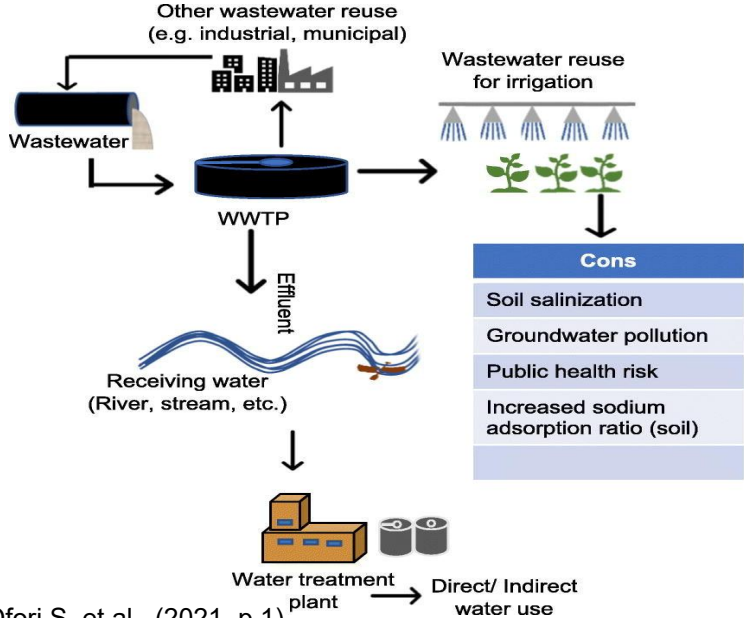
Siendo que, los sistemas de producción a gran escala requieren mucha agua, que cada vez es más difícil de conseguir, por lo que se utilizan aguas residuales (Martínez R. y González C., 2017, p.2).

Sin embargo, como el problema de las aguas residuales mal tratadas o en ocasiones solo una parte recibe tratamiento y el restante es desechada en cuerpos de agua y se pasa por alto continuamente, las aguas residuales "tratadas" siguen teniendo un efecto perjudicial en el ecosistema (Godlewska K. y Paszkiewicz M., 2023, p.3).

Durante sus operaciones de fabricación, las industrias petroquímicas, farmacéutica, de procesamiento de alimentos, de impresión, teñido de textiles y de curtido de pieles producen efluentes de alta resistencia con niveles salinos variados (Chen L. et al., 2023, p.2).

En el caso de las aguas residuales agroindustriales, se caracterizan por una alta concentración de contaminantes orgánicos que pueden tener un impacto negativo en las masas de agua receptoras (Bolognesi S. et al., 2020, p.93).

Figuras 1. Efectos negativos del uso de aguas residuales tratadas



Fuente: Ofori S. et al., (2021, p.1)

Las reutilizaciones de aguas residuales a escala distribuida incluyen también las aguas grises y domésticas (Schoen M. et al., 2018, p.6); siendo clasificados a continuación:

Gráfico 1. Clasificación de aguas residuales grises y domésticas



Fuente. Elaboración propia

Pero también, los flujos que han sido sometidos a tratamiento de aguas residuales incluyen, no obstante, una serie de impurezas orgánicas e inorgánicas a pesar de ya

haber sido tratadas (Chaudhary M. et al., 2022, p.129). Siendo así como en la figura 1 se describe los problemas del uso de aguas tratadas.

Es bien sabido que el entorno de las aguas residuales contiene una variedad de contaminantes químicos (incluidos metales pesados, antibióticos, productos de cuidado personal y microplásticos (MP)) (Zhao Yifan et al., 2021, p.5).

Los agentes patógenos y los componentes químicos desfavorables de las aguas residuales suponen una amenaza para el ambiente y la salud humana; teniendo consecuencias inmediatas (como infecciones microbianas), mientras que otros tienen efectos a largo plazo que empeoran con el uso de las aguas residuales (Shakir E. et al., 2017, p.6).

Por lo que la reutilización de las aguas residuales tendrá un menor impacto ambiental negativo si se gestiona de forma coherente y se trata bien; esto permitirá reservar agua de buena calidad para aplicaciones que entrañan mayores riesgos para la salud humana, incluida el agua potable (Ait-Mouheb N. et al., 2022, p.4).

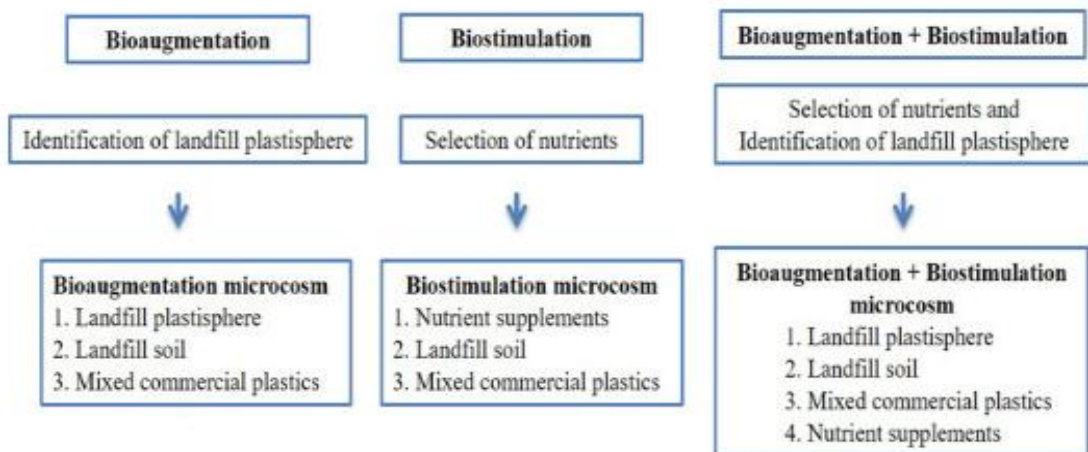
Es necesario buscar una tecnología, como la biorremediación, que represente una verdadera solución y se base en la conversión de los contaminantes en productos menos peligrosos y que constituya una solución permanente entre las tecnologías esbozadas para la descontaminación de las aguas residuales (Chen J. et al., 2021, p.2).

Para llevar a cabo los tratamientos en el laboratorio, es fundamental conocer la característica del lugar contaminado y del contaminante a tratar en el momento de realizar la investigación, por lo que la técnica de microcosmos es el ideal para imitar un entorno que se busca estudiar (Ramond J. et al., 2019, p.113).

Los microcosmos son ecologías creadas intencionadamente que utilizan interacciones sofisticadas y comunes entre el medio de soporte, los macrófitos y los microbios para tratar prácticamente todos los tipos de aguas residuales (Kumar S. et al., 2022, p.1).

La investigación en microcosmos, busca evaluar su capacidad de adsorción con un entorno experimental que se ajuste a las condiciones de campo, como se demuestra en el ejemplo siguiente:

Figuras 2. Estrategia de microcosmos

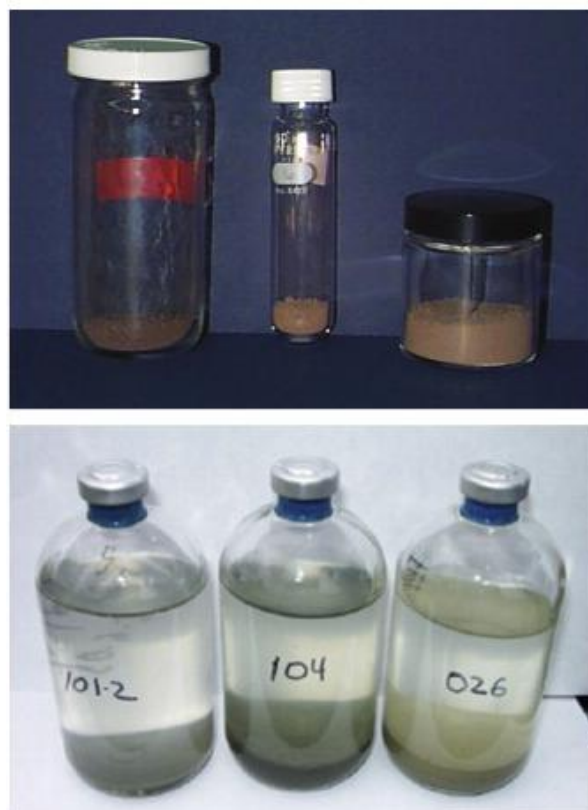


Fuente: modificado de Baskaran S. y Sathivelu M., (2022, p.9)

Como se muestra en la figura 2 los microcosmos son estrategias que pueden trabajar con la bioaumentación, bioestimulación o ambos.

Por ejemplo, las investigaciones en microcosmos de laboratorio permiten la uniformidad de los factores ambientales para todas las muestras, como la temperatura y el contenido de humedad, entre otros (Raina M. y Terry J., 2016, p.1).

Figuras 3. Ejemplos de microcosmos



Fuente: *Raina M. y Terry J., (2016, p.1)*

De acuerdo con la figura 3, se muestra 3 microcosmos, donde pueden adquirir diversas formas o tamaño de la muestra y en algunos casos, se pueden usar microcosmos mucho más grandes para que se puedan extraer y analizar varias muestras durante el experimento. En otros casos, se agregan sustratos volátiles al microcosmos.

Así en el estudio de Zhao Y. et al., 2021, citado en Liu Y. et al., (2021, p.4), mediante la aplicación de microcosmos se pudo demostrar que los microplásticos de cloruro de polivinilo (PVC) eran un vector esencial para las bacterias patógenas y los genes de resistencia en las aguas residuales.

Las variables de control clave son el pH, la falta de oxígeno y la temperatura, mientras que otros parámetros, como los tiempos de carga hidráulica, los tiempos de retención, la variedad de tipos, los medios de soporte y la profundidad del agua, son cruciales para lograr un mayor rendimiento (Kumar S. y Dutta V., 2019, p.1).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación será el aplicado, para buscar resolver la problemática de las aguas residuales que no reciben un tratamiento adecuado, mediante la aplicación de manera práctica del método de microcosmos utilizando lodo porcino.

Abrahamse W., (2019, p.2), menciona que, mediante la investigación aplicada, una especie de diseño de estudio, se busca una solución inventiva a un problema que afecta a una persona, un grupo o la sociedad.

3.1.2. Diseño de investigación

El estudio aplicará una investigación con diseño experimental, debido a la identificación que se busca encontrar al analizar la relación existente entre la variable dependiente y la independiente (tratamiento de agua residual, Técnica de microcosmos), además, se aplicará la característica del diseño experimental de manipular intencional mente la variable dependiente, con el fin de identificar la relación existente, es decir la eficiencia de remoción con el lodo porcino mediante la técnica de microcosmos.

Además, de acuerdo con Byron F. et al., (2018, p.1), en el diseño experimental se utiliza un diseño para manipular la variable dependiente, por lo que se elige una muestra representativa y se redacta el diseño experimental de forma que puedan utilizarse valores alternativos para los tratamientos.

3.2. Variable y operacionalización

La matriz de operacionalización ubicada en anexo 1, se encuentra conformada por las siguientes descripciones:

Variable dependiente:

Tratamiento de agua residual

- **Definición conceptual:** El tratamiento de las aguas residuales permiten que mediante proceso ya sean físicos, químicos o biológicos, los agentes

patógenos y los componentes químicos desfavorables de las aguas residuales disminuyan hasta quedar eliminados o reducirse y no sobrepasar los límites permitidos (Ramond J. et al., 2019, p.113).

- **Definición Operacional:** Para llevar a cabo el tratamiento de aguas residuales se aplicará el método biológico mediante la técnica de microcosmos con la adición de lodo porcino y de determinará si se redujo los valores por encima de los permitidos mediante la caracterización de la muestra, es decir del agua residual.
- **Dimensiones:** pH, T, Metales pesados, CE.
- **Indicadores:** -, °C, mg/l, uS/cm.

Variable independiente:

Técnica de microcosmos utilizando lodo porcino

- **Definición conceptual:** La investigación en microcosmos, busca evaluar su capacidad de adsorción con un entorno experimental que se ajuste a las condiciones de campo (Baskaran S. y Sathiavelu M., 2022, p.9). Además, las investigaciones en microcosmos a nivel de laboratorio permiten la uniformidad de los factores ambientales para todas las muestras, como la temperatura y el contenido de humedad, entre otros (Raina M. y Terry J., 2016, p.1).
- **Definición Operacional:** Se utilizará el lodo porcino deshidratado, secado a temperatura ambiente y posteriormente secado en un horno de laboratorio, para ser final mente tamizado añadido al agua residual contaminado en laboratorio de tal forma que simule un agua residual sintética; posterior a ello se separará en grupos con una muestra control, y tres muestras adicionales donde se añadirá diferentes dosis del lodo porcino y determinar en diferentes tiempos cuando ocurre la mayor remoción.
- **Dimensiones:** Muestra
- **Indicadores:** Muestra control. Muestra 1, muestra 2 y muestra 3

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población: Este se encuentra conformado por 10 litros de agua residual de laboratorio

Criterio de inclusión: Se utilizará únicamente el agua residual elaborada a nivel de laboratorio con los valores requeridos para el estudio.

Criterio de exclusión: Otro tipo de agua residual o de algún lugar externo al que se realizará en laboratorio.

3.3.2. Muestra: La muestra estará conformada por 1 litro para cada tratamiento

3.3.3. Muestreo: El muestreo será no probabilístico, ya que, los datos no serán tomados al azar, por el contrario, al ser a nivel de laboratorio, la muestra será acondicionada con los valores esenciales para simular un agua residual.

3.3.4. Unidad de análisis: Agua residual acondicionada a nivel de laboratorio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada será la observación; ya que, mediante ello, se podrá describir los datos que se vayan obteniendo a lo largo del estudio experimental, así mismo, serán mostrados mediante la correlación de tablas y gráficos de ser necesarios.

Mientras que el instrumento a utilizar fueron los instrumentos de validación; dichos instrumentos permitirán la validez y confiabilidad de las fichas que detallarán los resultados experimentales de los procesos de caracterización y remoción. Así mismo los instrumentos de laboratorio utilizados en su mayoría para la caracterización inicial de la muestra; los cuales presentan su respectivo certificado calibrado que permite la seguridad de los datos que nos brinda.

Tabla 1. Validación de equipos de laboratorio

Equipos	Modelo	Definición	Aplicación
---------	--------	------------	------------

pH metro	HANNA 8424 Serie : S/N	El pH metro cumple la función de brindar la medición de la acidez o basicidad de una solución y por lo general este equipo para medir el pH se calibra a 25°C (Vitthal S. et al., 2016, p.193).	Se utilizó para medir la muestra de agua residual.
Floculador	VELP Serie: AO109	El floculador es un dispositivo de depuración de bajo coste que permite la aglutinación de partículas coloidales desestabilizadas por coagulación, lo que facilita la decantación y posterior filtración de estos productos químicos (García Á. et al., 2023, p.5).	Se utilizó para agitar y remover a una velocidad lenta la masa de agua coagulada de tal modo que se formen los floculos.
Termómetro digital	DO Meter Portable HANNA HI 9146, Dissolved Oxygen Meter	En un termómetro digital la información de los datos se transforma en señales digitales que pueden leerse con gran precisión (Prasannakumaran K. et al., 2021, p.1).	Se utilizó para medir la temperatura inicial de la muestra.
Conductímetro	EC HM Digital – E1	Un conductímetro de corriente eléctrica se utiliza para medir el parámetro de conductividad eléctrica (ce) sobre el contenido de sal de una muestra sobre el terreno (Benaabidate L. et al., 2021, p.261).	Se utilizó para determinar la Ce de las muestras de agua residual antes de ser adicionadas con el lodo porcino.

3.5. Procedimiento

EL proceso experimental consta de los siguientes pasos; desde la toma de muestras hasta el proceso metodológico y los estudios experimentales:



El **diseño metodológico**; elegido será el siguiente:

Tabla 2. Diseño metodológico

Tratamientos	Corridas (Estudio (E))	Porcentaje de remoción
Muestra control	E1	PR%
Muestra control	E2	
Muestra control	E3	
Muestra 1	E1	
Muestra 1	E2	
Muestra 1	E3	
Muestra 2	E1	
Muestra 2	E2	
Muestra 2	E3	
Muestra 3	E1	
Muestra 3	E2	
Muestra 3	E3	

El estudio estará conformado por 4 tipos de tratamientos como se muestra en la tabla, donde cada tratamiento presentará 3 corridas diferentes (estudio 1 con un tiempo establecido, corrida 2 con otro tiempo establecido, corrida 3 con otro tiempo establecido y corrida 4 con otro tiempo establecido y corrida 5 con otro tiempo establecido) y cada corrida presentará un porcentaje de remoción el cual al finalizar todos los tratamientos con los diferentes días serán comparados para determinar cuál presentó mayor remoción.

Diseño experimental:

Lodo residual porcino: Este será secado a temperatura ambiente, posterior a ello será deshidratado y secado en un horno de laboratorio y tamizado hasta conseguir un tamaño fino que permita la incorporación con el agua residual.

El agua residual: Será elaborado con agua de grifo adicionando metales pesados que sobrepasen los LMP.

El lodo residual será añadido en concentraciones diferentes de lodo residual y metales pesados, siendo la muestra control una muestra con agua residual contaminada sin adición de lodo residual deshidratado.

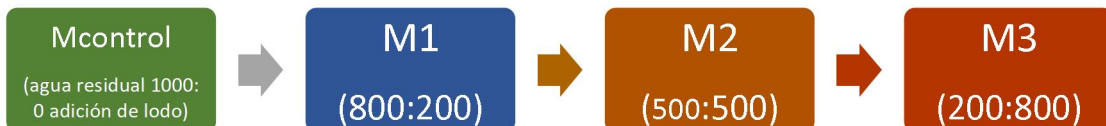


Tabla 3. tratamientos experimentales

MICROCOSMO	Muestra Control	Microcosmo 1	Microcosmo 2	Microcosmo 3	
SIMBOLOGIA	MC	M1	M2	M3	
TRATAMIENTO (agua residual (Litros): Lodo porcino (g))	1000:000	800:200	500:500	200:800	
VELOCIDAD	150 RPM				
DIAS	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
TIEMPO DE TRATAMIENTO	2 horas	4 horas	6 horas	8 horas	10 horas
MUESTRAS DE MONITOREO	3	3	3	3	3

Toma de muestras:

El lodo residual será tomado de una chanchería ubicada en S.J.L – Pedregal alto.

Así a continuación en los siguientes puntos se detalla el desarrollo de manera consecutiva:

1. **Muestras de agua residual:** Se realizó la preparación de agua residual sintético a nivel laboratorio.
2. **Análisis de muestras de agua:** Se realizó el análisis del agua residual de tal modo que se desarrolle el primer objetivo, es decir el análisis general del agua en el cual se tomó en cuenta los principales parámetros.
3. **Recolección de lodo porcino:** se realizó una visita técnica a una chanchería ubicada en el distrito de SJL, en la cual se recolectó el lodo porcino en bolsas especiales ziploc, para ser trasladados a laboratorio de la UCV, se recolectó un total de 10 kg.
4. **Deshidratación del biosólido:** consiste en el secado del lodo porcino para obtener un peso en seco, por tal motivo se sometió el lodo porcino en una estufa a 150 °C durante 6 horas.
5. **Trituración:** después de obtener un lodo porcino totalmente seco se trituró con la finalidad de facilitar el tamizado de este material.
6. **Desinfección y alcalinización:** este proceso consistió en aplicar cal viva y cal hidratada, con el fin de llevar el material de lodo porcino a un pH alcalino y de minimizar los microorganismos patógenos, se aplicó el 10% de cal por kilogramo, con respecto al peso, y reservada por 10 días.
7. **Tamizado:** se realizó el tamizaje del lodo porcino, de tal modo que tenga una textura fina para diluirse en el agua residual.
8. **Determinación Microcosmos y tratamiento:** en 4 recipientes de aproximadamente 1 litro, se dispuso el agua residual, siendo 1 recipiente muestra control (MC) y en los 3 restantes se aplicarán tratamientos determinados por microcosmos (M1, M2 y M3) definidos por proporción de agua (Litros) con proporción de lodo porcino (gramos).
9. **Tratamiento de jarras:** Cada microcosmo fue dispuesto al equipo de jarras a una velocidad de 150 rpm, se consideró realizar las experimentaciones durante 5 días, cada día con un tiempo de tratamiento diferente, tal como se observa a detalle en la tabla anterior, así mismo se tomaron 3 muestras diarias de cada tratamiento, para su respectivo análisis.

3.6. Método de análisis de datos

Para analizar los datos obtenidos en los resultados se hará uso del programa Minitab, así como el Excel 2016, mediante las etapas siguientes:

- El programa Excel se utilizará para el procesamiento de los datos de la caracterización fisicoquímica de la muestra inicial y posterior a ello los datos obtenidos al finalizar los procesos experimentales.
- Las tablas de los resultados de remoción aplicando diferentes concentraciones de microcosmos serán detallados mediante el programa Excel 2016.
- Finalmente el programa Minitab será utilizado para la prueba de hipótesis con un nivel de confianza de 0,05.

3.7. Aspectos éticos

Este trabajo se ajusta a las exigencias morales de respeto a la autoría al atribuir adecuadamente los autores utilizados de acuerdo con la Norma ISO 690 y al apegarse a las normas establecidas por la Universidad Cesar Vallejo.

V. RESULTADOS

OE1. ¿Cuáles son las concentraciones de los contaminantes presentes en las aguas residuales antes del tratamiento de microcosmos?

En el presente capítulo, se detallarán los resultados obtenidos de las experimentaciones realizadas en laboratorio, así como los análisis estadísticos respectivos.

Inicialmente tal como se menciona en la sección de procedimientos, se realizó la elaboración del agua residual sintética la cual fue sometida a una caracterización previa al tratamiento, por lo cual en la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 4. Caracterización inicial del agua residual sintética

PARÁMETROS	SIMBOLOGIA	UNIDAD	MUESTRA	VMA
Temperatura	T	°C	20	<35
Potencial de Hidrogeno	pH	Unidad	6.8	6-9
Aceites y grasas	AyG	mg/L	380	100
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	945	500
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	2980	1000
Solidos Suspendidos Totales	SST	mg/L	955	500
Cromo Total	Cr	mg/L	92	10
Plomo	Pb	mg/L	26	0.5
Conductividad Eléctrica	CE	uS/cm	524	-

***VMA: Valor Máximo Admisible**

Tal como se visualiza en la tabla anterior, los parámetros analizados del agua residual sintética, contienen valores que sobrepasan los Valores Máximos Admisibles (VMA), para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado, D.S. N.º 010-2019-VIVIENDA.

OE2. ¿Cuál es la capacidad en el tiempo de la técnica de microcosmos con lodos de porcino para la degradación de contaminantes en aguas residuales?

Ahora bien, luego de acondicionar las muestras de agua residual en los respectivos recipientes con los microcosmos designados (Tabla N° 3), para este primer día se dispuso un tiempo de tratamiento de 2 horas, pasado dicho tiempo se procedió a tomar las mediciones y análisis correspondientes obteniendo así los siguientes valores en cada parámetro.

Tabla 5. Muestreo de tratamientos en el día 1

TRATAMIENTOS EN EL DIA 1												
TIEMPO	2 HORAS											
MICROCOSMOS	MC			M1			M2			M3		
Agua residual (L) : Lodo porcino (g)	1000 : 0000			800 : 200			500 : 500			200 : 800		
MUESTREO	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
PARÁMETROS												
Temperatura (°C)	20	20	20	22	21	21	20	21	21	21	21	20
Potencial de Hidrogeno	6.8	6.8	6.8	7.1	7.2	7.1	7.5	7.5	7.6	7.4	7.3	7.4
Aceites y grasas (mg/L)	380	380	380	240	239	240	300	301	301	365	365	366
Demanda Bioquímica de Oxigeno (mg/L)	945	945	945	764	763	763	801	799	800	830	829	830
Demanda Química de Oxigeno (mg/L)	2980	2980	2980	2485	2484	2483	2625	2624	2624	2872	2871	2872

Solidos Suspendidos Totales (mg/L)	955	955	955	871	870	870	909	909	910	938	938	938
Cromo Total (mg/L)	92	92	92	61	60	61	75	76	76	88	87	88
Plomo (mg/L)	26	26	26	18	18	17	20	19	20	25	25	25
Conductividad Eléctrica (uS/cm)	524	524	524	873	874	873	726	726	727	664	663	663

Como se puede observar en la tabla anterior, para el tratamiento del día 1, los parámetros de temperatura y pH tuvieron un alza ligera en sus valores mientras que el parámetro de C.E denota un aumento significativo en M1, en tanto para M2 y M3 el aumento del valor fue ligeramente. Por otro lado, se observa que los valores de los parámetros de AyG, DBO, DQO, SST, Cr y Pb, fueron disminuyendo en cada microcosmo, sin embargo, resaltamos que en M1, los valores tuvieron más descenso que en M2 y M3.

Seguidamente, para el día 2, nuevamente se acondicionaron las muestras de agua residual en los respectivos recipientes con los tratamientos designados, con la diferencia que para este día se tomó en cuenta un tiempo de 4 horas de tratamiento, las mediciones y análisis correspondientes obteniendo se describen en la siguiente tabla.

Tabla 6. Muestreo de tratamientos en el día 2

TRATAMIENTOS EN EL DIA 2												
TIEMPO	4 HORAS											
MICROCOSMOS	MC			M1			M2			M3		
Agua residual (L) : Lodo porcino (g)	1000 : 0000			800 : 200			500 : 500			200 : 800		
MUESTREO	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
PARÁMETROS												
Temperatura (°C)	20	20	20	23	23	24	23	22	22	24	24	23
Potencial de Hidrogeno	6.8	6.8	6.8	7.5	7.4	007.5	7.7	7.6	7.6	7.8	7.7	7.6
Aceites y grasas (mg/L)	380	380	380	205	204	204	259	250	250	352	351	352
Demanda Bioquímica de Oxigeno (mg/L)	945	945	945	650	659	659	781	780	780	830	829	829
Demanda Química de Oxigeno (mg/L)	2980	2980	2980	2111	2110	2110	2419	2420	2419	2777	2777	2776
Solidos Suspendidos (mg/L)	955	955	955	708	709	708	900	899	899	921	921	920
Cromo Total (mg/L)	92	92	92	47	45	46	61	60	60	72	71	72
Plomo (mg/L)	26	26	26	10	9	9	17	16	16	23	23	22
Conductividad Eléctrica (uS/cm)	524	524	524	1097	1098	1098	804	805	804	698	699	699

Para el día 2 del tratamiento de las aguas residuales tal como denota la tabla 6, los parámetros de temperatura y pH tuvieron un alza ligera en sus valores mientras que el parámetro de C.E denota un aumento significativo en M1, en tanto para M2 y M3 el aumento del valor fue ligeramente. Por otro lado, se observa que los valores de los parámetros de AyG, DBO, DQO, SST, Cr y Pb,

fueron disminuyendo en cada microcosmo, sin embargo, resaltamos que en M1, los valores tuvieron más descenso que en M2 y M3. Aunque dichos valores no llegan a estar dentro de los VMA, la disminución fue considerablemente mejor en comparación con el tratamiento de 2 horas.

En el día 3, con nuevas muestras de agua residual, acondicionadas en los respectivos recipientes con los tratamientos designados, fueron dispuestas a un tiempo de 6 horas de tratamiento, para al finalizar se realicen las mediciones y análisis correspondientes obteniendo así los valores denotados en la siguiente tabla.

Tabla 7. Muestreo de tratamientos en el día 3

TRATAMIENTOS EN EL DIA 3												
TIEMPO	6 HORAS											
MICROCOSMOS	MC			M1			M2			M3		
Agua residual (L) : Lodo porcino (g)	1000 : 0000			800 : 200			500 : 500			200 : 800		
MUESTREO	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
PARÁMETROS												
Temperatura (°C)	20	20	20	22	23	23	22	21	22	23	22	22
Potencial de Hidrogeno	6.8	6.8	6.8	7.8	7.7	7.7	7.6	7.8	7.7	7.8	7.6	7.7
Aceites y grasas (mg/L)	380	380	380	113	112	113	224	225	225	348	349	349
Demanda Bioquímica de Oxigeno (mg/L)	945	945	945	505	506	506	674	673	673	800	799	799

Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	2980	2980	2980	1810	1810	1809	2287	2288	2287	2598	2599	2598
Sólidos Suspendidos (mg/L)	955	955	955	488	489	488	814	813	814	895	894	894
Cromo Total (mg/L)	92	92	92	7	6	6	57	56	56	59	60	60
Plomo (mg/L)	26	26	26	2	1	2	13	12	12	15	16	16
Conductividad Eléctrica (uS/cm)	524	524	524	1250	1251	1250	887	886	886	745	745	745

En el día 3 del tratamiento de las aguas residuales tal como denota la tabla 7, los parámetros de temperatura y pH tuvieron un alza ligera en sus valores mientras que el parámetro de C.E denota un aumento aún más significativo en M1, en tanto para M2 y M3 el aumento del valor fue ligeramente. Por otro lado, se observa que los valores de los parámetros de AyG, DBO, DQO, SST, Cr y Pb, fueron disminuyendo en cada microcosmo, sin embargo, resaltamos que en M1, los valores tuvieron más descenso que en M2 y M3. Aunque los valores de los contaminantes han disminuido efectivamente acercándose a los VMA, estos no han llegado a ser suficientes. Cabe agregar que dichas disminuciones se tuvieron desde el primer día con un tratamiento de 2 horas lo cual indica que a mayor tiempo de tratamiento se obtiene mejores resultados es por ello que se consideró 2 días más con 8 y 10 horas respectivamente.

En tanto, para el día 4, las nuevas muestras de agua residual, acondicionadas en los respectivos recipientes con los tratamientos designados, fueron dispuestas a un tiempo de 8 horas de tratamiento, obteniendo así los valores denotados en la siguiente tabla.

Tabla 8. Muestreo de tratamientos en el día 4

TRATAMIENTOS EN EL DIA 4

TIEMPO	8 HORAS											
MICROCOSMOS	MC			M1			M2			M3		
MUESTREO	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
PARÁMETROS												
Temperatura (°C)	20	20	20	22	22	22	22	21	21	22	23	23
Potencial de Hidrogeno	6.8	6.8	6.8	7.7	7.6	7.6	7.8	7.7	7.8	7.6	7.5	7.6
Aceites y grasas (mg/L)	380	380	380	99	98	98	212	213	212	333	332	331
Demanda Bioquímica de Oxigeno (mg/L)	945	945	945	491	490	491	666	667	667	785	784	784
Demanda Química de Oxigeno (mg/L)	2980	2980	2980	1710	1711	1711	2241	2240	2240	2562	2561	2561
Solidos Suspendidos (mg/L)	955	955	955	475	476	476	800	801	801	881	880	880
Cromo Total (mg/L)	92	92	92	4	3	4	51	50	50	55	55	54
Plomo (mg/L)	26	26	26	0.8	0.8	0.7	8	9	9	11	12	12
Conductividad Eléctrica (uS/cm)	524	524	524	1399	1400	1400	927	927	928	799	800	799

Para este día 4, las aguas residuales fueron sometidas a un tiempo de tratamiento de 8 horas, y tal como se visualiza en la tabla anterior, los parámetros de temperatura y pH mantuvieron sus valores cercanos a los anteriores, mientras que el parámetro de C.E denota un aumento sumamente mayor a la concentración inicial en M1, en tanto para M2 y M3 el aumento del valor fue ligeramente. Por otro lado, se observa que los valores de los parámetros de AyG, DBO, DQO, SST, Cr y Pb, fueron disminuyendo

en cada microcosmo, aunque la disminución no fue resaltante en comparación con los valores del tratamiento de 6 horas, sin embargo, resaltamos que en M1, los valores tuvieron más descenso que en M2 y M3.

Cabe agregar que los valores de los contaminantes AyG con 98 mg/L, DBO con 491 mg/L, SST con 476 mg/L y Cr con 3 mg/L han disminuido efectivamente estando por debajo de los VMA, mientras que DQO y Pb aún están en valor cercanos a los VMA,

Finalmente, para el día 5, las muestras de agua residual, acondicionadas en los respectivos recipientes con los tratamientos designados, fueron dispuestas a un tiempo de 10 horas de tratamiento, obteniendo así los siguientes valores en cada parámetro.

Tabla 9. Muestreo de tratamientos en el día 5

TRATAMIENTOS EN EL DIA 5												
TIEMPO	10 HORAS											
MICROCOSMOS	MC			M1			M2			M3		
MUESTREO	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
PARÁMETROS												
Temperatura (°C)	20	20	20	21	21	20	23	22	22	23	22	22
Potencial de Hidrogeno	6.8	6.8	6.8	7.5	7.6	7.5	7.7	7.6	7.6	7.7	7.7	7.8
Aceites y grasas (mg/L)	380	380	380	95	96	96	201	200	202	327	326	327
Demanda Bioquímica de Oxigeno (mg/L)	945	945	945	484	485	485	657	657	658	773	774	773
Demanda Química de Oxigeno (mg/L)	2980	2980	2980	1695	1694	1694	2225	2224	2224	2558	2556	2557

Solidos Suspendidos (mg/L)	955	955	955	470	469	469	790	789	789	875	876	876
Cromo Total (mg/L)	92	92	92	2	2	1	45	44	44	48	49	49
Plomo (mg/L)	26	26	26	0.5	0.4	0.4	5	5	4	8	9	9
Conductividad Eléctrica (uS/cm)	524	524	524	1581	1582	1582	1002	1001	1002	875	876	876

Para el último día 5, las aguas residuales fueron sometidas a un tiempo de tratamiento de 10 horas, y tal como se visualiza en la tabla anterior, los parámetros de temperatura y pH mantuvieron sus valores cercanos a los anteriores, mientras que el parámetro de C.E denota un aumento sumamente mayor a la concentración inicial de 524 hasta 1582 en M1, en tanto para M2 y M3 el aumento del valor fue ligeramente. Por otro lado, se observa que los valores de los parámetros de AyG con 95 mg/L, DBO con 485 mg/L, SST con 469 mg/L, Cr con 1 mg/L y Pb con 0.4 mg/L, obtuvieron concentraciones por debajo de los VMA en el M1, sin embargo, el parámetro de DQO con 1694 mg/L no logro disminuir la concentración con respecto a los VMA.

En síntesis, podemos afirmar que los parámetros tuvieron respuesta positiva en el microcosmo 1, el cual estaba compuesto por 800 ml de agua residual versus 200 gramos de lodo porcino, así mismo denotamos que en un tiempo de 6 horas de tratamiento los resultados fueron favorables, y a pesar del aumento a 8 y 10 horas las remociones en los contaminantes fueron lentas, concluyendo así que el mejor tiempo de tratamiento es de 6 horas.

Ahora bien, en la siguiente tabla se muestran los valores promedio, de cada parámetro y en cada tratamiento, para de este modo determinar la eficiencia de remoción.

Tabla 10. Valores promedio en cada parámetro por microcosmo y día

PROMEDIOS DE PARAMETROS POR MICROCOSMO Y DIA										
TRATAMIENTOS	MICROCOSMOS	PARÁMETROS								
		Promedio Temperatura (°C)	Promedio Potencial de Hidrogeno	Promedio Aceites y grasas (mg/L)	Promedio Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	Promedio Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	Promedio Solidos Suspendidos (mg/L)	Promedio Cromo Total (mg/L)	Promedio Plomo (mg/L)	Conductividad Eléctrica (uS/cm)
Día 1	MC	20	6.8	380	945	2980	955	92	26	524
	M1	21	7.1	240	763	2484	870	61	18	873
	M2	21	7.5	301	800	2624	909	76	20	726
	M3	21	7.4	365	830	2872	938	88	25	663
Día 2	M1	23	7.5	204	659	2110	708	46	9	1098
	M2	22	7.6	250	780	2419	899	60	16	804
	M3	24	7.7	352	829	2777	921	72	23	699
Día 3	M1	23	7.7	113	506	1810	488	06	2	1250
	M2	22	7.6	225	673	2287	814	56	12	886
	M3	22	7.6	349	799	2598	894	60	16	745
Día 4	M1	22	7.6	98	491	1711	476	4	0.8	1400
	M2	21	7.8	212	667	2240	801	50	9	927
	M3	23	7.6	332	784	2561	880	55	12	799
Día 5	M1	21	7.5	96	485	1694	469	2	0.4	1582

	M2	22	7.6	201	657	2224	789	44	5	1002
	M3	22	7.7	327	773	2556	876	49	9	876

En la tabla 10, se denotan los valores promedio de cada parámetro, resultante de los 3 monitoreos realizados en cada microcosmo y por día de tratamiento, de los cuales se determinará la eficacia de remoción en los contaminantes principales. Además, podemos observar que las muestras control, mantuvieron sus valores estables en cada parámetro.

OE3. ¿Cuál es la eficiencia de la técnica de microcosmos aplicando lodos de porcino en la degradación de contaminantes presentes en aguas residuales?

En respuesta al objetivo 3, a continuación, se detalla el porcentaje de eficiencia determinado en base a la concentración inicial y concentración promedio final de cada parámetro y en cada uno de los tratamientos.

Tabla 11. Porcentaje de remoción en la concentración de los contaminantes

PARAMETROS	CONCENTRACIÓN INICIAL	MICROCOSMOS	DIAS DE TRATAMIENTO									
			DÍA 1		DÍA 2		DÍA 3		DÍA 4		DÍA 5	
			Concentración final	Remoción (%)	Concentración final	Remoción (%)	Concentración final	Remoción (%)	Concentración final	Remoción (%)	Concentración final	Remoción (%)
Aceites y grasas	380	MC	380	0%	380	0%	380	0%	380	0%	380	0%

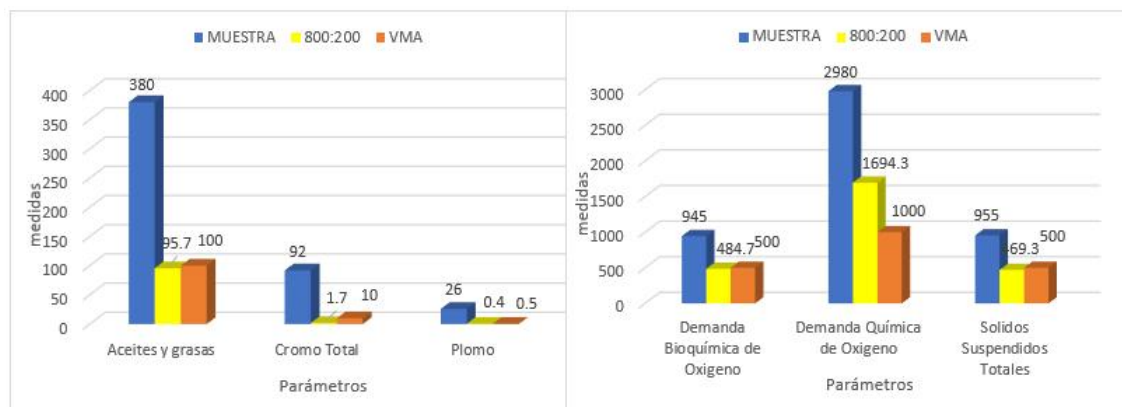
(mg/L)		M1	240	37%	204	46%	113	70%	98	74%	96	75%
		M2	301	21%	250	34%	225	41%	212	44%	201	47%
		M3	365	4%	352	7%	349	8%	332	13%	327	14%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	945	MC	945	0%	945	0%	945	0%	945	0%	945	0%
		M1	763	19%	659	30%	506	46%	491	48%	485	49%
		M2	800	15%	780	18%	673	29%	667	29%	657	31%
		M3	830	12%	829	12%	799	15%	784	17%	773	18%
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	2980	MC	2980	0%	2980	0%	2980	0%	2980	0%	2980	0%
		M1	2484	17%	2110	29%	1810	39%	1711	43%	1694	43%
		M2	2624	12%	2419	19%	2287	23%	2240	25%	2224	25%
		M3	2872	4%	2777	7%	2598	13%	2561	14%	2556	14%
Solidos Suspendidos (mg/L)	955	MC	955	0%	955	0%	955	0%	955	0%	955	0%
		M1	870	9%	708	26%	488	49%	476	50%	469	51%
		M2	909	5%	899	6%	814	15%	801	16%	789	17%
		M3	938	2%	921	4%	894	6%	880	8%	876	8%
Cromo (mg/L)	92	MC	92	0%	92	0%	92	0%	92	0%	92	0%
		M1	61	34%	46	50%	06	94%	4	96%	2	98%
		M2	76	17%	60	35%	56	39%	50	46%	44	52%

		M3	88	4%	72	22%	60	35%	55	40%	49	47%
Plomo (mg/L)	26	MC	26	0%	26	0%	26	0%	26	0%	26	0%
		M1	18	31%	9	65%	2	92%	0.8	97%	0.4	98%
		M2	20	23%	16	38%	12	54%	9	65%	5	81%
		M3	25	4%	23	12%	16	38%	12	54%	9	65%

Finalmente, en la tabla N° 11, podremos observar, los porcentajes de remoción en la concentración de los contaminantes, dicho porcentaje obtenido de la concentración inicial y final. Por un lado, tenemos que la muestra control (1000 ml de agua residual / 0000 gramos de lodo porcino), mantuvo los valores estables en sus parámetros durante los 5 días de tratamiento, por otro lado, se visualiza que los porcentajes mayores de remoción se dieron en el microcosmo 1 (800 ml de agua residual / 200 gramos de lodo porcino), mientras que en microcosmo 2 (500 ml de agua residual / 500 gramos de lodo porcino) y microcosmo 3 (200 ml de agua residual / 800 gramos de lodo porcino), las remociones fueron ligeramente significativa. Así mismo, el tiempo de tratamiento fue un factor influyente ya que en 6 horas se tuvo resultados eficientes.

OE1. ¿Cuáles son las concentraciones de los contaminantes presentes en las aguas residuales antes del tratamiento de microcosmos?

Figuras 4. Concentraciones de los contaminantes presentes en las aguas residuales antes del tratamiento de microcosmos



Al inicio del experimento los valores relacionados a los parámetros analizados del agua residual sintética contienen valores muy superiores a los Valores Máximos Admisibles (VMA), Estos valores resultan significativamente menores al aplicar el tratamiento 800:200.

Nota: en el objetivo 3 se demuestra que el tratamiento 800:200 genera resultados más eficientes, por eso lo comparamos aquí.

OE2. ¿Cuál es la capacidad en el tiempo de la técnica de microcosmos con lodos de porcino para la degradación de contaminantes en aguas residuales?

Tabla 12. Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre la Temperatura

dia	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	17.33	4	4.333	3.235	0.019
Dentro de grupos	73.67	55	1.339	-	-
Total	91	59	-	-	-

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se evidencia un efecto significativamente diferente en el número de días de experimentación sobre la temperatura (Sig=0.019 menor que 0.05).

Tabla 13. Prueba Tukey para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre la Temperatura (°C)

día	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1	12	20,67	-
5	12	21,33	21,33
4	12	21,50	21,50
3	12	21,67	21,67
2	12	-	22,33

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12,000.

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se evidencia que en el día 2 del tratamiento se evidencia la temperatura más alta, así se tiene que la temperatura al día 1, 3, 4 y 5 resultaron estadísticamente iguales.

Tabla 14. Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre el potencial de hidrogeno

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.55	4	0.137	0.969	0.432
Dentro de grupos	7.78	55	0.141	-	-
Total	8.326	59	-	-	-

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se evidencia que el número de días de experimentación no genera un efecto diferente sobre el potencial de hidrogeno (Sig=0.432 mayor que 0.05).

Tabla 15. Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre los aceites y grasas (mg/L)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
--	-------------------	----	------------------	---	------

Entre grupos	43488.83	4	10872.208	1.140	0.347
Dentro de grupos	524570.50	55	9537.645	-	-
Total	568059.333	59	-	-	-

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se evidencia que el número de días de experimentación no genera un efecto diferente sobre los aceites y grasas (Sig=0.347 mayor que 0.05).

Tabla 16. Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre la demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	140445.93	4	35111.483	1.655	0.174
Dentro de grupos	1166784.92	55	21214.271	-	-
Total	1307230.850	59	-	-	-

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se evidencia que el número de días de experimentación no genera un efecto diferente sobre la demanda Bioquímica de Oxígeno (Sig=0.174 mayor que 0.05).

Tabla 17. Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre la demanda Química de Oxígeno (mg/L)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1244716.57	4	311179.142	1.853	0.132
Dentro de grupos	9237072.42	55	167946.771	-	-
Total	10481788.983	59	-	-	-

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se evidencia que el número de días de experimentación no genera un efecto diferente sobre la demanda química de Oxígeno (Sig=0.132 mayor que 0.05).

Tabla 18. Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre los sólidos Suspendidos Totales (mg/L)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	205822.00	4	51455.500	2.142	0.088
Dentro de grupos	1321268.58	55	24023.065	-	-
Total	1527090.583	59	-	-	-

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se evidencia que el número de días de experimentación no genera un efecto diferente sobre los sólidos Suspendidos Totales (Sig=0.088 mayor que 0.05).

Tabla 19. Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre el cromo total.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	8771.93	4	2192.983	2.978	0.027
Dentro de grupos	40504.25	55	736.441	-	-
Total	49276.183	59	-	-	-

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se evidencia que el número de días de experimentación genera un efecto estadísticamente diferente sobre el cromo total (Sig=0.027 menor que 0.05).

Tabla 20. Prueba Tukey para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre el cromo total

día	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
5	12	46,67	-
4	12	50,17	-
3	12	53,58	-
2	12	67,50	-
1	12	-	79,00

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12,000.

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se evidencia que en el día 1 del tratamiento se evidencia la media de cromo más alta, así se tiene que la media de cromo al día 2, 3, 4 y 5 resultaron estadísticamente iguales.

Tabla 21. Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre el plomo (mg/L)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1198.04	4	299.511	4.476	0.003
Dentro de grupos	3680.24	55	66.913	-	-
Total	4878.284	59	-	-	-

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se evidencia que el número de días de experimentación genera un efecto estadísticamente diferente sobre el plomo (Sig=0.003 menor que 0.05).

Tabla 22. Prueba Tukey para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre el plomo (mg/L)

día	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
5	12	9,942	-
4	12	11,775	-
3	12	13,917	-
2	12	18,583	-
1	12	-	22,083

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 12,000.

Interpretación: Sobre la base de la prueba de Tukey se evidencia que en el día 1 del tratamiento se evidencia la media de plomo más alta, así se tiene que la media de plomo al día 2, 3, 4 y 5 resultaron estadísticamente iguales.

Tabla 23. Prueba ANOVA para analizar el efecto del tiempo (días de experimentación) sobre la conductividad Eléctrica (uS/cm)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	640258.93	4	160064.733	1.960	0.113
Dentro de grupos	4491422.00	55	81662.218	-	-
Total	5131680.933	59	-	-	-

Interpretación: Sobre la base de la prueba ANOVA se evidencia que el número de días de experimentación no genera un efecto diferente sobre la conductividad Eléctrica (Sig=0.113 mayor que 0.05).

OE3. ¿Cuál es la eficiencia de la técnica de microcosmos aplicando lodos de porcino en la degradación de contaminantes presentes en aguas residuales?

Tabla 24. Prueba ANOVA para analizar la eficiencia de la técnica microcosmos aplicando lodos de porcino según días de tratamiento y tipo de tratamiento sobre Aceites y grasas (mg/L)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	42933.8	1	42933.75	989.41	0.000
Día	3010.9	4	752.71	17.35	0.000
Tratamientos	34061.3	3	11353.78	261.65	0.000
Error	2256.5	52	43.39	-	-
Total	82262.4	60	-	-	-

Interpretación: Se evidencia diferencia significativa entre los días de tratamiento (Sig= 0.000 menor que 0.05) y el tipo de tratamiento (Sig=0.000 menor que 0.05) de la efectividad de la técnica microcosmos aplicado a lodos, en el efecto de aceites y grasas.

Tabla 25. Prueba de Tukey para analizar el efecto de los días de tratamiento en la efectividad sobre aceites y grasas

día	N	Subconjunto	
		1	2
1	12	15,408	-
2	12	21,775	-
3	12	-	29,883
4	12	-	32,708

5	12	-	33,975
---	----	---	--------

Interpretación: La efectividad fue significativamente mayor para los días 3, 4 y 5.

Tabla 26. Prueba de Tukey para analizar el efecto de los tratamientos en la efectividad sobre aceites y grasas

Tratamiento	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
1000:000	15	,00	-	-	-
200:800	15	-	9,24	-	-
500:500	15	-	-	37,28	-
800:200	15	-	-	-	60,48

Interpretación: la efectividad fue significativamente mayor con el tratamiento 800:200, con una efectividad media de 60.48%.

Tabla 27. Prueba ANOVA para analizar la eficiencia de la técnica microcosmos aplicando lodos de porcino según días de tratamiento y tipo de tratamiento sobre demanda bioquímica de oxígeno

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	22768.2	1	22768.22	960.20	0.000
Día	1568.3	4	392.08	16.54	0.000
Tratamientos	11842.4	3	3947.48	166.48	0.000
Error	1233.0	52	23.71	-	-
Total	37412.0	60	-	-	-

Interpretación: Se evidencia diferencia significativa entre los días de tratamiento (Sig= 0.000 menor que 0.05) y el tipo de tratamiento (Sig=0.000 menor que 0.05) de la efectividad de la técnica microcosmos aplicado a lodos, en el efecto de la demanda bioquímica de oxígeno.

Tabla 28. Prueba de Tukey para analizar el efecto de los días de tratamiento en la efectividad sobre demanda Bioquímica de Oxígeno

día	N	Subconjunto	
		1	2

1	12	11,700	-
2	12	15,083	-
3	12	-	22,667
4	12	-	23,608
5	12	-	24,342

Interpretación: La efectividad fue significativamente mayor para los días 3, 4 y 5.

Tabla 29. Prueba de Tukey para analizar el efecto de los tratamientos en la efectividad sobre demanda Bioquímica de Oxígeno

Tratamiento	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
1000:000	15	,00	-	-	-
200:800	15	-	15,00	-	-
500:500	15	-	-	24,29	-
800:200	15	-	-	-	38,63

Interpretación: la efectividad fue significativamente mayor con el tratamiento 800:200, con una efectividad media de 38.63%.

Tabla 30. Prueba ANOVA para analizar la eficiencia de la técnica microcosmos aplicando lodos de porcino según días de tratamiento y tipo de tratamiento sobre demanda química de oxígeno

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	15993.6	1	15993.60	1064.66	0.000
Día	1406.0	4	351.50	23.40	0.000
Tratamientos	9628.1	3	3209.36	213.64	0.000
Error	781.2	52	15.02	-	-
Total	27808.9	60	-	-	-

Interpretación: Se evidencia diferencia significativa entre los días de tratamiento (Sig= 0.000 menor que 0.05) y el tipo de tratamiento (Sig=0.000 menor que 0.05) de la efectividad de la técnica microcosmos aplicado a lodos, en el efecto de la demanda química de oxígeno.

Tabla 31. Prueba de Tukey para analizar el efecto de los días de tratamiento en la efectividad sobre demanda química de Oxígeno

día	N	Subconjunto
-----	---	-------------

		1	2	3
1	12	8,042	-	-
2	12	-	13,700	-
3	12	-	-	18,842
4	12	-	-	20,367
5	12	-	-	20,683

Interpretación: La efectividad fue significativamente mayor para los días 3, 4 y 5.

Tabla 32. Prueba de Tukey para analizar el efecto de los tratamientos en la efectividad sobre demanda química de Oxígeno

Tratamiento	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
1000:000	15	,000	-	-	-
200:800	15	-	10,300	-	-
500:500	15	-	-	20,827	-
800:200	15	-	-	-	34,180

Interpretación: la efectividad fue significativamente mayor con el tratamiento 800:200, con una efectividad media de 34.180%.

Tabla 33. Prueba ANOVA para analizar la eficiencia de la técnica microcosmos sobre lodos de porcino según días de tratamiento y tipo de tratamiento sobre sólidos suspendidos totales

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	11067.7	1	11067.70	226.68	0.000
Día	2257.1	4	564.28	11.56	0.000
Tratamientos	11956.3	3	3985.43	81.63	0.000
Error	2538.9	52	48.82	-	-
Total	27820.0	60	-	-	-

Interpretación: Se evidencia diferencia significativa entre los días de tratamiento (Sig= 0.000 menor que 0.05) y el tipo de tratamiento (Sig=0.000 menor que 0.05) de la efectividad de la técnica microcosmos aplicado a lodos, en el efecto de los sólidos suspendidos totales.

Tabla 34. Prueba de Tukey para analizar el efecto de los días de tratamiento en la efectividad sobre los sólidos suspendidos totales

día	N	Subconjunto
-----	---	-------------

		1	2
1	12	3.86	-
2	12	8.84	-
3	12	-	17.52
4	12	-	18.55
5	12	-	19.14

Interpretación: La efectividad fue significativamente mayor para los días 3, 4 y 5.

Tabla 35. Prueba de Tukey para analizar el efecto de los tratamientos en la efectividad sobre los sólidos suspendidos totales

Tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
1000:000	15	,00	-	-
200:800	15	5.93	5.93	-
500:500	15	-	11.79	-
800:200	15	-	-	38,94

Interpretación: la efectividad fue significativamente mayor con el tratamiento 800:200, con una efectividad media de 38.94%.

Tabla 36. Prueba ANOVA para analizar la eficiencia de la técnica microcosmos aplicando lodos de porcino según días de tratamiento y tipo de tratamiento sobre cromo total

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	75409.2	1	75409.24	668.34	0.000
Día	10368.0	4	2592.00	22.97	0.000
Tratamientos	41998.6	3	13999.54	124.08	0.000
Error	5867.2	52	112.83	-	-
Total	133643.1	60	-	-	-

Interpretación: Se evidencia diferencia significativa entre los días de tratamiento (Sig= 0.000 menor que 0.05) y el tipo de tratamiento (Sig=0.000 menor que 0.05) de la efectividad de la técnica microcosmos aplicado a lodos, en el efecto de cromo totales.

Tabla 37. Prueba de Tukey para analizar el efecto de los días de tratamiento en la efectividad sobre cromo totales

día	N	Subconjunto		
		1	2	3
1	12	14,125	-	-
2	12	-	26,625	-
3	12	-	-	41,758
4	12	-	-	45,483
5	12	-	-	49,267

Interpretación: La efectividad fue significativamente mayor para los días 3, 4 y 5.

Tabla 38. Prueba de Tukey para analizar el efecto de los tratamientos en la efectividad sobre cromo totales

Tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
1000:000	15	0.00	-	-
200:800	15	-	29.91	-
500:500	15	-	37.62	-
800:200	15	-	-	74,28

Interpretación: la efectividad fue significativamente mayor con el tratamiento 800:200, con una efectividad media de 74.28%.

Tabla 39. Prueba ANOVA para analizar la eficiencia de la técnica microcosmos aplicando lodos de porcino según días de tratamiento y tipo de tratamiento sobre plomo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	102374.4	1	102374.44	726.37	0.000
Día	17728.7	4	4432.18	31.45	0.000
Tratamientos	47125.3	3	15708.43	111.45	0.000
Error	7328.9	52	140.94	-	-
Total	174557.3	60	-	-	-

Interpretación: Se evidencia diferencia significativa entre los días de tratamiento (Sig= 0.000 menor que 0.05) y el tipo de tratamiento (Sig=0.000)

menor que 0.05) de la efectividad de la técnica microcosmos aplicado a lodos, en el efecto de plomo.

Tabla 40. Prueba de Tukey para analizar el efecto de los días de tratamiento en la efectividad sobre plomo

día	N	Subconjunto		
		1	2	3
1	12	15,06	-	-
2	12	28,53	-	-
3	12	-	46,48	-
4	12	-	54,70	54,70
5	12	-	-	61,78

Interpretación: La efectividad fue significativamente mayor para los días 4 y 5.

Tabla 41. Prueba de Tukey para analizar el efecto de los tratamientos en la efectividad sobre plomo

Tratamiento	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
1000:000	15	,000	-	-	-
200:800	15	-	35,63	-	-
500:500	15	-	-	52,57	-
800:200	15	-	-	-	77,03

Interpretación: la efectividad fue significativamente mayor con el tratamiento 800:200, con una efectividad media de 77.03%.

VI. DISCUSIÓN

Para el primer objetivo específico de estudio, las concentraciones de los contaminantes presentes en las aguas residuales antes del tratamiento de microcosmos contienen valores que sobrepasan los Valores Máximos Admisibles (VMA), para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado, D.S. N.º 010-2019-VIVIENDA.

Presentando en la tabla 4 los valores de Aceites y grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales, Cromo Total, Plomo, superiores en 380 mg/l, 945mg/l, 2980mg/l, 955mg/l, 92mg/l y 26mg/l.

Para el segundo objetivo específico de estudio, la capacidad en el tiempo de la técnica de microcosmos con lodos de porcino para la degradación de contaminantes en aguas residuales es un parámetro que influye en el porcentaje de remoción de los contaminantes; siendo que a partir del 3er día con un tiempo de 6 horas los contaminantes empezaron a reducir acercándose a los VMA y en el tratamiento del día 4 con 8 horas se logró disminuir algunos contaminantes hasta alcanzar mantenerlos por debajo de los VMA, manteniéndose en los días posteriores. Pero, además, se logró comprobar que la proporción del agua residual y el lodo añadido influyen también de manera directa; ya que, en la mayoría de los casos el microcosmo 1 fue quien logró presentar mejores resultados de remoción de los contaminantes.

Siendo así que el porcentaje de remoción en la muestra control (1000 ml de agua residual / 0000 gramos de lodo porcino), mantuvo los valores estables en sus parámetros durante los 5 días de tratamiento. Aunque ello es refutado con lo obtenido por Gorito A. et al., (2018, p.1), en su estudio, donde sus resultados con y sin adición, presentaron una elevada eficacia de eliminación semanal (>87%) para todos los metales pesados.

Siendo que para el tratamiento del día 1, los parámetros de temperatura y pH tuvieron un alza ligera en sus valores mientras que el parámetro de C.E

denota un aumento significativo en M1, en tanto para M2 y M3 el aumento del valor fue ligeramente. Por otro lado, se observa que los valores de los parámetros de AyG, DBO, DQO, SST, Cr y Pb, fueron disminuyendo en cada microcosmo, sin embargo, resaltamos que en M1, los valores tuvieron más descenso que en M2 y M3.

Para el día 2, los parámetros de temperatura y pH tuvieron un alza ligera en sus valores mientras que el parámetro de C.E denota un aumento significativo en M1, en tanto para M2 y M3 el aumento del valor fue ligeramente. Por otro lado, se observa que los valores de los parámetros de AyG, DBO, DQO, SST, Cr y Pb, fueron disminuyendo en cada microcosmo, sin embargo, resaltamos que en M1, los valores tuvieron más descenso que en M2 y M3. Aunque dichos valores no llegan a estar dentro de los VMA, la disminución fue considerablemente mejor en comparación con el tratamiento de 2 horas.

Para el día 3, los parámetros de temperatura y pH tuvieron un alza ligera en sus valores mientras que el parámetro de C.E denota un aumento aún más significativo en M1, en tanto para M2 y M3 el aumento del valor fue ligeramente. Por otro lado, se observa que los valores de los parámetros de AyG, DBO, DQO, SST, Cr y Pb, fueron disminuyendo en cada microcosmo, sin embargo, resaltamos que en M1, los valores tuvieron más descenso que en M2 y M3. Aunque los valores de los contaminantes han disminuido efectivamente acercándose a los VMA, estos no han llegado a ser suficientes. Cabe agregar que dichas disminuciones se tuvieron desde el primer día con un tratamiento de 2 horas lo cual indica que a mayor tiempo de tratamiento se obtiene mejores resultados es por ello que se consideró 2 días más con 8 y 10 horas respectivamente.

Para el cuarto día, los parámetros de temperatura y pH mantuvieron sus valores cercanos a los anteriores, mientras que el parámetro de C.E denota un aumento sumamente mayor a la concentración inicial en M1, en tanto para M2 y M3 el aumento del valor fue ligeramente. Por otro lado, se observa que los valores de los parámetros de AyG, DBO, DQO, SST, Cr y Pb, fueron disminuyendo en cada microcosmo, aunque la disminución no fue resaltante en comparación con los valores del tratamiento de 6 horas, sin embargo,

resaltamos que en M1, los valores tuvieron más descenso que en M2 y M3. Disminuyendo hasta lograr alcanzar los valores por debajo de los VMA a excepción del DQO y Pb.

Para el 5to y último día, los parámetros de temperatura y pH mantuvieron sus valores cercanos a los anteriores, mientras que el parámetro de C.E denota un aumento sumamente mayor a la concentración inicial de 524 hasta 1582 en M1, en tanto para M2 y M3 el aumento del valor fue ligeramente. Por otro lado, se observa que los valores de los parámetros de AyG con 95 mg/L, DBO con 485 mg/L, SST con 469 mg/L, Cr con 1 mg/L y Pb con 0.4 mg/L, obtuvieron concentraciones por debajo de los VMA en el M1, sin embargo, el parámetro de DQO con 1694 mg/L no logro disminuir la concentración con respecto a los VMA.

Ello es también corroborado por el estudio de Guo Chao et al., (2023, p.1), quien menciona que la aplicación de microcosmos es eficiente para degradar contaminantes en sistemas fluviales como marinos.

Siendo también los datos son apoyados por los resultados de del estudio de Chen J. et al., (2021, p.1), donde su sistema logró la reducción eficiente de los contaminantes como sulfatos y metales biogénicos.

Para el tercer objetivo específico, la eficiencia de la técnica de microcosmos aplicando lodos de porcino en la degradación de contaminantes presentes en aguas residuales se visualiza a partir del tercer día y en especial en el microcosmo 1 con la dosis de 800: 200 de agua residual y lodo porcino siendo que los porcentajes mayores de remoción se dieron en el microcosmo 1 con un tiempo de 6 horas, mientras que en microcosmo 2 y 3 las remociones fueron ligeramente significativa.

Es así como Kumar S. et al., (2022, p.1), presenta similares resultados a los obtenidos; donde después de tres días de tiempo de retención, varias medidas de calidad del agua, incluida la DBO, en el efluente liberado de varias unidades de microcosmos de humedales construidos logran cumplir satisfactoriamente con las normas de vertido; logrando alcanzar los niveles

máximos de eliminación del DBO de hasta el 98%, el 90% para el DQO, el 92% para el total de partículas suspendidas, el 89% para el Nitrógeno total, el $\text{NH}_4\text{-N}$ (70%) y el TP (88%) también mostraron los mejores niveles de eliminación.

VII. CONCLUSIONES

Mediante los resultados obtenidos se puede concluir que la técnica de microcosmos utilizando lodo porcino influye de manera positiva y efectiva en el tratamiento de aguas residuales; demostrando mediante los valores de las concentraciones iniciales y finales de los contaminantes lo efectivo de su aplicación; detallando así las siguientes conclusiones:

1. Las concentraciones de los contaminantes presentes en las aguas residuales antes del tratamiento de microcosmos contienen valores que sobrepasan los Valores Máximos Admisibles (VMA), para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado, D.S. N.º 010-2019-VIVIENDA.
2. La capacidad en el tiempo de la técnica de microcosmos con lodos de porcino para la degradación de contaminantes en aguas residuales influye en el porcentaje de remoción de los contaminantes; siendo que a partir del día 4 con 8 horas se logra disminuir algunos contaminantes hasta alcanzar los valores por debajo de los VMA.
3. La eficiencia de la técnica de microcosmos aplicando lodos de porcino en la degradación de contaminantes presentes en aguas residuales se logra conseguir a partir del cuarto día, aunque a partir del tercer día ya se reducen los valores y se acercan más a los VMA, es solo hasta el 4to día en adelante donde los valores logran alcanzar estar por debajo de los VMA.

VIII. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en los estudios se sugiere diseñar la metodología con tiempos mayores de días o semanas para poder incrementar la capacidad de degradación; así mismo se realizan las siguientes recomendaciones:

1. Aunque no se lograron reducciones significativas se cree de acuerdo a los estudios previos realizando que la aplicación de microcosmos debe presentar tiempos mayores para unos mejores resultados; por lo que se sugiere para cada microcosmo aplicar tiempo de una, dos tres y cuatro semanas.
2. Además, se sugiere emplear otro tipo de material en reemplazo del lodo porcino como el uso de plantas acuáticas que permitan la aplicación de mayores días de tratamientos; para identificar si se puede incrementar el porcentaje de remoción.
3. Por último, se recomienda estudiar otros factores y detallar los rangos de eficiencia para el incremento de la capacidad de remoción de los contaminantes, como una mayor oxigenación de los microcosmos, ya que, algunos estudios previos mencionan que ello ayuda a incrementar la biodegradación.

IX.- REFERENCIAS

1. ABRAHAMSE Wokje. Chapter 1 - Introduction. Encouraging Pro-Environmental Behaviour. What Works, What Doesn't, and Why. 2019, Pages 3-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811359-2.00001-9>
2. AIT-MOUHEB, Nassim, et al. Effect of untreated or reclaimed wastewater drip-irrigation for lettuces and leeks on yield, soil and fecal indicators. *Resources, Environment and Sustainability*, 2022, vol. 8, p. 100053. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2022.100053Z>
3. AOIFE P. Mahaney, RIMA. B. Franklin. Persistence of wastewater-associated antibiotic resistant bacteria in river microcosms. indicators Science of The Total Environment. Volume 819, 1 May 2022, 153099. Disponible. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153099>
4. BASKARAN, Shaileshkumar; SATHIAVELU, Mythili. Bioaugmentation and biostimulation of dumpsites for plastic degradation. En *Cost Effective Technologies for Solid Waste and Wastewater Treatment*. Elsevier, 2022. p. 9-23. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822933-0.00015-2>
5. BENAABIDATE, Lahcen; ZIAN, Ahmed; SADKI, Othman. Hydrochemical characteristics and quality assessment of water from different sources in Northern Morocco. En *Global Groundwater*. Elsevier, 2021. p. 261-274. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818172-0.00019-0>
6. BOLOGNESI, Silvia; CECCONET, Daniele; CAPODAGLIO, Andrea G. Agro-industrial wastewater treatment in microbial fuel cells. En *Integrated Microbial Fuel Cells for Wastewater Treatment*. Butterworth-Heinemann, 2020. p. 93-133. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817493-7.00005-9>

7. CHAMBONNIERE, Paul; BRONLUND, John E.; GUIEYSSE, Benoit. Study from microcosms and mesocosms reveals *Escherichia coli* removal in high rate algae ponds during domestic wastewater treatment is primarily caused by dark decay. *Plos one*, 2022, vol. 17, no 3, p. e0265576.
Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265576>
8. CHAUDHARY, M., et al. Design and principles of adsorbent-based reactors for modular wastewater treatment. En *Modular Treatment Approach for Drinking Water and Wastewater*. Elsevier, 2022. p. 129-148.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85421-4.00018-8>
9. CHEN, Jinquan, et al. Promotion of bioremediation performance in constructed wetland microcosms for acid mine drainage treatment by using organic substrates and supplementing domestic wastewater and plant litter broth. *Journal of Hazardous Materials*, 2021, vol. 404, p. 124125.M Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124125>
10. CHENG, Linsong, et al. Mn (VII) enhanced by CaSO₃ to remove trace organic pollutants in high salt organic wastewater: Further enhancement of salinity. *Chemosphere*, 2023, vol. 334, p. 138964.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138964>
11. GARCÍA-ÁVILA, Fernando, et al. Vertical tubular flocculator: Alternative technology for the improvement of drinking water treatment processes in rural areas. *Journal of Environmental Management*, 2023, vol. 331, p. 117342. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117342>
12. GOBIERNO DEL PERU. Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Plataforma digital unica del estado. Disponible: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/272120-010-2019-vivienda>

13. GODLEWSKA, Klaudia; PASZKIEWICZ, Monika. Reusable passive sampler with carbon nanotubes for monitoring contaminants in wastewater: Application, regeneration and reuse. *Chemosphere*, 2023, vol. 332, p. 138855. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138855>

14. GONZÁLEZ-FRAGOZO, Harold E., et al. Efecto del riego con agua residual tratada sobre la calidad microbiológica del suelo y pasto King Grass. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 2020, vol. 23, no 2 Disponible en: <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1513>

15. GORITO, Ana M., et al. Constructed wetland microcosms for the removal of organic micropollutants from freshwater aquaculture effluents. *Science of the total environment*, 2018, vol. 644, p. 1171-1180. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.371>

16. GUO, Chao, et al. Microcosm experiment to test bacterial responses to perfluorooctanoate exposure. *Science of The Total Environment*, 2023, vol. 857, p. 159685. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159685>

17. JOSE L, Hernandes. biodegradación de plaguicidas organofosforados y organoclorados por candida tropicalis y stenotrophomonas maltophilia en microcosmos del suelo. *Rev. Int. Contam. Ambient* vol.37 Ciudad de México 2021 Epub 06-Jun-2022. Disponible: <https://doi.org/10.20937/rica.53889>

18. KESARI, Kavindra Kumar, et al. Wastewater treatment and reuse: a review of its applications and health implications. *Water, Air, & Soil Pollution*, 2021, vol. 232, p. 1-28. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11270-021-05154-8>

19. KUMAR, Saroj; DUTTA, Venkatesh. Constructed wetland microcosms as sustainable technology for domestic wastewater treatment: an overview. *Environmental science and pollution research*, 2019, vol. 26, no

- 12, p. 11662-11673. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04816-9>
20. KUMAR, Saroj, et al. Interspecific competition and their impacts on the growth of macrophytes and pollutants removal within constructed wetland microcosms treating domestic wastewater. *International Journal of Phytoremediation*, 2022, vol. 24, no 1, p. 76-87. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15226514.2021.1926910>
21. KUMAR, Saroj, et al. Variation in extracellular enzyme activities and their influence on the performance of surface-flow constructed wetland microcosms (CWMs). *Chemosphere*, 2020, vol. 251, p. 126377.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126377>
22. KUMAR, Saroj, et al. Integration of Constructed Wetland Microcosms with Available Wastewater Treatment Technologies for the Polishing of Domestic Wastewater and Their Potential Reuses. *International Journal of Environmental Research*, 2022, vol. 16, no 6, p. 99. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41742-022-00485-8>
23. LCD. Borrego. consorcio microbiano autóctono para el tratamiento de aguas contaminadas con gasoil del puerto de isla de toas (venezuela) 28 de octubre 2018. Disponible: https://dialnet.unirioja.es_descarga_articulo
24. LI, Jingsi, et al. Development of “water-suitable” agriculture based on a statistical analysis of factors affecting irrigation water demand. *Science of The Total Environment*, 2020, vol. 744, p. 140986. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140986>
25. LIU, Yi, et al. Microplastics are a hotspot for antibiotic resistance genes: Progress and perspective. *Science of the Total Environment*, 2021, vol. 773, p. 145643. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145643>

26. OFORI, Solomon, et al. Treated wastewater reuse for irrigation: Pros and cons. *Science of The Total Environment*, 2021, vol. 760, p. 144026. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144026>
27. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2017). Aguas residuales - el recurso desaprovechado. Disponible [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/\\$FILE/1_15.247647s.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/$FILE/1_15.247647s.pdf)
28. PRASANNAKUMARAN, K. M., et al. Nanopowdered biochar materials as a selective coating in solar flat plate collectors. En *Nanomaterials*. Academic Press, 2021. p. 663-676. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822401-4.00016-7>
29. RAMOND, J.-B., et al. Microbial ecology of the Namib Desert. En *Model Ecosystems in Extreme Environments*. Academic Press, 2019. p. 113-143. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812742-1.00006-4>
30. RAO, Aishwarya P.; PATEL, Jitendra; PRADHAN, Abani K. Application of alternative sources of water in agricultural food production—current trends and future prospects. *Current Opinion in Food Science*, 2022, vol. 47, p. 100877. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100877>
31. RAINA M MAIER, Terry J. Gentry. Chapter 11 - Physiological Methods. *Environmental Microbiology* (Third edition). 2016, Pages 213-243. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394626-3.00011-9>
32. SARKAR, Monolina. Light-responsive biodegradation of wastewater pollutants: New developments and potential perspectives. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 2023, vol. 10, p. 100281. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100281>
33. SCHOEN, Mary E.; JAHNE, Michael A.; GARLAND, Jay. Human health impact of non-potable reuse of distributed wastewater and greywater treated by membrane bioreactors. *Microbial risk analysis*, 2018, vol. 9, p. 72-81. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.mran.2018.01.003>

34. SHAKIR, Eman; ZAHRAW, Zahraa; AL-OBAIDY, Abdul Hameed MJ. Environmental and health risks associated with reuse of wastewater for irrigation. *Egyptian Journal of Petroleum*, 2017, vol. 26, no 1, p. 95-102. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2016.01.003>
35. TAO, Yile, et al. The impact of wastewater treatment effluent on microbial biomasses and diversities in coastal sediment microcosms of Hangzhou Bay. *Marine Pollution Bulletin*, 2017, vol. 114, no 1, p. 355-363. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.09.047>
36. VERGARAY, V. M. (2022). Aplicación de la técnica del microcosmo para evaluar la capacidad de los lodos residuales como biorremediadores de suelos contaminados con hidrocarburos Repositorio de la Universidad Privada del Norte.2022-07-15. Disponible: <https://hdl.handle.net/11537/31244>
37. VITTHAL S. KULLKARNI Ph.D., CHARLES Shaw Ph.D. Chapter 11 - Miscellaneous Physical, Chemical, and Microbiological Test Methods. *Essential Chemistry for Formulators of Semisolid and Liquid Dosages*. 2016, Pages 193-221. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801024-2.00011-X>
38. XING, Dongxu, et al. Effect of Mariculture Wastewater Concentrations on High-Value Production and Pollutants Removal with Bacterial-Algal Coupling Reactor (Bacr). Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.129410>
39. ZHAO, Yifan, et al. Responses of bacterial communities and resistance genes on microplastics to antibiotics and heavy metals in sewage environment. *Journal of hazardous materials*, 2021, vol. 402, p. 123550. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123550>
40. ZHU, Libin, et al. Incidence of fecal indicator and pathogenic bacteria in reclaimed and return flow waters in Arizona, USA. *Environmental research*,

2019, vol. 170, p. 122-127. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.11.048>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable Dependiente: tratamiento de agua residual	El tratamiento de las aguas residuales permite que mediante proceso ya sean físicos, químicos o biológicos, los agentes patógenos y los componentes químicos desfavorables de las aguas residuales disminuyan hasta quedar eliminados o reducirse y no sobrepasar los límites permitidos (Ramond J. et al., 2019, p.113).	Para llevar a cabo el tratamiento de aguas residuales se aplicará el método biológico mediante la técnica de microcosmos con la adición de lodo porcino y de determinará si se redujo los valores por encima de los permitidos mediante la caracterización de la muestra, es decir del agua residual.	Características fisicoquímicas	pH	-
				T	°C
				Metales pesados	mg/l
				CE	uS/cm

<p>Variable Independiente: Técnica de microcosmos utilizando lodo porcino</p>	<p>La investigación en microcosmos, busca evaluar su capacidad de adsorción con un entorno experimental que se ajuste a las condiciones de campo (Baskaran S. y Sathiavelu M., 2022, p.9). Además, las investigaciones en microcosmos a nivel de laboratorio permiten la uniformidad de los factores ambientales para todas las muestras, como la temperatura y el contenido de humedad, entre otros (Raina M. y Terry J., 2016, p.1).</p>	<p>Se utilizará el lodo porcino deshidratado, secado a temperatura ambiente y posteriormente secado en un horno de laboratorio, para ser finalmente tamizado añadido al agua residual contaminado en laboratorio de tal forma que simule un agua residual sintética; posterior a ello se separará en grupos con una muestra control, y dos muestras adicionales donde se añadirá diferentes dosis del lodo porcino y determinar en diferentes tiempos cuando ocurre la mayor remoción.</p>	<p>Muestras</p>	Muestra control	mg/l
				Muestra 1	mg/l
				Muestra 2	mg/l
				Muestra 3	mg/l

Anexo 2 .Matriz de Consistencia

Título: Técnica de Microcosmos para el Tratamiento de Agua Residual Utilizando Lodo Porcino a Nivel de Laboratorio, 2023				
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema General: ¿En qué medida la técnica de microcosmos utilizando lodo porcino influye en el tratamiento de aguas residuales a nivel laboratorio 2023?</p> <p>Específicos: los siguientes:</p> <p>PE1 ¿Cuáles son las concentraciones de los contaminantes presentes en las aguas residuales antes del tratamiento de microcosmos?</p> <p>PE2 ¿Cuál es la capacidad en el tiempo de la técnica de microcosmos con lodos de porcino para la degradación de</p>	<p>General: Analizar en qué medida la técnica de microcosmos utilizando lodo porcino influye en el tratamiento de aguas residuales a nivel laboratorio 2023</p> <p>Específicos los siguientes:</p> <p>OE1 Identificar las concentraciones de los contaminantes presentes en las aguas residuales antes del tratamiento de microcosmos.</p> <p>OE2 Determinar la capacidad en el tiempo de la técnica de microcosmos</p>	<p>General: la técnica de microcosmos utilizando lodo porcino influye en un 80% en el tratamiento de aguas residuales a nivel laboratorio 2023.</p> <p>Específicos: los siguientes:</p> <p>HE1 las concentraciones de los contaminantes presentes en las aguas residuales antes del tratamiento de microcosmos superan los LMP.</p> <p>HE2 El tiempo adecuado es el superior a los 15 días para la degradación de contaminantes en aguas residuales aplicando la técnica de microcosmos con lodos de porcino.</p>	<p>Independiente: Técnica de microcosmos utilizando lodo porcino</p> <p>Dependiente: tratamiento de agua residual</p>	<p>Población: Este se encuentra conformado por 10 litros de agua residual de laboratorio</p> <p>Muestra: La muestra estará conformada por 1 litro para cada tratamiento</p> <p>Unidad de análisis:</p>

<p>contaminantes en aguas residuales?</p> <p>PE3 ¿Cuál es la eficiencia de la técnica de microcosmos aplicando lodos de porcino en la degradación de contaminantes presentes en aguas residuales?</p>	<p>con lodos de porcino para la degradación de contaminantes en aguas residuales.</p> <p>OE3 Definir la eficiencia de la técnica de microcosmos aplicando lodos de porcino en la degradación de contaminantes presentes en aguas residuales.</p>	<p>HE3 la eficiencia de la técnica de microcosmos aplicando lodos de porcino permite una degradación mayor al 85% de los contaminantes presentes en aguas residuales.</p>		<p>Agua residual acondicionada a nivel de laboratorio.</p> <p>Instrumento: laboratorio</p>
--	---	--	--	---

Anexo 3: Validacion de instrumento de recoleccion de datos

SOLICITUD: Validación de instrumento de recolección de datos.

ESPINOZA FARFAN, EDUARDO RONALD

Nosotros Esperrilla Velázquez, Alex con DNI N° 02435440 y Torres Quispe, Jovel con DNI N° 43812115 alumnos de la Universidad Cesar Vallejo de Ingeniería Ambiental, asesorados por el ingeniero LOZANO SULCA, YIMI TOM, nos dirigimos a usted con el debido respeto nos presentamos y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando titulada: **“Técnica de Microcosmos para el Tratamiento de Agua Residual Utilizando Lodo Porcino a Nivel de Laboratorio, 2023”** solicitamos a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjuntamos bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjuntamos los siguientes documentos:

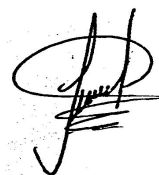
- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.



.....
TESISTA Esperrilla Velázquez, Alex
DNI: 02435440



.....
TESISTA Torres Quispe, Jovel
DNI: 43812115

Lima, 23 de junio del 2023

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** ESPINOZA FARFAN, EDUARDO RONALD
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente / UCV Lima Este
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Caracterización inicial del agua residual sintética
- 1.5. **Autor(A) de Instrumento:** Alex Esperrilla Velázquez y Jovel Torres Quispe

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

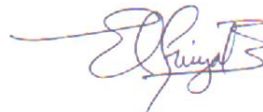
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%



Lima, 23 de junio de 2023

ESPINOZA FARFAN, EDUARDO RONALD
 CIP: 92135

Ficha 1: Caracterización inicial del agua residual sintética

Ficha 1: Caracterización inicial del agua residual sintética						
Título del proyecto	Técnica de Microcosmos para el Tratamiento de Agua Residual Utilizando Lodo Porcino a Nivel de Laboratorio, 2023					
Responsables	Esperilla Velásquez, Alex Julio Y Torres Quispe, Jovel					
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom					
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático					
Lugar	A nivel de laboratorio					
Fecha	28/07/2023					
Muestra	Características del agua residual			UNIDAD		
Aceites y grasas					mg/l	
pH					-	
DBO					(mg/L)	
DQO					(mg/L)	

SST (mg/l)					(mg/L)	
Cromo total					mg/l	
Plomo					mg/l	
Ce					uS/cm	

Ficha 2: Tratamientos de degradación de contaminantes en aguas residuales

Título del proyecto	Técnica de Microcosmos para el Tratamiento de Agua Residual Utilizando Lodo Porcino a Nivel de Laboratorio, 2023						
Responsables	Esperilla Velásquez, Alex Julio Y Torres Quispe, Jovel						
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom						
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático						
Lugar	A nivel de laboratorio						
Fecha	28/07/2023						
Tratamientos	Día 1, 2, 3, 4, 5				Concentración inicial		
Características del tratamiento	Extracciones				Promedio		Observaciones
Microcosmos	Mc	M1	M2	M3			
Tiempo de tratamiento (horas)	2	4	6	8	10		
Muestras	3	3	3	3	3		

SOLICITUD: Validación de instrumento de recolección de datos.

DR. FERNANDO ANTONIO SERNAQUE AUCCAHUASI

Nosotros Esperrilla Velázquez, Alex con DNI N° 02435440 y Torres Quispe, Jovel con DNI N° 43812115 alumnos de la Universidad Cesar Vallejo de Ingeniería Ambiental, asesorados por el ingeniero LOZANO SULCA, YIMI TOM, nos dirigimos a usted con el debido respeto nos presentamos y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando titulada: **“Técnica de Microcosmos para el Tratamiento de Agua Residual Utilizando Lodo Porcino a Nivel de Laboratorio, 2023”** solicitamos a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjuntamos bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjuntamos los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.



.....
TESISTA Esperrilla Velázquez, Alex
DNI: 02435440



.....
TESISTA Torres Quispe, Jovel
DNI: 43812115

Lima, 23 de junio del 2023

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** DR. FERNANDO ANTONIO SERNAQUE AUCCAHUASI
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente / UCV Lima Este
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Caracterización inicial del agua residual sintética
- 1.5. **Autor(A) de Instrumento:** Esperrilla Velázquez, Alex y Torres Quispe, Jovel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%

Lima, 23 de junio de 2023



Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi
 CIP:152797

Ficha 1: Caracterización inicial del agua residual sintética

Título del proyecto	Técnica de Microcosmos para el Tratamiento de Agua Residual Utilizando Lodo Porcino a Nivel de Laboratorio, 2023					
Responsables	Esperilla Velásquez, Alex Julio Y Torres Quispe, Jovel					
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom					
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático					
Lugar	A nivel de laboratorio					
Fecha	28/07/2023					
Muestra	Características del agua residual			UNIDAD		
Aceites y grasas					mg/l	
pH					-	
DBO					(mg/L)	
DQO					(mg/L)	
SST (mg/l)					(mg/L)	
T°					°C	

Cromo total					mg/l	
Plomo					mg/l	
Ce					uS/cm	

Ficha 2: Tratamientos de degradación de contaminantes en aguas residuales

Título del proyecto	Técnica de Microcosmos para el Tratamiento de Agua Residual Utilizando Lodo Porcino a Nivel de Laboratorio, 2023						
Responsables	Esperilla Velásquez, Alex Julio Y Torres Quispe, Jovel						
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom						
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático						
Lugar	A nivel de laboratorio						
Fecha	28/07/2023						
Tratamientos	Día 1, 2, 3, 4, 5				Concentración inicial		
Características del tratamiento	Extracciones				Promedio		Observaciones
Microcosmos	Mc	M1	M2	M3			
Tiempo de tratamiento (horas)	2	4	6	8	10		
Muestras	3	3	3	3	3		

SOLICITUD: Validación de instrumento de recolección de datos.

MG. RITA JAQUELINE CABELLO TORRES

Nosotros Esperrilla Velázquez, Alex con DNI N° 02435440 y Torres Quispe, Jovel con DNI N° 43812115 alumnos de la Universidad Cesar Vallejo de Ingeniería Ambiental, asesorados por el ingeniero LOZANO SULCA, YIMI TOM, nos dirigimos a usted con el debido respeto nos presentamos y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando titulada: **“Técnica de Microcosmos para el Tratamiento de Agua Residual Utilizando Lodo Porcino a Nivel de Laboratorio, 2023”** solicitamos a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjuntamos bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjuntamos los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.



.....
TESISTA Esperrilla Velázquez, Alex
DNI: 02435440



.....
TESISTA Torres Quispe, Jovel
DNI: 43812115

Lima, 23 de junio del 2023

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** MG. RITA JAQUELINE CABELLO TORRES
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente / UCV Lima Este
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Caracterización inicial del agua residual sintética
- 1.5. **Autor(A) de Instrumento:** Esperrilla Velázquez, Alex y Torres Quispe, Jovel

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%

Lima, 23 de junio de 2023



MG. RITA JAQUELINE CABELLO TORRES
 CIP:145791

Ficha 1: Caracterización inicial del agua residual sintética

Título del proyecto	Técnica de Microcosmos para el Tratamiento de Agua Residual Utilizando Lodo Porcino a Nivel de Laboratorio, 2023					
Responsables	Esperilla Velásquez, Alex Julio Y Torres Quispe, Jovel					
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom					
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático					
Lugar	A nivel de laboratorio					
Fecha	28/07/2023					
Muestra	Características del agua residual			UNIDAD		
Aceites y grasas					mg/l	
pH					-	
DBO					(mg/L)	
DQO					(mg/L)	
SST (mg/l)					(mg/L)	
T°					°C	

Cromo total					mg/l	
Plomo					mg/l	
Ce					uS/cm	

Ficha 2: Tratamientos de degradación de contaminantes en aguas residuales

Título del proyecto	Técnica de Microcosmos para el Tratamiento de Agua Residual Utilizando Lodo Porcino a Nivel de Laboratorio, 2023						
Responsables	Esperilla Velásquez, Alex Julio Y Torres Quispe, Jovel						
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom						
Línea de investigación	Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático						
Lugar	A nivel de laboratorio						
Fecha	28/07/2023						
Tratamientos	Día 1, 2, 3, 4, 5				Concentración inicial		
Características del tratamiento	Extracciones				Promedio		Observaciones
Microcosmos	Mc	M1	M2	M3			
Tiempo de tratamiento (horas)	2	4	6	8	10		
Muestras	3	3	3	3	3		

Anexo 4 .- Certificados de calibración

INFORME DE ENSAYO N° 04- 2023

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO


Tipo de ensayos: Análisis físico - químico
 Tipo de muestra: Líquido acuoso
 Descripción de la muestra: Medio acuoso
 Muestra tomada por: Estudiante
 Fecha de ingreso de muestra: 14 de agosto de 2023
 Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de Biotecnología – UCV Lima Este
 Fecha de realización de ensayos: 21 de agosto 2023
 Muestra ingresada por el estudiante

Identificación de la Muestra	T	pH	A y G	DBO ₅	DQO	SST	Cr total	Pb	C.E
	°C		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm
Muestra inicial	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524

Identificación de la Muestra día 1	T	pH	A y G	DBO ₅	DQO	SST	Cr total	Pb	C.E	
	°C		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm	
MC	1	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524
	2	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524
	3	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524
M1	1	22	7,1	240	764	2485	871	61	18	873
	2	21	7,2	239	763	2484	870	60	18	874
	3	21	7,1	240	763	2483	870	61	17	873
M2	1	20	7,5	300	801	2625	909	75	20	726
	2	21	7,5	301	799	2624	909	76	19	726
	3	21	7,6	301	800	2624	910	76	20	727
M3	1	21	7,4	365	830	2872	938	88	25	664
	2	21	7,3	365	829	2871	938	87	25	663
	3	20	7,4	366	830	2872	938	88	25	663

*Los resultados emitidos válidos para desarrollo académico

Método de Referencia: APHA-AWWA-WEF (2005)método 4500 H B , APHA-AWWA-WEF (2005) método 2550 B; APHA-AWWA-WEF (2005)método 2510 B; APHA-AWWA-WEF (2012) método 2540 C; SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012)Cadmio total. SMEWW-AWWA-WEF 3030 E ,3111 B Direct air-acetylene flame


 Daniel Neciosup Gonzales
 Asistente Del Laboratorio
 De Biotecnología


 V."B" Mg Sc. Freddy Pillpa Aliaga
 Jefe de escuela Ingeniería Ambiental

INFORME DE ENSAYO N° 05- 2023

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA – UCV

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

Tipo de ensayos: Análisis físico - químico
 Tipo de muestra: Agua residual
 Descripción de la muestra: líquido acuoso
 Muestra tomada por: Estudiante
 Fecha de ingreso de muestra: 15 de julio de 2023
 Lugar que se realizó el ensayo: Laboratorio de Biotecnología – UCV Lima Este
 Fecha de realización de ensayos: 21 de julio 2023

Identificación de la Muestra Día 2	T	pH	A y G	DBO ₅	DQO	SST	Cr total	Pb	C.E	
	°C		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm	
MC	1	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524
	2	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524
	3	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524
M1	1	23	7,5	205	650	2111	708	47	10	1097
	2	23	7,4	204	659	2110	709	45	9	1098
	3	24	7,5	204	659	2110	708	46	9	1098
M2	1	23	7,7	259	781	2419	900	61	17	804
	2	22	7,6	250	780	2420	899	60	16	805
	3	22	7,6	250	780	2419	899	60	16	804
M3	1	24	7,8	352	830	2777	921	72	23	698
	2	24	7,7	351	829	2777	921	71	23	699
	3	23	7,6	352	829	2776	920	72	22	699

Identificación de la Muestra Día 3	T	pH	A y G	DBO ₅	DQO	SST	Cr total	Pb	C.E	
	°C		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm	
MC	1	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524
	2	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524
	3	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524
M1	1	22	7,8	113	505	1810	488	7	2	1250
	2	23	7,7	112	506	1810	489	6	1	1251
	3	23	7,7	113	506	1809	488	6	2	1250
M2	1	22	7,6	224	674	2287	814	57	13	887
	2	21	7,8	225	673	2288	813	56	12	886
	3	22	7,7	225	673	2287	814	56	12	886
M3	1	23	7,8	348	800	2598	895	59	15	745
	2	22	7,6	349	799	2599	894	60	16	745
	3	22	7,7	349	799	2598	894	60	16	745

*Los resultados emitidos válidos para desarrollo académico


 Daniel Neciosup Gonzales
 Asistente Del Laboratorio
 De Biotecnología


 V. B* Mg. Sc. Felipe Aliaga
 Jefe de escuela de Ingeniería Ambiental



INFORME DE ENSAYO N° 05- 2023

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA – UCV

Identificación de la Muestra Dia 4	T	pH	A y G	DBO ₅	DQO	SST	Cr total	Pb	C.E	
	°C	unidad	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm	
MC	1	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524
	2	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524
	3	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524
M1	1	22	7,7	99	491	1710	475	4	0,8	1399
	2	22	7,6	98	490	1711	476	3	0,8	1400
	3	22	7,6	98	491	1711	476	4	0,7	1400
M2	1	22	7,8	212	666	2241	800	51	8	927
	2	21	7,7	213	667	2240	801	50	9	927
	3	21	7,8	212	785	2240	801	50	9	928
M3	1	22	7,6	333	785	2562	881	55	11	779
	2	23	7,5	332	784	2561	880	55	12	800
	3	23	7,6	331	784	2561	880	54	12	799

*Los resultados emitidos válidos para desarrollo académico

Identificación de la Muestra Dia 5	T	pH	A y G	DBO ₅	DQO	SST	Cr total	Pb	C.E	
	°C	unidad	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	uS/cm	
MC	1	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524
	2	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524
	3	20	6,8	380	945	2980	955	92	26	524
M1	1	21	7,5	95	484	1695	470	2	0,5	1581
	2	21	7,6	96	485	1694	469	2	0,4	1582
	3	20	7,5	96	485	1694	469	1	0,4	1582
M2	1	23	7,7	201	657	2225	790	45	5	1002
	2	22	7,6	200	657	2224	789	44	5	1001
	3	22	7,6	201	658	2558	789	44	4	1002
M3	1	23	7,7	327	773	2556	875	48	8	875
	2	22	7,7	326	774	2556	876	49	9	876
	3	22	7,8	327	773	2557	876	49	9	876

*Los resultados emitidos válidos para desarrollo académico

Método de Referencia: APHA-AWWA-WEF (2005)método 4500 H B , APHA-AWWA-WEF (2008) método 2560 B, APHA-AWWA-WEF (2005)método 2510 B; APHA-AWWA-WEF (2012) método 2540 C; SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method. (2012). Calcio total: SKEWW-AWWA-WEF 3030 E, 3111 B Direct,air-acetylene flame

[Firma]

Daniel Neciosup Gonzales
Asistente Del Laboratorio
De Biotecnología



V.*B* Mg Sc. Freddy Pilpa Aliaga
Jefe de escuela Ingeniería Ambiental

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PFQ-030-2022

Página 1 de 2

Expediente : OTF22-002
Solicitante : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
Dirección : AV. PARQUE N° 640 - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Instrumento : MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD
Alcance de Indicación : 01 Us a 1200 Us 0
Div. Min. de Escala (d) (*) : 0.01 0
Clase de Exactitud : No Indica
Marca : CRISON
Modelo : BASIC 30 EC
Tipo de Indicación : Digital
Procedencia : España
Número de Serie : 223159
Código de Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio de Biotecnología
Fecha de Calibración : 2022 - 11 - 30
Fecha de Emisión : 2022 - 12 - 01

Método de Calibración Empleado

Método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del instrumento y disoluciones patrón. Tomando como referencia el procedimiento INDECOP/SNM PC-020: 2010 "Procedimiento de calibración de medidores de pH"

Observaciones

(*) Obtenida a partir de la División Mínima de Escala (d) del equipo.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

PRESITEC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

(**) Se adhirió una etiqueta "Calibrado" al equipo indicando la fecha de realizado.



HCPFG-05-Rev 00

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PFQ-030-2022

Página 2 de 2

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del National Institute of Standards and Technology (NIST) en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Peru (SILUMF)

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certif./ Inf. Calibración
Disolución Tampón 12.83 mS PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml L1.190285/A U(k=2) ±0.14	SI Analytics GmbH DN 55 350
Disolución Tampón 12.83 mS PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml L1.1160115/A U(k=2) ±0.13	SI Analytics GmbH DN 55 350
Disolución Tampón 12.83 mS PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml L1.170124/A U(k=2) ±3	SI Analytics GmbH DN 55 350
Disolución Tampón 12.83 mS PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml L1.170124/A U(k=2) ±3	SI Analytics GmbH DN 55 350

Condiciones Ambientales

Condiciones Ambientales	Mínima	Máxima
Temperatura	20.3 °C	20.8 °C
Humedad Relativa	66 %	69 %

Resultados de Calibración

Temperatura de Ensayo (°C)	Valor Certificado us	Lectura de equipo us	Error us	Incertidumbre us (k=2)
25.0	12.80	12.83	0.03	0.14

Temperatura de Ensayo (°C)	Valor Certificado µS	Lectura de equipo µS	Error µS	Incertidumbre µS (k=2)
25.0	12.80	12.81	0.01	0.15

Incertidumbre

La Incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones (GUM)", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (K). Generalmente se expresa un factor k=2 para un Nivel de Confianza de aproximadamente 95%.

Fin del Certificado de Calibración

HCFFQ-05-Rev 00

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - 019 - 2022

Página 1 de 5

Expediente : OTF22-002
 Solicitante : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
 Dirección : AV. PARQUE N° 840 - SAN JUAN DE LURIGANCHO

Equipo de Medición : INCUBADORA
 Marca : VELP SCIENTIFICA
 Modelo : FTC 901
 Procedencia : No Indica
 Código de Identificación : No Indica
 Número de Serie : 203914
 Temperatura de trabajo : 25°C
 Ventilación : NATURAL
 Lugar de Calibración : LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA
 Carga : 9%

Nombre	Marca/Modelo	Código de Identificación	Alcance de Indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Controlador de Temperatura	NO INDICA	NO INDICA	3 °C a 90 °C	0,1 °C	Digital

Fecha de Calibración : 2022-11-30
 Fecha de Emisión : 2022-12-01

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó empleando el Método de Comparación Directa entre las indicaciones de lectura del controlador de temperatura del equipo a calibrar y un termómetro digital con 10 termopares, utilizando el Procedimiento de INDECOPI/INM °C-018.06. 02 - Junio 2009: Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio "Termostático".

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20.2	20.4
Humedad (%)	65	66

Observaciones

- Se programó el controlador del equipo en 43.0 °C para temperatura de trabajo.
 - El tiempo de calentamiento fue de 83 minutos y estabilización del equipo fue de aproximadamente 60 minutos.
 - La tolerancia usada es de 1,0 °C según proceso indicado por el usuario.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.
- PRESITEC no se hace responsable por los perjuicios que puede ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.



HCT-02 Rev.00

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - 019 - 2022

Página 2 de 5

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Temperatura del Instituto Nacional de Calidad (INACAL-DM) en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Patrón de Referencia	Certificado / Informe de Calibración	Patrón Utilizado PRESTEC	Certificado / Informe de Calibración
Termómetro de indicación Digital con incertidumbre del orden de 0,021 °C a 0,07 °C	INACAL-DM LT-237-2021	Indicador Digital (PT-04) datalogger 10 sensores (X 1-10) con incertidumbre del orden de 0,3 °C	PRESITEC SAC PM-005-2022

Resultados de la calibración:

CALIBRACIÓN PARA 43 °C

TIEMPO (min.)	T Ind. (°C) Termómetro del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	25.0	43.1	43.0	43.1	43.0	43.2	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.60
2	43.0	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.60
4	43.0	43.1	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.65
6	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.2	42.8	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.65
8	43.0	43.1	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.65
10	43.1	43.1	43.0	43.0	43.0	43.2	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.65
12	43.1	43.1	43.0	43.1	43.0	43.2	42.7	43.4	43.1	42.8	43.0	43.0	0.70
14	43.1	43.1	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.60
16	43.1	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.65
18	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.65
20	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.2	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.60
22	43.0	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	42.7	43.3	43.2	42.8	42.9	43.0	0.60
24	43.0	43.1	43.1	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	43.0	43.0	0.55
26	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.2	43.1	42.8	43.0	43.0	0.55
28	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.6	43.3	43.1	42.8	42.9	43.0	0.65
30	42.9	43.0	42.9	43.0	42.9	43.1	42.6	43.2	43.1	42.7	42.9	42.9	0.55
32	42.9	43.0	43.0	43.0	43.0	42.8	42.6	43.1	43.0	42.7	42.9	42.9	0.50
34	42.9	43.0	43.0	43.0	42.9	43.0	42.6	43.2	43.0	42.7	42.9	42.9	0.60
36	42.9	42.9	42.9	43.0	42.9	43.0	42.6	43.1	43.0	42.7	42.9	42.9	0.55
38	43.0	42.9	42.9	43.0	42.9	43.0	42.5	43.1	43.0	42.8	42.9	42.9	0.60
40	43.0	43.0	42.9	43.0	42.9	43.2	42.5	43.1	42.9	42.7	43.0	42.9	0.65
42	43.0	42.9	42.9	42.9	42.9	43.0	42.6	43.2	43.0	42.7	42.9	42.9	0.60
44	43.0	43.0	43.0	43.1	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	42.9	43.0	0.60
46	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.0	42.8	42.9	43.0	0.60
48	42.9	43.0	42.9	42.9	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.8	42.9	43.0	0.65
50	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.6	43.3	43.0	42.8	43.0	43.0	0.70
52	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.60
54	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.1	42.7	43.0	43.0	0.65
56	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.4	43.1	42.8	43.0	43.0	0.70
58	42.9	43.1	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.4	43.1	42.8	43.0	43.0	0.70
60	42.9	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.7	43.3	43.2	42.8	43.0	43.0	0.65
T.PROM	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.1	42.8	43.3	43.1	42.7	42.9	43.0	
T.MAX	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.2	42.7	43.4	43.2	42.8	43.0		
T.MIN	42.9	42.9	42.9	42.9	43.0	42.6	42.6	43.1	42.9	42.6	42.9		
DTT	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1			

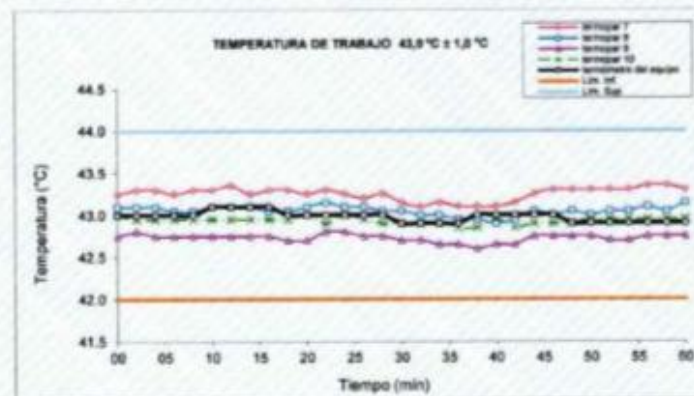
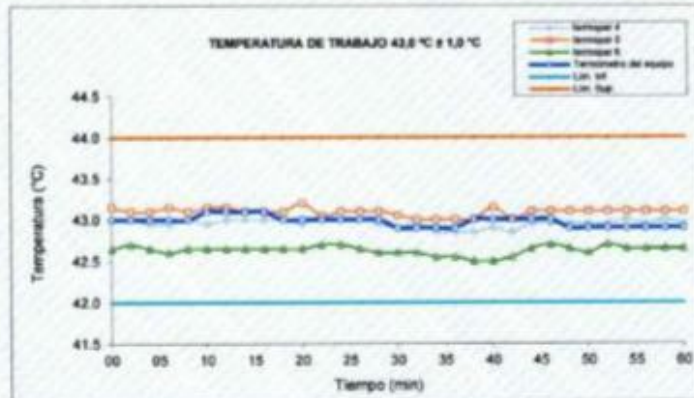
HCT-02 Rev 00

AV. PERU NIRO, 236 URB. HUAQUILLAY UMA - LIMA - COMAS TELF.: 983466251 / WEB: www.precitecsac.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - 019 - 2022

Página 4 de 5

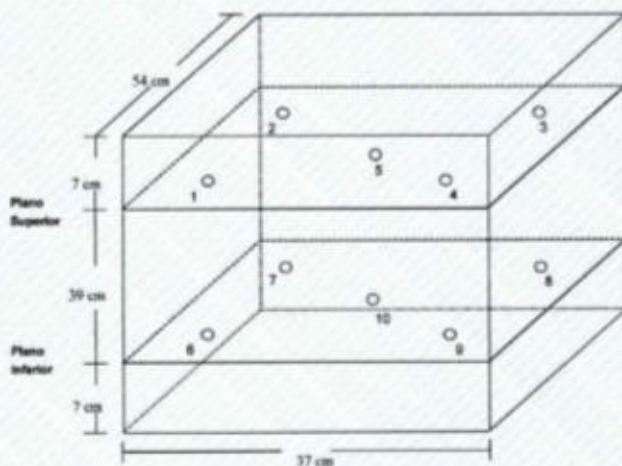


HCT-02 Rev.00

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - 019 - 2022

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los termopares del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la bandeja superior.
Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la bandeja superior.
Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro del plano superior e inferior, respectivamente.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 4 cm de las paredes laterales y a 4 cm del frente y fondo de la incubadora.

Incertidumbre

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100 en 2009 (JCGM 100:2008) y OIML G1-101-en: 2008 (JCGM 101:2008) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones". La cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

.....
Fin del certificado de calibración

HCT-02 Rev.00

AV. PERU NRO. 236 URB. HUAQUILLAY LIMA - LIMA - COMAS TELF.: 983466251 / WEB: www.precitecsoc.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN

	"INFORME TÉCNICO"			Código:	F-ST-01
				Versión:	2
				Fecha de Aprob:	3/2/2021
Nº Autogenerado	00200194-23	Nº de Proceso		Fecha de emisión	18-19/07/23
Nro. OT	0020000275	Nº de ítem		Fecha de intervención	18-19/07/23
DATOS DEL CLIENTE					
Razón social	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.				
RUC	20184115632	Teléfonos	Daniel Neolocup Gonzales		
Contacto	Daniel Neolocup Gonzales	Correo	dneolocup@uov.edu.pe		
DATOS DEL EQUIPO					
Descripción	ESPECTROFOTOMETRO	Identificación interna	D07-008847		
Marcas	PS-INSTRUMENT	Serie	25-0852-21-0024		
Modelo	AA500	Historial			
Familia	ESPECTROFOTOMETRO	Ubicación	LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA		
Estado	Con garantía <input type="checkbox"/>	Sin garantía <input type="checkbox"/>	Verificación Operacional <input type="checkbox"/>		
Tipo de Servicio	Revisión y diagnóstico <input type="checkbox"/>	Mantenimiento preventivo <input type="checkbox"/>	Mantenimiento correctivo <input checked="" type="checkbox"/>	Inspección /Pre-Instalación <input type="checkbox"/>	
REPORTE DE FALLA DEL CLIENTE					
El equipo no cumple con las características técnicas		<input checked="" type="checkbox"/>	El equipo muestra mensaje de error		<input checked="" type="checkbox"/>
El equipo presenta problemas de lectura		<input type="checkbox"/>	El equipo no enciende		<input type="checkbox"/>
El equipo no presenta problemas de funcionamiento		<input type="checkbox"/>	Otros		<input checked="" type="checkbox"/>
Detallar : MTTO. CORRECTIVO - CAMBIO DE REPUESTO					
TRABAJO REALIZADO			MEDICIONES		
Revisión de ambiente y condiciones de la instalación.	<input checked="" type="checkbox"/>	Voltaje: 228VAC			
Verificación de presiones de gases.	<input checked="" type="checkbox"/>	/			
Revisión de UPS del homo de grafito.	<input checked="" type="checkbox"/>				
Reemplazo de la trampa de agua	<input checked="" type="checkbox"/>				
Encendido del equipo y pruebas de inicialización	<input checked="" type="checkbox"/>				
Verificación de funcionamiento de las lamparas.	<input checked="" type="checkbox"/>				
Pruebas de funcionamiento con estándares de Cu y Cd	<input checked="" type="checkbox"/>				
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN					
Multímetro Sanwa					
CONCLUSIONES					
El equipo se encuentra operativo y cumple con las características técnicas ofrecidas por el fabricante.	<input type="checkbox"/>	El equipo debe ser revisado en el taller de Kossodo S.A.C.	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento correctivo	<input checked="" type="checkbox"/>
El servicio ha concluido sin observaciones técnicas.	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento preventivo	<input type="checkbox"/>	Cambio de accesorios	<input type="checkbox"/>
El problema reportado por el cliente ha sido solucionado.	<input type="checkbox"/>	Cambio de repuestos	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros	<input checked="" type="checkbox"/>
El equipo se encuentra inoperativo y no puede ser reparado.	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento Preventivo realizado por Garantía	<input type="checkbox"/>		
Detallar:					
Después del reemplazo de la trampa de agua, se pudo inicializar el equipo sin errores. En las pruebas efectuadas con estándares de Cu y Cd se determino una muy baja absorbancia					
En la revisión del nebulizador se verifico que no tiene baston de impacto y por ende la muy baja sensibilidad del equipo. Se debe cambiar el nebulizador, Oring y el tubo de aspiracion de muestra.					
No se pudo probar el Homo de Grafito debido a que su equipo de proteccion electrica se encuentra dañado. El UPS tiene una falla en su tarjeta electronica y debe ser reparado o sustituido.					
La presion del gas Acetileno esta en 75psi, por lo que debe ser reemplazado. Su limite de presion primaria para el cambio del balon es 70psi.					
La sustitucion de la trampa de agua fue muy complicada porque el meson donde se encuentra el equipo es fijo y es muy pequeño, no deja espacio para el mantenimiento y la manipulacion adecuada del mismo. Tener en cuenta que la trampa de agua se encuentra en la parte posterior del equipo y esta debe ser revisada periodicamente para mantener el nivel de agua. Se recomienda cambiar por una meson mas adecuado para facilitar las labores de mantenimiento y uso del equipo.					
Se enviara un informe detallado.					
RECOMENDACIONES					
Se recomienda realizar mantenimiento preventivo y verificación operacional cada 6 meses.					
CONFORMIDAD					
Nombre:	EDGAR BRAVO GARCIA	Nombre:	DNI:		
		Firma y sello:			

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 205 - 2022***Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	220298	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.	
3. Dirección	Av. Larco Nro. 1770 Urb. San Andres 5ta etapa, Víctor Larco Herrera - Trujillo - LA LIBERTAD	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	210 g	
División de escala (d)	0,0001 g	
Div. de verificación (e)	0,0001 g	
Clase de exactitud	I	
Marca	ADAM	
Modelo	NBL 214i	
Número de Serie	AE9XC491 (*)	
Capacidad mínima	0,01 g	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2022-06-24	

Fecha de Emisión
2022-06-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.07.01 09:00:11
-05'00'

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 205 - 2022**

*Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,4	20,3
Humedad Relativa (%HR)	70	70

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-075-2020	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-120-2022
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-063-2018		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
(* Serie indicado en una etiqueta adherido al equipo.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 205 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1 = 100,0000 g			Carga L2 = 200,0000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	100,0001	-	0,2	200,0017	-	1,7	
2	100,0001	-	0,2	200,0018	-	1,8	
3	100,0001	-	0,2	200,0018	-	1,8	
4	100,0002	-	0,3	200,0018	-	1,8	
5	100,0002	-	0,3	200,0020	-	2,0	
6	100,0001	-	0,2	200,0018	-	1,8	
7	100,0001	-	0,2	200,0020	-	2,0	
8	100,0001	-	0,2	200,0017	-	1,7	
9	100,0001	-	0,2	200,0017	-	1,7	
10	100,0001	-	0,2	200,0017	-	1,7	
Diferencia Máxima			0,1	Diferencia Máxima			0,3
Error Máximo Permissible			$\pm 0,3$	Error Máximo Permissible			$\pm 0,3$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

Temperatura (°C)	Inicial	Final
	20,4	20,4

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E_0				Determinación del Error Corregido E_c				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	E_0 (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)
1		0,0000	-	0,1		69,9990	-	-1,0	-1,0
2		0,0000	-	0,1		69,9988	-	-1,2	-1,2
3	0,0000 g	0,0000	-	0,1	70,0000	69,9990	-	-1,0	-1,0
4		0,0000	-	0,1		69,9990	-	-1,0	-1,0
5		0,0000	-	0,1		69,9988	-	-1,2	-1,2
Error máximo permisible								$\pm 0,3$	

* Valor entre 0 y 10e

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 205 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,4	20,3

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
0,0010	0,0009	-	0,0						
0,0100	0,0098	-	-0,1	-0,1	0,0098	-	-0,1	-0,1	0,1
0,1000	0,0999	-	0,0	0,0	0,0999	-	0,0	0,0	0,1
1,0000	0,9998	-	-0,2	-0,1	0,9998	-	-0,2	-0,1	0,1
5,0000	4,9998	-	-0,2	-0,1	4,9998	-	-0,2	-0,1	0,2
10,0000	9,9998	-	-0,4	-0,3	9,9997	-	-0,3	-0,2	0,2
20,0000	19,9990	-	-1,0	-0,9	19,9991	-	-0,9	-0,8	0,3
50,0000	49,9990	-	-1,0	-0,9	49,9990	-	-1,0	-0,9	0,3
100,0000	99,9999	-	0,0	0,0	99,9998	-	-0,1	-0,1	0,3
120,0000	119,9998	-	-0,1	-0,1	119,9997	-	-0,2	-0,2	0,3
150,0000	149,9998	-	-0,3	-0,3	149,9998	-	-0,3	-0,3	0,3
180,0000	179,9990	-	-0,9	-0,9	179,9990	-	-0,9	-0,9	0,3
210,0000	209,9998	-	-0,2	-0,2	209,9998	-	-0,2	-0,2	0,3

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E_c: Error en cero.
I: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E_c: Error corregido.

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0,00000334181 R$

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{0,000000016 g^2 + 0,000000000092857 R^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U 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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PFQ-023-2022

Página 1 de 2

Expediente : OTF22-002
Solicitante : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
Dirección : AV. PARQUE N° 640 - SAN JUAN DE LURIGANCHO
Instrumento : MEDIDOR DE PH
Alcance de Indicación : 0.00 pH a 14.0 pH
Div. Min. de Escala (d) (*) : 0.01 pH
Clase de Exactitud : No Indica
Marca : CRISON
Modelo : BASCI 20
Tipo de Indicación : Digital
Procedencia : España
Número de Serie : 234053
Código de Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio de Biotecnología
Fecha de Calibración : 2022 - 11 - 30
Fecha de Emisión : 2022 - 12 - 01

Método de Calibración Empleado

Método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del instrumento y disoluciones patrón. Tomando como referencia el procedimiento INDECOPI/SNM PC-020: 2010 "Procedimiento de calibración de medidores de pH"

Observaciones

(*) Obtenida a partir de la División Mínima de Escala (d) del equipo.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.

PRESITEC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

(**) Se adhirió una etiqueta "Calibrado" al equipo indicando la fecha de realizado.



HCPFG-05-Rev 00

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PFQ-023-2022

Página 2 de 2

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del National Institute of Standards and Technology (NIST) en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

Trazabilidad	Patrón de PRESITEC	
Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certif./ Inf. Calibración
Disolución Tampón 4.00 PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LI.190285/A U(k=2) ±0.14	SI Analytica GmbH DIN 55 350
Disolución Tampón 7.00 PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LI.1160115/A U(k=2) ±0.13	SI Analytica GmbH DIN 55 350
Disolución Tampón 10.00 PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LI.170124/A U(k=2) ±3	SI Analytica GmbH DIN 55 350
Disolución Tampón 12.83 mS PH a 25°C NIST - USA	Ampolla de 20 ml LI.170124/A U(k=2) ±3	SI Analytica GmbH DIN 55 350

Condiciones Ambientales

Condiciones Ambientales	Mínima	Máxima
Temperatura	20.3 °C	20.8 °C
Humedad Relativa	68 %	69 %

Resultados de Calibración

Temperatura de Ensayo (°C)	Valor Certificado pH	Lectura de equipo pH	Error pH	Incertidumbre pH (k=2)
25.0	4.00	3.99	-0.01	0.14
24.3	7.00	7.01	0.01	0.14
24.6	10.01	10.02	0.01	0.15

Incertidumbre

La Incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100: 2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones (GUM)", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el Factor de Cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un Nivel de Confianza de aproximadamente 95%.

Fin del Certificado de Calibración

HCPFG-05-Rav 00

Anexo 5: carta de publicacion de la empresa



CARTA PARA PUBLICACIÓN

AUTORIZACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN PARA PUBLICAR SU IDENTIDAD EN LOS RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES

Datos generales

Nombre de la Organización:	RUC: 20519429650
ASOCIACION DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS LA CATARATA, "ASAGROCAT"	
Nombre del Titular o Representante Legal:	
Nombres y Apellidos José Gerardo Arones <i>Curitumay</i>	DNI: 08479905

Consentimiento:

De conformidad con lo establecido en el artículo 7º, literal "f" del Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo (*), autorizo no autorizo publicar LA IDENTIDAD DE LA ORGANIZACIÓN, en la cual se lleva a cabo la investigación:

Nombre del Trabajo de Investigación	
Técnica de Microcosmos para el tratamiento de agua residual utilizando lodo porcino a nivel de Laboratorio, 2023	
Nombre del Programa Académico: Taller de Elaboración de Tesis	
Autor(es): Torres Quispe, <i>Joviel</i> Esperilla Velásquez, Alex Julio	DNI: 43812115 02435440

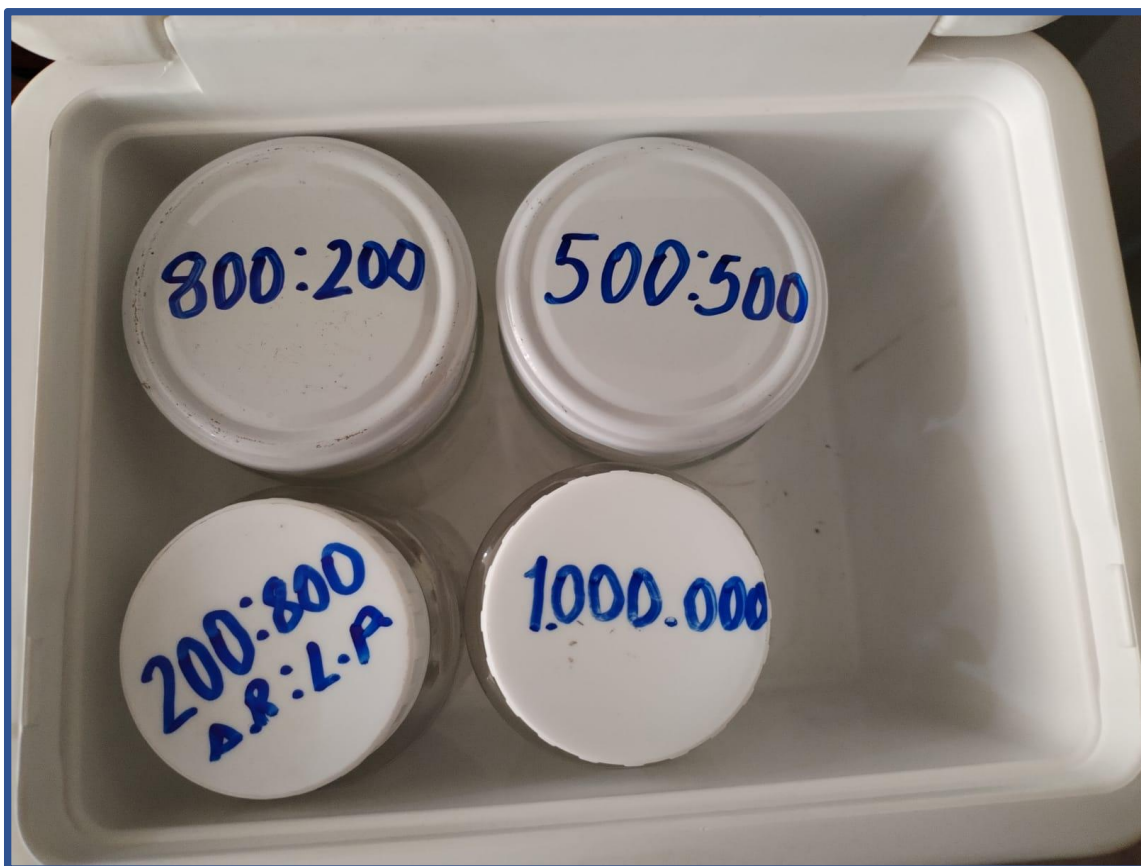
En caso de autorizarse, soy consciente que la investigación será alojada en el Repositorio Institucional de la UCV, la misma que será de acceso abierto para los usuarios y podrá ser referenciada en futuras investigaciones, dejando en clase que los derechos de propiedad intelectual corresponden exclusivamente al autor (a) del estudio.

Lugar y Fecha:

Firma: 
(Titular o Representante legal de la Institución)

(*). Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo-Artículo 7º, literal "f" Para difundir o publicar los resultados de un trabajo de investigación es necesario mantener bajo anonimato el nombre de la institución donde se llevó a cabo el estudio, salvo el caso en que haya un acuerdo formal con el gerente o director de la organización, para que se difunda la identidad de la institución. Por ello, tanto en los proyectos de investigación como en las tesis, no se deberá incluir la denominación de la organización, ni en el cuerpo de la tesis ni en los anexos, pero sí será necesario describir sus características.

Registro fotografico de evidencias



Figuras 5: muestras de tratamiento MC=1000 agua residual: 0000 Lodo Porcino, MT1=800:200, MT2=500:500, MT3=200:800



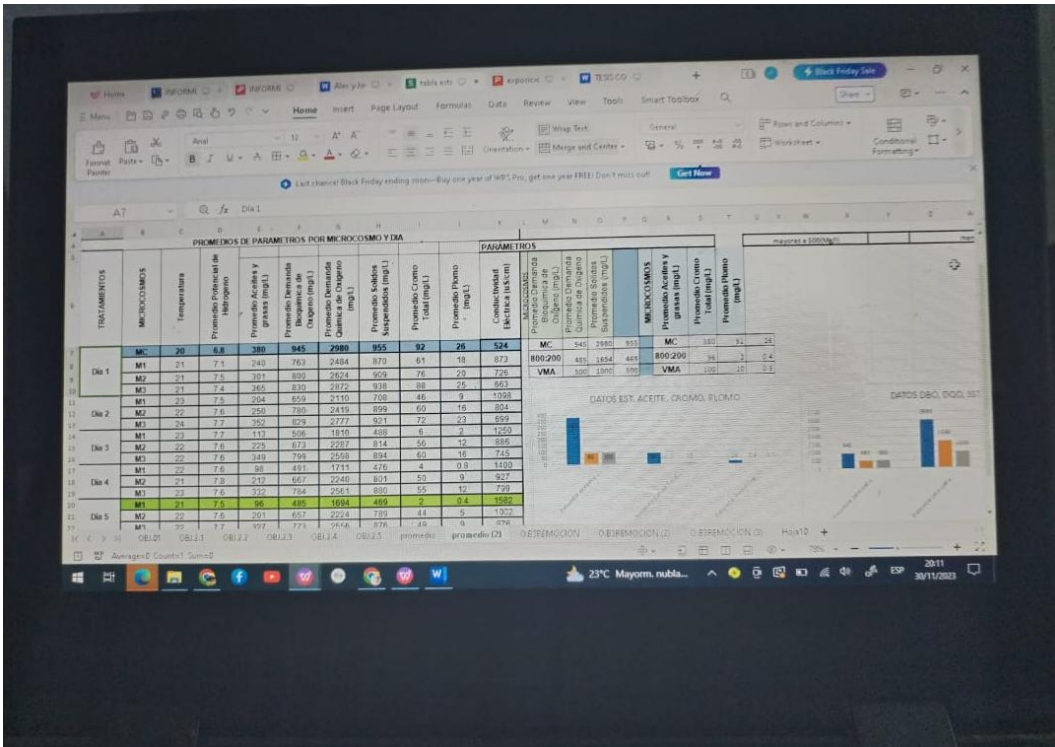
Figuras 6 Analisis de contaminantes de agua residual sintético antes del tratamiento.



Figuras 7 Analisis despues del tratamiento de muestras.



Figuras 8 Descripción en fichas de registro los resultados de analisis de muestra



Figuras 9 Resultados de eficiencia de remocion de microcosmos detallados mediante el programa Excel 2016.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LOZANO SULCA YIMI TOM, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Técnica de Microcosmos para el Tratamiento de Agua Residual Utilizando Lodo Porcino a Nivel de Laboratorio, 2023", cuyos autores son TORRES QUISPE JOVEL, ESPERILLA VELASQUEZ ALEX JULIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, 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, 01 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LOZANO SULCA YIMI TOM DNI: 41134872 ORCID: 0000-0002-0803-1261	Firmado electrónicamente por: YTLOZANOS el 01- 12-2023 14:19:55

Código documento Trilce: TRI - 0676218