



Universidad César Vallejo

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

Eficiencia en la remoción de los contaminantes de aguas
residuales de un *humedal artificial con Phragmites australis y
Alocasia odora, anexo de Unión Mejorada Ayacucho 2023*

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Bedriñana Espino, Diana Carolina (orcid.org/0000-0002-2837-6363)

ASESOR:

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (orcid.org/0000-0003-3536-881X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

Dedicatoria

Presente investigación en primer lugar va dedica a mis padres por guiarme y ser parte conducente en mi formación profesional.

A mi pareja Yomar, por su apoyo incondicional y soporte durante el desarrollo de la presente investigación.

A mi hijo Johnm, por ser el motivo y fuente de inspiración para el desarrollo de esta investigación.

Agradecimiento

A Dios por permitirme continuar cada día con vida
y por las bendiciones que derrama en mi vida

A mi asesor, por los conocimientos y la dirección
para el desarrollo de esta investigación

A todos mis familiares, por nunca dejar de creer en
mí, y por ser de alguna u otra manera parte de este
logro

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2. Variables y operacionalización	14
3.3. Población, muestra y muestreo	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.5. Procedimientos.....	15
3.6. Método para el análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN.....	35
VI. CONCLUSIONES	39
VII. RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS	48

Índice de tablas

Tabla 1: ventajas y desventajas de los humedales artificiales	11
Tabla 2: Taxonomía de la Alocasia	12
Tabla 3: Taxonomía del carrizo.....	13
Tabla 4: Composición del lecho filtrante	19
Tabla 5: Parámetros de análisis.....	21
Tabla 6: Caracterización inicial de los parámetros.....	23
Tabla 7. Resultados de tratamiento en 5 días.....	24
Tabla 8. Resultados en 7 días.....	25
Tabla 9. Eficiencia de remoción de los parámetros.....	29
Tabla 10. Eficiencia de remoción en 7 días	30
Tabla 11. Tabla de comparación.....	34
Tabla 12. Crecimiento de plantas.....	34

Índice de figuras

Figura 1: Ilustración de los humedales artificiales de flujo superficial.....	9
Figura 2: Ilustración de un humedal FSH.....	10
Figura 3: Ilustración de un humedal artificial FSV.	10
Figura 4: Imagen de la oreja de elefante	12
Figura 5: Planta del carrizo.....	13
Figura 6: Procesos de tratamiento de aguas residuales	16
Figura 7: Mapa de ubicación del lugar de estudio.....	17
Figura 8: Diseño de un HASFV.....	18
Figura 9: Componentes del lecho filtrante	20
Figura 10: Comparación de resultados de DBO con LMP	26
Figura 11: Comparación de resultados DQO con LMP	27
Figura 12: Comparación de resultados de coliformes	28
Figura 13: Comparación de eficiencia DBO	31
Figura 14: Eficiencia de remoción DQO.....	32
Figura 15: Eficiencia de remoción Coliformes.....	33

Resumen

La investigación fue desarrollada en el distrito de Santa Rosa, anexo de Unión Mejorada; tiene como objetivo determinar el nivel de eficiencia en la remoción de los contaminantes de las aguas residuales, empleando humedales artificiales de tipo subsuperficial de flujo vertical, en el Anexo de Unión Mejorada, la investigación fue experimental de tipo aplicada, los resultados alcanzados con la implementación del tratamiento de humedales artificiales explican que este tipo de humedales es una opción eficiente para depurar los contaminantes de las aguas residuales. Las especies utilizadas en la investigación fueron *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia Odora* (oreja de elefante). Los valores obtenidos para ambas especies con un tiempo de retención de 5 días, para DBO resultó de 92,4% - 88.8%, DQO 90.9% - 89.3%, SST 98.1% - 97% y Coliformes termotolerantes de 85.7% - 28.6%. Mientras que con un tiempo de retención de 7 días los valores resultaron de 96% -90% DBO, 92.2% - 90.5% DQO, 99.6%- 96.5 SST y 92.6%-71.4% de Coliformes termotolerantes, finalmente estos resultados demuestran que ambas especies son eficientes en la depuración de contaminantes de aguas residuales, sin embargo, el *Phragmites australis* (carrizo) presenta mejores resultados en los tres tipos de parámetros estudiados, logrando ser esta agua apta para el riego de áreas verdes.

Palabras clave: Humedal artificial, eficiencia, Carrizo, tratamiento, agua residual

Abstract

The investigation was developed in the district of Santa Rosa, annex of Unión Mejorada; Its objective is to determine the level of efficiency of removal of pollutants from wastewater, using artificial wetlands of the subsurface type of vertical flow, in the Improved Union Annex, the investigation was experimental of the applied type, the results achieved with the implementation of the treatment of artificial wetlands explain that this type of wetland is an efficient option to purify pollutants from wastewater. The species used in the research were *Phragmites australis* (reed) and *Alocasia Odora* (elephant ear). The values obtained for both species with a retention time of 5 days, for DBO was 92.4% - 88.8%, COD 90.9% - 89.3%, TSS 98.1% - 97% and thermotolerant coliforms of 85.7% - 28.6%. While with a retention time of 7 days the values were 96% -90% BOD, 92.2% - 90.5% COD, 99.6% - 96.5 TSS and 92.6% -71.4% of thermotolerant coliforms, finally these results show that both species are efficient in purifying wastewater pollutants, however, *Phragmites australis* (reed) presents better results in the three types of parameters studied, making this water suitable for irrigating green areas.

Keywords: Constructed wetland, efficiency, Carrizo, treatment, wastewater

I. INTRODUCCIÓN

Con el incremento de la población también se muestra en aumento el volumen de aguas residuales domésticas, con diversos contaminantes que estos tienden a generar no solo problemas en ambiente, sino también en la salud pública, por lo cual es de necesidad que antes del vertimiento a los cuerpos de agua se realice un tratamiento previo, con el fin de devolver este recurso a la naturaleza con una calidad mejor y que puedan ser reutilizadas al máximo (Segura y Rocha, 2019).

La biorremediación es una técnica que se utiliza en aguas contaminadas mediante vegetales (fitorremediación), con esta tecnología se aprovechan los nutrientes de algunas plantas para la reducción de contaminantes presentes en el agua, a esto se le conoce como procesos biológicos (Hernández y Vargas, 2021).

En la técnica de fitorremediación se emplean los humedales artificiales, que resulta ser un método amigable ambientalmente, la implementación de este sistema de tratamiento es simple, económico y que actualmente viene repercutiendo grandemente en las comunidades rurales (Pérez y Jauregui, 2022).

Las especies que son más empleadas en los sistemas de humedales son las macrófitas acuáticas (López, 2009). Con el pasar del tiempo y por la necesidad del empleo de otros vegetales en este sistema, surge la necesidad de estudiar nuevas especies y determinar su eficiencia en la remoción de los contaminantes que alteran la calidad del agua residual doméstica que genera una problemática en las fuentes de agua y suelos de la población.

En el Anexo de Unión Mejorada, donde el agua residual doméstica no es tratada adecuadamente, por ello, su sistema de alcantarillado vierte directamente al río Santa Rosa. Estas aguas, son utilizadas directamente para consumo humano, la agricultura y otros servicios básicos por el distrito de Santa Rosa. Representando un peligro para la población, puesto que estas aguas tienen un alto contenido de DQO, DBO5, fósforo, nitrógeno; y Coliformes totales. Ante esta perspectiva surge la necesidad de evaluar mediante esta investigación el potencial de remoción de contaminantes que están en

las aguas residuales empleando la tecnología de humedales artificiales, a través las especies de *Phragmites australis* y *Alocasia odora*.

La presente investigación busca responder al siguiente problema general: ¿Cuál será el nivel de eficiencia en la remoción de contaminantes de aguas residuales de un humedal artificial con *Phragmites australis* y *Alocasia odora*, anexo de Unión Mejorada 2023? seguidamente los problemas específicos: PE1: ¿Cuál es la eficiencia de depuración química entre *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante), en tratamiento de aguas residuales, Anexo Unión Mejorada?, PE2: ¿Cuál es la eficiencia de depuración física entre *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante) en el tratamiento de aguas residuales, Anexo Unión Mejorada?, PE3 ¿Cuál es la eficiencia de depuración microbiológica entre *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante), en el tratamiento de aguas residuales, Anexo Unión Mejorada?

Justificación del proyecto: Por medio de esta la investigación se pretende contribuir con el estudio de alternativas sostenibles, empleando plantas nativas en humedales artificiales naturales los cuales son más viables, además el estudio resulta ser conveniente para un manejo ambiental económico, seguro y eficiente en cuanto al tratamiento de agua residual, ya que se minimiza el impacto ambiental derivado de la disposición final de estas aguas sin un previo tratamiento al río Santa Rosa.

Objetivo general: Determinar el nivel de eficiencia en la remoción de los contaminantes de las aguas residuales, empleando humedales artificiales de tipo subsuperficial de flujo vertical, en el Anexo de Unión Mejorada, 2023. Objetivos específicos OE1: Identificar la eficiencia de depuración química entre *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante), en tratamiento de aguas residuales, Anexo Unión Mejorada,2023, OE2: Analizar la eficiencia de depuración física entre *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante) en el tratamiento de aguas residuales, Anexo Unión Mejorada, 2023, OE3: Evaluar la eficiencia de depuración microbiológica entre *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante), en el tratamiento de aguas residuales, Anexo Unión Mejorada, 2023.

La hipótesis general de la investigación fue: Los humedales artificiales, a nivel piloto con *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante), nos permitio alcanzar un nivel de eficiencia en la depuración de las aguas residuales domésticas en el Anexo Unión Mejorada, 2023, y las Hipótesis específicas: HE1: La aplicación de *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante) en humedales artificiales determinó siendo eficiente en la depuración química del agua residual, HE2: Emplear *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante) en humedales artificiales resultó eficiente en la depuración física del agua residual, HE3: La utilización de *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante) en humedales artificiales fue eficiente en la depuración microbiológica del agua residual.

II. MARCO TEÓRICO

Perez & Arias (2014), proponen una investigación para el tratamiento de agua residual se implementa un HAFS. En la investigación los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos fueron analizados comparativamente, tales como: DBO y DQO. Los humedales instalados contenían cada uno de una macrófitas diferente (*Typha latifolia* y *Cyperus papyrus*), los resultados de la investigación muestran valores luego del empleo del tratamiento por debajo de los valores iniciales caracterizados, también se indica que el humedal que contenía la especie *Typha latifolia* mostró un mejor rendimiento en la calidad de agua obtenida, concluyéndose que esta especie presento mejores resultados y que el empleo de humedales es eficiente.

Mora & Altamirano (2022), presentaron un estudio buscando determinar el potencial de remoción del contaminante fisicoquímico del agua residual gris mediante la implementación de un humedal artificial empleando la especie *Brachiaria brizantha*, Los parámetros analizados en esta investigación constituyeron de la DBO, temperatura, pH, detergentes (SAAM), aceites y grasas. Los resultados alcanzados fueron: Temperatura de 24.17°C, El pH 6.59, de aceites y grasas 6.1 mg/L, SAAM fue menor a 0.003 mg/L y la DBO de 277.2 mg/L en el tratamiento del humedal. Asimismo, se logró también buenos resultados en la remoción del parámetro aceites y grasas con un valor del 3.17% mientras que de la DBO fue 58.19%. Finalmente, los investigadores concluyen que el uso de humedales artificiales mediante la especie *B. brizantha*, resultó efectivo en la depuración de contaminantes (parámetros fisicoquímicos) y que es una tecnología amigable con el ambiente.

Ayala (2022), propuso una investigación en la cual se empleó las plantas macrófitas para determinar la capacidad que tienen estas en la remoción de efluentes domésticos, para ello usaron 3 especies las cuales son: *Eichhornia crassipes*, *Schoenoplectus colifornicus*, y *Phragmites australis*. Los resultados presentados por la investigación manifiestan que el uso del carricillo redujo los valores de DQO y DBO5 iniciales, sin embargo, no fue tan eficiente en la depuración de aceites y grasas. Por otro lado, la especie del junco y jacinto de agua tuvieron mejores resultados en cuanto a los valores

después de la aplicación del humedal artificial, en conclusión, la investigación demostró la eficiencia de os especies más en comparación con una.

Urbina (2021), su investigación consistió en la construcción de un humedal artificial en Cajamarca, allí analizó la eficacia del tiempo de retención en la remoción de materia orgánica. Las dimensiones con las que fue construida el humedal resulto de: profundidad de 0.50m, ancho de 0.43m y largo de 0.86 m. Al realizar el análisis de los valores alcanzados indican que existe diferencia significativa de los parámetros de DBO y DQO antes y después del tratamiento mediante el humedal, con una eficiencia representativa de remoción mayor al 80%, concluyéndose, por tanto, que en el estudio se obtuvo una eficiencia de remoción en los parámetros estudiados, puesto que estos se encuentran dentro de los LMP para estos valores.

Mogollon (2021), propuso el desarrollo de una investigación en Piura, la cual se encontraba enmarcada en identificar los cambios que se produce en las aguas residuales después de la aplicación de un humedal artificial, en su investigación se utilizó el método experimental, donde la población estaba comprendida por las viviendas rurales que realizan el tratamiento adecuado de las aguas, para el desarrollo del muestreo de las aguas se siguió lo establecido en la RM 273-2013-VIVIENDA, se analizaron 6 muestras del agua antes del ingreso al tratamiento, y 6 muestras al último del tratamiento, los resultados manifestaron que el sistema multifase propuesto tiene una eficiencia de 81.60% en la remoción de DQO, del 78.32% en la remoción de DBO5, 37.63 % en la depuración de coliformes Termotolerantes y 86.67% en turbidez, con lo que se concluye que el sistema empleado en la investigación fue optimo y factible su implementación en comunidades rurales.

Cejas (2021), desarrollo un estudio donde realizo el manejo de las aguas residuales de la EPS Ilo se construyó un humedal, esta fue realizada en los meses de febrero-julio, para el desarrollo de esta se aplicó una metodología cuantitativa, las variables estudiadas fueron: DQO, DBO5, medio de soporte y tiempo de retención, el tiempo de análisis fueron en los 30, 74 y 96 días que duro la investigación. Los resultados logrados fueron del efluente 1 (SHAC) 67.33 mg/L, y el efluente presento 2 (SHAM) un

promedio de 51.67mg/l, y de la DBO testigo promedio fue 220.33 mg/L, con esto se logró que el agua afluyente minimice las concentraciones que presentaba en inicio como: DBO5 en un 80% en el Efluente 1 (SHAC) y un 85% en el Efluente 2 (SHAM). En conclusión, este estudio alcanzó buenos resultados adecuados para el tratamiento del agua residual en la laguna primaria.

Giron (2017), presentó una investigación cuyo objetivo consistió en los de implementar cascadas artificiales para determinar la remoción orgánica de los efluentes domésticos residuales, se empleó a fin de realizar la oxigenación del agua en su camino al río, buscando con esto la DBO y DQO del agua. Para el desarrollo de la investigación se construyeron cascadas artificiales que presentó la siguiente medida: 1.15 m de altura tuvo 25 m de largo 0.80 m de ancho 0.04 m de espesor. Los parámetros analizados constituyeron temperatura, pH, sólidos totales, conductividad eléctrica, sólidos en suspensión, sólidos disueltos, oxígeno disueltos, DQO Y DBO. Los resultados obtenidos demostraron que hubo una eficiencia de 74.9% y 82.51% durante 24 horas, en conclusión, se evidencio la reducción de materia orgánica mediante el empleo.

Castro y Florez (2018), realizaron una investigación mediante la cual se buscó remover los contaminantes de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos mediante el uso se macrófitas en un humedal artificial, en esta investigación se usó el método de aforo de caudal, para el desarrollo del humedal se utilizó 8 macrófitas de *Alocasia*, se instaló un estanque de 16 litros, los valores que arrojan el análisis de los parámetros indican que el empleo de la macrófita presento una remoción de 60.72% tanto en parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, finalmente se concluye que existe una eficiencia en el tratamiento de agua residual empleando el humedal y las especies.

Núñez (2016), implementaron un humedal artificial FSH, para evaluar su eficiencia de remoción del agua residual. Los parámetros que en el estudio se analizaron en el laboratorio comprendió de: pH, Turbidez, conductividad eléctrica, OD, temperatura, SDT, DQO, DBO, fosforo total, nitrógeno total y microbiológicos coliformes fecales y totales, con eficiencias de nitrógeno total 78%, DBO y DQO 96%, conductividad eléctrica 55%, fosforo total 55%, oxígeno disuelto 61%, turbidez 96%, pH 68% y

coliformes fecales y totales 100%, en conclusión los análisis demuestran la eficiencia del tratamiento del HAFSH en los parámetros estudiados y comparados con la norma se encuentran dentro del LMP.

Olarte (2019), propuso una investigación donde empleo especies Fito depuradoras en aguas residuales para determinar la eficiencia. Este estudio fue desarrollado en el campus de la universidad, para lo cual se caracterizaron los parámetros de las aguas residuales, serializaron cálculos matemáticos para el diseño del humedal, y la realización de los monitores respectivos. Los análisis del laboratorio dieron como resultado un 96% de eliminación de los parámetros de (SST, DBO5 Y DQO) en el (H3), 85%, 88%, Y 86% de (SST, DBO5 Y DQO) en el (H2) Y 70%, 81% Y 79% de (SST, DBO5 Y DQO) en el (H1). Se concluye que los resultados demuestran que los humedales muestran eficiencia en la depuración en las aguas residuales pues los valores encontrados luego del tratamiento se encuentran por debajo de los LMP permitidos por la norma peruana.

Seguidamente se establecieron las bases teóricas en relación a la investigación: el agua es el recursos más elementales en la sobrevivencia de la vida humana, su cuidado genera sostenibilidad de un de un país (ANA, 2019). Además, la OMS, definió que el agua es fundamental para la vida y es necesario adecuar a los consumidores para un abastecimiento de calidad y de plena satisfacción. Las aguas residuales son todas aquellas que en su contenido tienden a presentar sustancias extrañas que alteran su calidad, provenientes de viviendas (doméstica), industrial, agrícola. También son denominadas y conocidas como las conoce también como aguas negras, servidas o cloacales (Ruíz, 2014).

se describen los tipos de aguas residuales: Aguas residuales domésticas: Este tipo de aguas provienen de las actividades domésticas, de viviendas (Díaz Acero, 2014). Las aguas residuales industriales: Son las que se producen debido a las actividades comerciales o industriales (Ordóñez y Hernández, 2016). Aguas residuales urbanas: Se consideran a este tipo de agua a la mezcla de aquellas provenientes de actividades domésticas, industriales y de escorrentía pluvial (Arce, 2018).

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales son operaciones que realizan con el fin de retirar todos aquellos contaminantes que están en el agua residual antes de ser vertida al cuerpo receptores, estas pueden ser de tipo biológico, físico o químico, estos sistemas buscan que las aguas salientes del tratamiento no superen los LMP (Omar, 2010).

Los pretratamiento o tratamiento preliminar es un proceso que busca retener todos aquellos sólidos gruesos y finos, con el fin de dar pase al siguiente proceso (Peña, & Madera, 2011).

El tratamientos primarios es un proceso se realizan los tratamientos físicos y químicos, buscando la sedimentación de los sólidos suspendidos en las aguas, asimismo menciona que el objetivo principal se centra en la eliminación de estos (Chuptaya & Huamán, 2020).

Se tiene el tratamiento secundario involucra el proceso biológico, donde se estudia los parámetros de DBO, mediante la actuación de los microorganismos, en este tratamiento los sistemas más conocidos son: Los lodos activados, Lagunas de estabilización de los tipos aireadas y facultativas (Pérez y Jauregui, 2022).

El tratamiento terciario se emplean los procesos físicos, químicos y biológicos, donde los procesos unitarios más conocidos son la floculación, filtración y la desinfección (Ruíz, 2014).

Seguidamente el humedal artificial es considerado un medio para la limpieza de contaminantes que alteran la calidad de las aguas, en estos métodos se emplean especies vegetales, las más conocidas con las macrófitas (Hernández y Vargas, 2021). El sistema de humedales actúa mediante la implantación de especies vegetales (Chávez, 2017).

Estos humedales cumplen 3 importantes actividades las cuales son: Actúan en la demanda bioquímica de organismos, tienden a dar aporte de oxígeno por medio de plantas y actúan como medio de soporte físico para el enrizamiento de los vegetales (plantas) (Hernández y Vargas, 2021).

Se tiene los tipos de humedales, entre ellos los humedales de flujo libre, se emplean en el secundario. Son diseñados para aguas de cargas superficiales bajas, y normalmente la profundidad de esta oscila de entre 5 a 90 cm; están conformados por zanjas, y donde se usa vegetación. La eficacia de remoción en este sistema representa un 96% para SST, 96% para DBO; DQO 87% (demanda química de oxígeno), y de un 30% para PT (Palomino y Sánchez, 2021).

Los humedales artificiales de flujo superficial es un sistema que se caracteriza debido a que en ella en agua se mueve a través de los tallos de las plantas y se expone de manera directa a la atmosfera. Es decir, su estructura se asimila en una transformación al sistema de lagunas convencionales (Hernández y Vargas, 2021). (Figura 1)

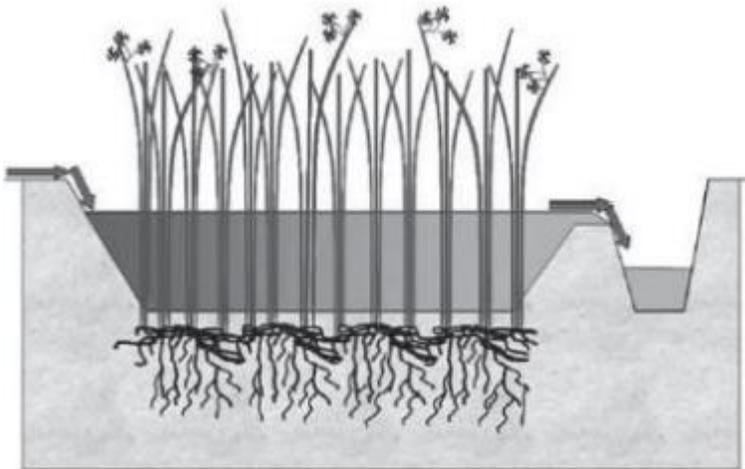


Figura 1: Ilustración de los humedales artificiales de flujo superficial

Fuente: Hernández & Vargas, 2021

Los humedales de flujo subsuperficial es un humedal se caracteriza por el recorrido que realiza el agua característica, en este sistema se suele colocar en el medio granular a las especies vegetales, y en ella también el agua tiende a rozar con los rizomas de las plantas instaladas (Hernández y Vargas, 2021).

Los humedales de flujo subsuperficial horizontal son sistemas de tratamiento secundario donde se utilizan plantas, (Palomino y Sanchez, 2021). Son excavaciones de fondo rellenos con grava, arena y otros (Quevedo, 2021). (Figura 2)

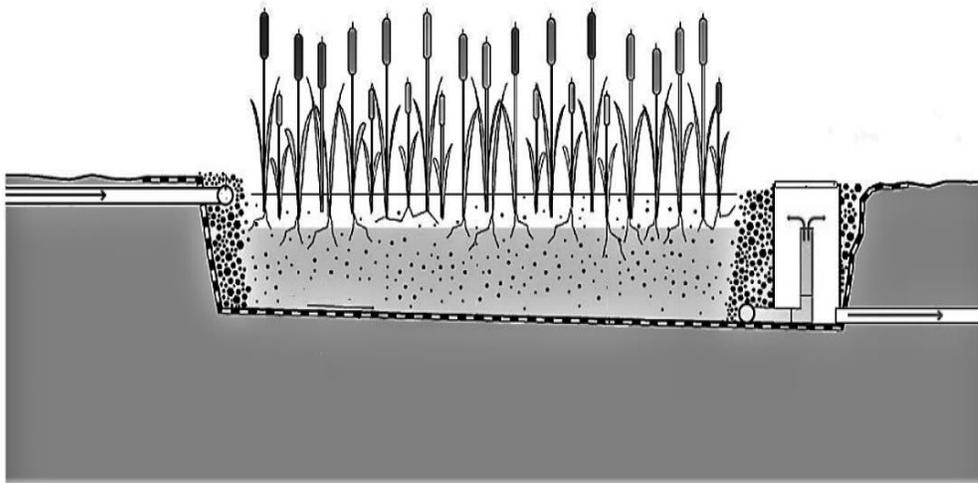


Figura 2: Ilustración de un humedal FSH

Fuente: Quevedo, 2021

Los humedales de FSV se caracterizan porque tienen la capacidad de transferencia de oxígeno en grandes cantidades (Bravo y Ramírez, 2020). Son sistemas muy eficientes en la minimización de contaminantes de las aguas residuales, tienden a reducir (DQO) y (DBO) y de las partículas sólidas de las aguas residuales (Pérez et al. 2022). (Figura 3)

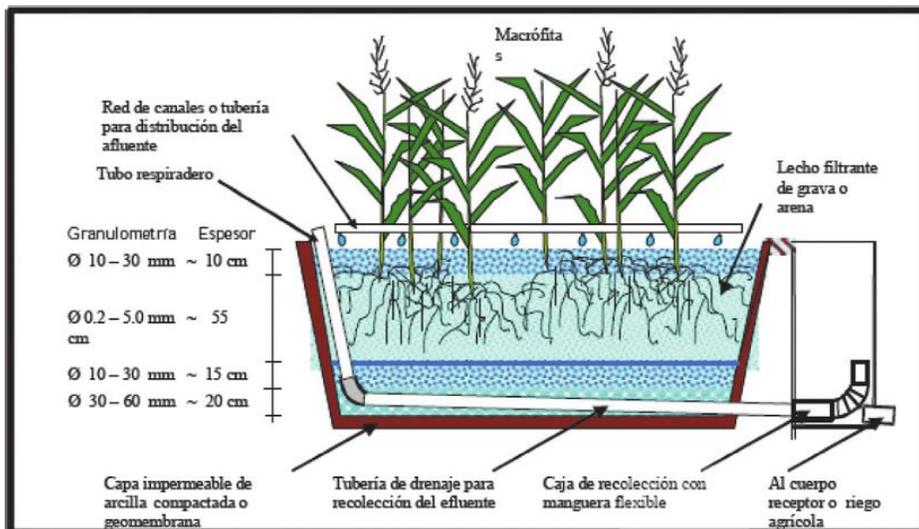


Figura 3: Ilustración de un humedal artificial FSV.

Fuente: Pérez et al., 2022

Las ventajas y desventajas de los humedales artificiales se muestran algunas de las ventajas y desventajas del humedal artificial, y el de flujo subsuperficial, según lo descrito por (Arce, 2018) (Tabla 1)

Tabla 1: ventajas y desventajas de los humedales artificiales

	Flujo superficial	Flujo subsuperficial
Tratamiento	Tratamiento de flujo secundarios (agua ya tratada por otros medios, Ej. Lagunas, biodiscos, fangos activados)	Para tratar flujos primarios (agua pre tratadas ejemplo, Tanques, pozos sépticos)
Operación	Opera con baja carga orgánica	Altas tasas de carga orgánica
Olor	Puede ser controlado	No existe
Insectos	Control es caro	No existe
Protección térmica	Mala, las bajas temperaturas afectan al proceso de remoción	Buena, por acumulación de restos vegetales y el flujo subterráneo el agua mantiene una temperatura casi constante.
Área	Requieren superficies de mayor tamaño.	Requiere superficies de menor tamaño
Costo	Menor costo en relación al subsuperficial.	Mayor costo debido al material granular que puede llegar a incrementar el precio hasta un 30%.
Valor ecosistema	Mayor valor como ecosistema para la vida salvaje, el agua es accesible a fauna.	Menor valor como ecosistemas para la vida, el agua es difícilmente accesible a la fauna.
Usos generales	Son de restauración y creación de nuevos ecosistemas.	Tratamiento de aguas residuales, principalmente para casas aisladas y

		núcleos menores de 200 habitantes.
Operación	Son tratamientos adicionales a los sistemas convencionales (usadas para tratamiento terciario y mejoramiento de calidad de agua	Puede usarse como tratamientos secundarios.

Fuente: Arce, 2018

Posteriormente las especies a utilizarse en los humedales como: *Alocasia Macrorrhizos*– Orejas de Elefante, la *Alocasia Macrorrhizos* es una planta que se encuentra dentro de la familia Araceae y a continuación se presentan sus características (Castro et al. 2018). (Tabla 2) (Figura 4)

Tabla 2: Taxonomía de la *Alocasia*

Nombre común	Oreja de elefante
Nombre científico	<i>Alocasia macrorrhizos</i>
Reino	Plantae
Clase	Angiosperma
Familia	Araceae
Genero	<i>Alocasia</i>



Figura 4: Imagen de la oreja de elefante

Asimismo el carrizo comúnmente es conocido como una especie de caña, continuación se describe esta especie (Ortiz y Figueroa, 2009) (Tabla 3) (Figura 5)

Tabla 3: Taxonomía del carrizo

Nombre común	Carrizo
Nombre científico	<i>Phragmites australis</i>
<u>Clasificación superior</u>	<u>Phragmites</u>
Clase	Angiosperma
<u>División</u>	Magnoliophyta



Figura 5: Planta del carrizo

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El diseño de investigación fue experimental, para lo cual se usó el método preexperimental, debido a que se tomaron datos antes y después de la implementación del tratamiento del sistema de humedal artificial, establecer la eficacia de los contaminantes (Hernández, 2014), asimismo, la investigación a desarrollada fue de tipo Aplicada, porque a través de la implementación de un humedal artificial a escala piloto se buscó resolver la problemática generada al no contar el anexo de Mejorada con un método para el tratamiento de sus aguas residuales, quienes realizaban la disposición de estas aguas al río Santa Rosa tecnologías a partir de conocimientos a fin resolver objetivamente los problemas (Tam, 2008). El enfoque de la investigación fue cuantitativo ya que se obtuvieron datos numéricos para su análisis.

3.2. Variables y operacionalización

Variables independientes: Humedal artificial

Variables dependientes: Eficiencia en la remoción de aguas residuales

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: La población total comprendió de todas las aguas residuales provenientes de las viviendas de la población del anexo de Unión Mejorada, de 750 litros de aguas residuales generadas en 15 viviendas por día, en el anexo de Unión Mejorada.

Muestra: La muestra de agua residual estuvo constituida por 150 Litros de aguas residuales, las cuales fueron tomadas de las tuberías de los efluentes del tanque de acumulación de aguas residuales de las viviendas del anexo de Unión mejorada, para luego llevar a cabo el tratamiento y análisis pre-experimental y post-experimental (implementación del humedal artificial) de los parámetros, biológicos y físico-químicos.

Muestreo: El muestreo es probabilístico. Es un método de investigación en el que puedes realizar la selección una muestra estadística centrada en el estudio y análisis de grupos específicos de una población por medio de una elección

aleatoria. Las aguas residuales fueron de tipo puntual en diferentes horarios, se tomaron en el efluente de las tuberías del tanque de almacenamiento, es decir antes del ingreso a las pozas de tratamiento y a la salida de cada poza de tratamiento.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos:

Se empleó la técnica de observación directa, se construyó el humedal artificial, y luego de su implementación se realizó un monitoreo al efluente del humedal artificial del agua tratada con las dos especies macrófitas para establecer la eficacia de depuración de agentes tóxicos.

Instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo del proyecto la recolección de datos se utilizó los siguientes instrumentos, La ficha 1: Caracterización inicial del agua residual, ficha 2: Resultados de la depuración de aguas, plano de construcción de los humedales artificiales. Para lo cual fue necesario el uso del protocolo de Monitoreo, y el Decreto Supremo N°003-2010-MINAM, que aprueba los LMP para la descarga de efluentes de aguas residuales.

El contenido de las fichas empleadas como instrumentos fueron validadas por juicio de tres expertos conocedores del tema.

Juan Julio Ordoñez Gálvez, 90 % para ambas fichas

Yosselin Suarez Tineo, 95 % para ambas fichas

Jamin Santiago Ramírez, 95 % para ambas fichas

3.5. Procedimientos

En la Figura 6, se muestra los procesos de tratamiento de las aguas residuales mediante un humedal artificial con *Phragmites australis* y *Alocasia odora*.

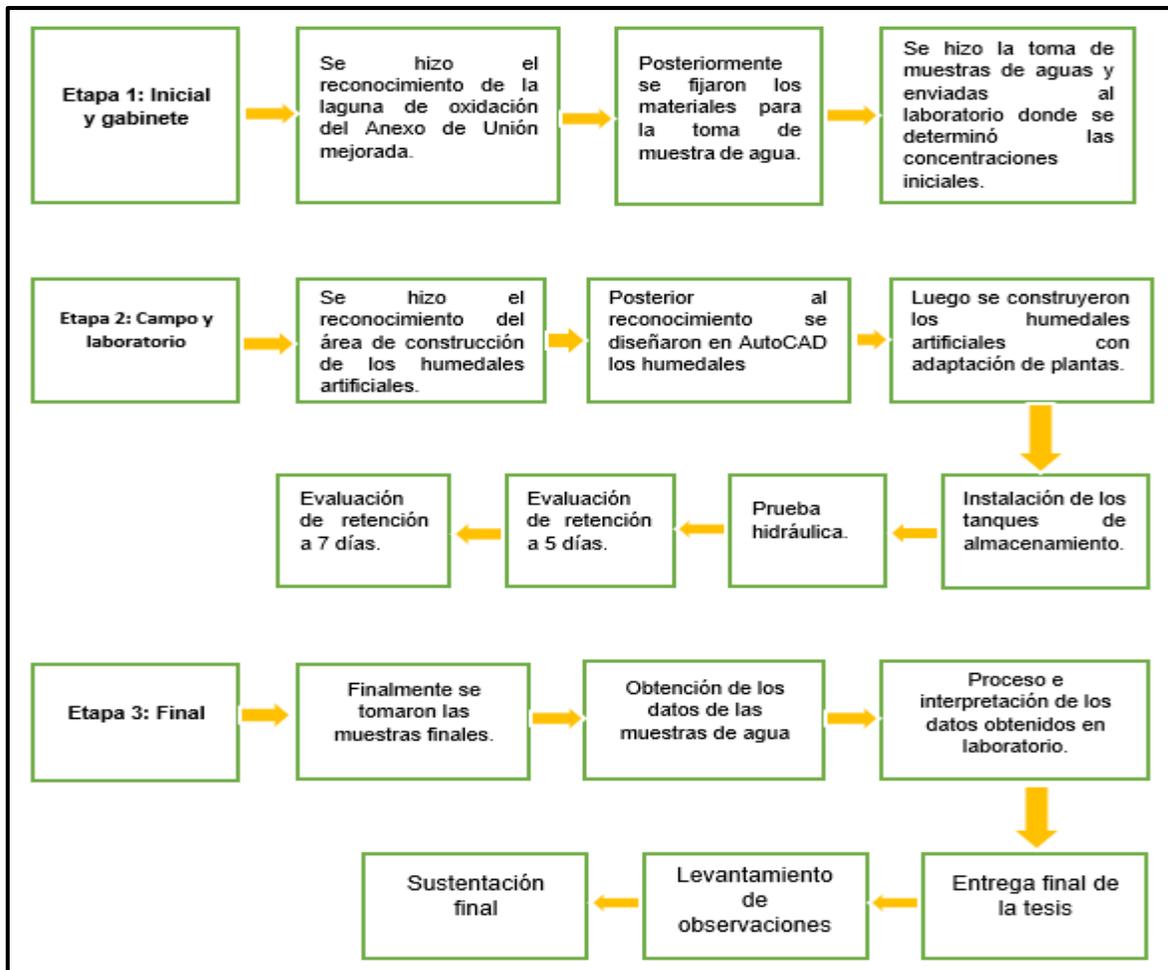


Figura 6: Procesos de tratamiento de aguas residuales

Primera etapa: Ubicación del lugar del desarrollo de la investigación

Se ejecutó en el Anexo de Unión Mejorada del distrito de Santa Rosa, ubicado al Noroeste de la capital de la provincia de La Mar, y departamento de Ayacucho a una altitud media de 740 msnm y entre las coordenadas UTM WGS 84: latitud 300032.12, Longitud 8674338.99. (Figura 7)

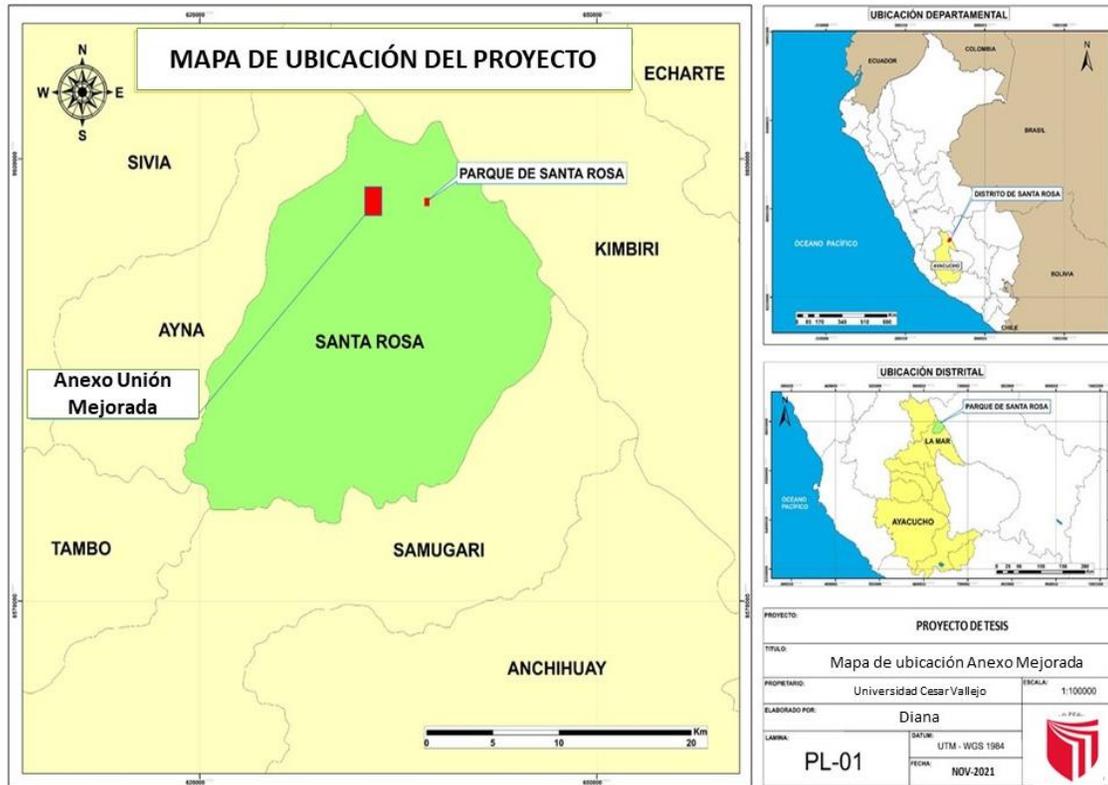


Figura 7: Mapa de ubicación del lugar de estudio

Segunda etapa: Diseño del humedal artificial

Para el desarrollo del proyecto en el Anexo de Unión Mejorada se trabajó con el HASFV, esto debido a que este tipo de humedal comparado con los otros tipos de humedales es más eficiente en la depuración de contaminantes, requiere de menos espacio y es un sistema que presenta una mejor aireación.

Las actividades realizadas constaron del diseño de acuerdo con las características de la zona del humedal artificial en el programa AutoCAD (Figura 8).

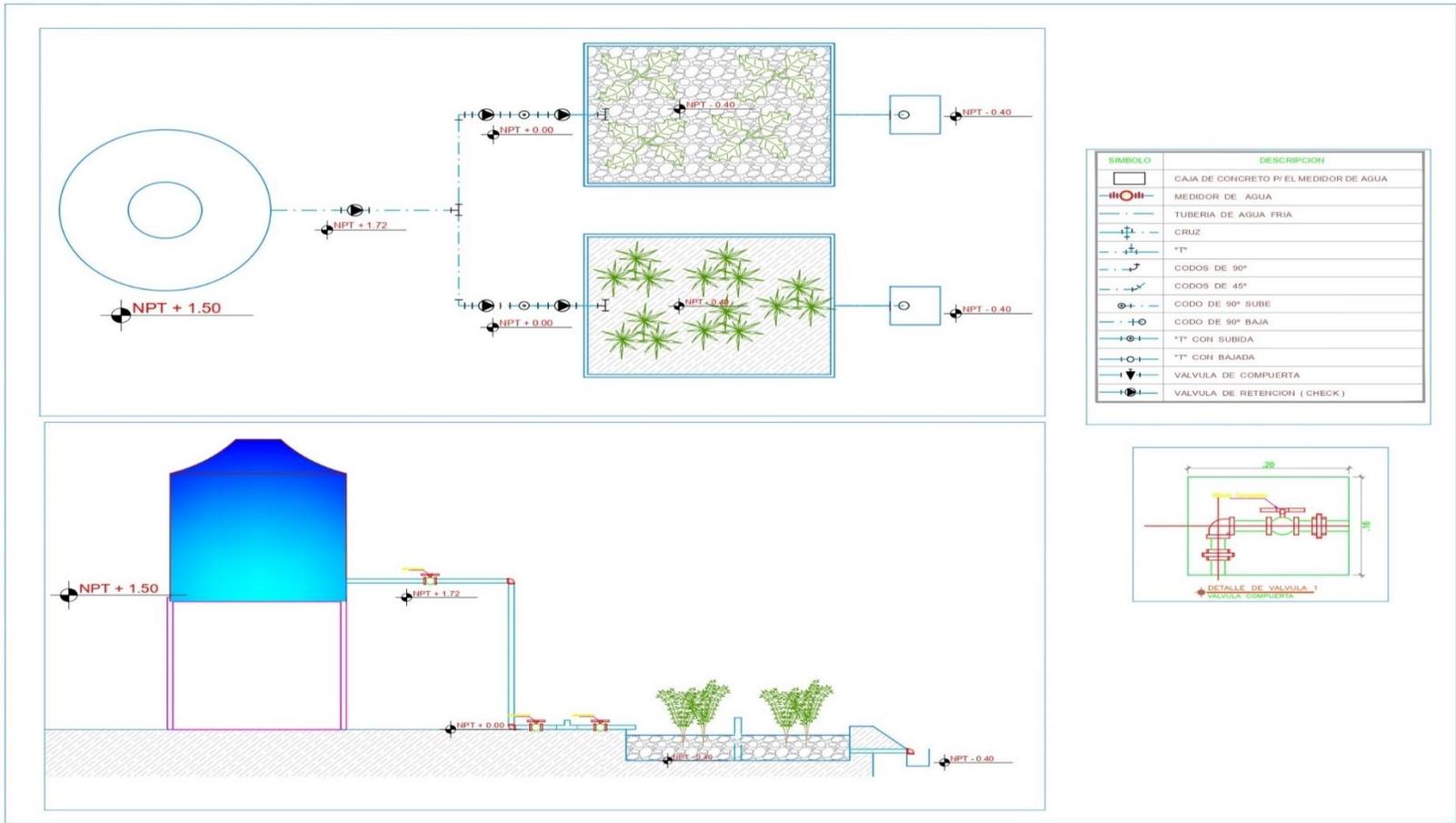


Figura 8: Diseño de un HASFV

Tercera etapa: Construcción del humedal

La instalación del humedal artificial en primer lugar requirió de la adquisición de materiales a usarse.

Implementación del humedal artificial subsuperficial vertical

Se construyó el HAFSV iniciándose con la realización de limpieza general del área donde se instaló este sistema. Seguido a ello se llevó a cabo los trabajos de excavación en forma rectangular de dos espacios para humedal.

Se construyeron dos camas de humedal cada una de ellas con las siguientes dimensiones: Largo 1.50 m, ancho de 0.80 m y una profundidad de 0.80 m, listas las camas se procedió a revestirlas con plástico de color negro para impermeabilizar la excavación.

Instalación del lecho filtrante

Posteriormente se dio la instalación del lecho filtrante que consistió en colocar 4 sustratos de la siguiente manera: En la primera capa se empleó piedra chancada de 40 mm con una altura de 0.15 cm, la segunda capa fue llenada con arena gruesa de 2 mm con una altura de 0.15 cm y en la penúltima arena fina de 15 cm de altura, al finalizar grava mediana con una altura de 0.10 cm, esto se presenta en la tabla 4 y figura 9.

Tabla 4: Composición del lecho filtrante

Tipo de sustrato	Tamaño efectivo	Porosidad	Conductividad hidráulica Ks (m²/m²/d)
Arena gruesa	2	28 – 32	100 – 1000
Grava fina	20	35 – 38	1000 – 10000
Grava media	40	36 - 46	10000 - 50000

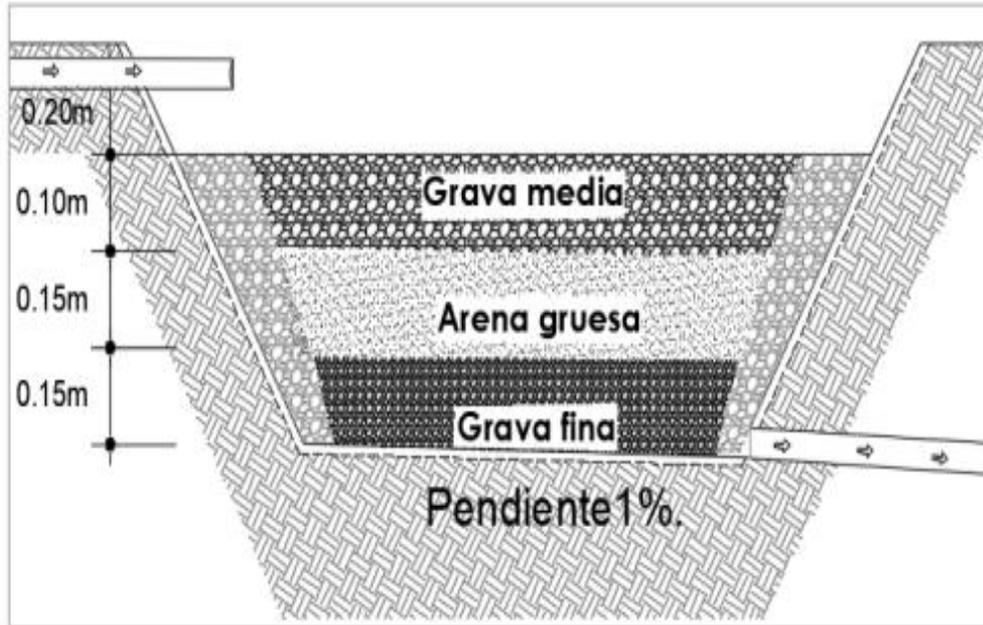


Figura 9: Componentes del lecho filtrante

Implementación de las tuberías de aireación

A los dos sistemas de tratamiento de humedales artificiales el suministro de oxígeno se realizó de 4" de diámetro, estas tuberías se colocaron en el centro de cada HA, con lo cual se pretendió lograr una ventilación uniforme.

Instalación de un tanque de almacenamiento

Se instaló un bidón de PVC de color azul de 140 litros, la cual conto con un orificio en la parte delantera, se instaló una tubería para la salida del efluente a los procesos de Humedal N°1 y humedal N°2.

Prueba hidráulica

Al finalizar la implementación de los dos humedales artificiales se procedió a realizar la prueba hidráulica para verificar el correcto funcionamiento.

trasplante de *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante). La *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante) plantas nativos del Anexo de Unión Mejorada, estas fueron adquiridas de la playa de Mejorada, y posteriormente fueron trasplantadas en los humedales artificiales, la cantidad de cada especie a plantarse en cada HA dependió de la determinación de las dimensiones de los H, se colocaron las plantas en dos filas

cada planta tuvo una separación de 30 cm una de la otra en total en cada fila ingresaron 10 plantas, el tamaño de la planta de carrizo a trasplantarse fue de 80 cm y el de *Alocasia* fue de 40 cm. Al culminar el tratamiento de la vegetación, se calculó también la altura de cada planta

Cuarta etapa: Ejecución

Recolección del agua R.

Se utilizó un valde de 20L para el traslado de las aguas residuales recolectadas, desde el sistema de alcantarillado (desagüe), hasta el tanque de almacenamiento, situado en un terreno privado del anexo de Unión Mejorada.

Muestreo y análisis de laboratorio

El desarrollo de la toma de muestra se realizó de acuerdo con los protocolos establecidos, para realizar los análisis correspondientes se trabajó con un laboratorio que este acreditado de la ciudad de lima, los parámetros que fueron analizados en las pruebas pre y post se puntualizan en la tabla 5.

Tabla 5: Parámetros de análisis

Parámetros	Unidad de medida
Parámetros fisicoquímicos	
Temperatura	°C
OD	mg/l
pH	1 - 14
DBO	mg/l
DQO	mg/l
SST	ml/l
Turbidez	NTU
Parámetros microbiológicos	
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml

Se realizó también la determinación del tiempo de retención constatando de dos pruebas de monitoreo post uno en un tiempo de 5 días el otro de 7

Eficiencia de depuración

Una vez culminado la fase de tratamiento del agua residual mediante la instalación del sistema a escala piloto del HAFSSV, y de haber realizado los análisis pre y post a las muestras de agua, se procedió a hallar la eficiencia de depuración del agua residual para determinar el tiempo de retención ideal mediante la fórmula que se describe a continuación:

$$EF(\%) = \frac{Ci - Cf}{Ci} \times 100\%$$

Dónde:

Ef= Eficiencia de remoción (%)

Ci= concentración inicial del parámetro

Cf= Concentración final del parámetro

3.6. Método para el análisis de datos

La determinación de los resultados logrados del monitoreo (muestreo) del agua residual antes (pre) después de la aplicación del tratamiento de humedal artificial de tipo subsuperficial de flujo vertical (post), fueron analizadas a través del programa Microsoft Excel. Para realizar las comparaciones se emplearon el DSN° 003-2010-MINAM y la ECA categoría 3: agua para riego no restringido – DSN°004-2017 – MINAM.

3.7. Aspectos éticos

En este proyecto se considera que el desarrollo de cualquier investigación debe enmarcarse en el ámbito de la integridad, mostrando siempre autenticidad en lo que se propone, y sobre todo mantener la ética profesional inculcada en la Universidad Cesar Vallejo, por ello la transparencia de esta investigación se demuestra con las citas adecuadas del estilo ISO, finalmente es importante indicar que a medida que surgen nuevos avances tecnológicos y amigables con el medio ambiente se deben plantear trabajos de calidad y éticos en su naturaleza de parte del investigador.

IV. RESULTADOS

En los resultados de la caracterización de los parámetros de las aguas residuales Los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se muestran en la tabla 6:

Tabla 6: Caracterización inicial de los parámetros

Caracterización inicial de los parámetros de las aguas residuales del Anexo Unión Mejorada			
Parámetros	UND.	Valor	LMP
Químicos			
DBO5	mg/L	328	100
DQO	mg/L	484	200
OD	mg/L	5.84	-
pH	1 - 14	7.602	6.5 – 8.5
Físicos			
TEMPERATURA	°C	21.6	<35
SST	mg/L	402.000	150
TURBIDEZ	NTU	67.4	-
Microbiológicos			
Coliformes	NMP/100mL	70000.0	10000.0

En la tabla 6 se muestran los valores del primer monitoreo del agua residual sin tratamiento, donde al ser comparada con el DS. N.º 003-2010-MINAM y la ECA categoría 3: agua para riego no restringido – DS Nº004-2017 – MINAM, la mayoría supera los valores permitidos para la descarga de efluentes de residuales a cuerpos de agua y para el riego de áreas verdes.

Los análisis de los resultados de los parámetros estudiado antes y después de la aplicación del tratamiento.

En la tabla 7, se muestran los parámetros y resultados de estos analizados antes y después durante 5 días de retención en un laboratorio acreditado, donde los valores

de los parámetros analizados del agua sin tratamiento fueron los siguientes: Parámetros químicos: (DBO) con 328 mg/L, (DQO) con 482 mg/L, (OD) con 5.84 mg/L y pH de 7.602. Los parámetros físicos: Temperatura con 21.6 °C, Sólidos totales en suspensión (SST) con 402 y turbidez con 67.4 NTU. Seguidamente de los parámetros microbiológicos como los coliformes termotolerantes de 70000.0 NMP/100mL.

Resultados de los análisis después del tratamiento (5 días)

Tabla 7. Resultados de tratamiento en 5 días

HUMEDALES ARTIFICIALES FSV					
Parámetros	Unidades	Agua residual sin tratar	LMP	<i>Phragmites australis</i>	<i>Alocasia odora</i>
				Humedal 1	Humeda 1 2
QUÍMICOS					
DBO	mg/L	328	100	26.10	36.8
DQO	mg/L	484	200	44	52
OD	mg/L	10	-	5.84	5.89
pH	1 - 14	7.62	6.5 – 8.5	6.83	7.14
FÍSICOS					
Temperatura	°C	21.6	<35	20.2	20.7
SST	mg/L	402.000	150	7.79	12
Turbidez	NTU	67.4	-	12.14	19
MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes	NMP/100 ml	70000.0	10000.0	10000.0	50000.0

En la siguiente tabla 7, se muestran los parámetros y resultados de estos analizados después de 5 días de retención en un laboratorio acreditado, Para el Humedal N1 (H1) con la especie *Phragmites australis* los valores alcanzados fueron: Parámetros químicos: (DBO) con 26.10 mg/L, (DQO) con 44 mg/L, (OD) con 5.84 mg/L y pH de

6.83. Los parámetros físicos: Temperatura con 20.2 °C, (SST) con 7.79 y turbidez con 12.14 NTU y los parámetros microbiológicos como los coliformes termotolerantes de 10000.0 NMP/100MI. Para el Humedal N2 (H2) con la especie *Alocasia odora* los valores alcanzados fueron: Parámetros químicos: (DBO) con 36.8 mg/L (DQO) con 52 mg/L, (OD) con 5.89 mg/L y pH de 7.14. Los parámetros físicos: Temperatura con 20.7 °C, Sólidos totales en suspensión (SST) con 12 y la turbidez con 19 NTU y los parámetros microbiológicos como los coliformes termotolerantes de 50000.0 NMP/100MI.

Resultados de los análisis después del tratamiento (7 días)

Tabla 8. Resultados en 7 días

HUMEDALES ARTIFICIALES FSV					
Parámetros	Unidades	Agua residual sin tratar	LMP	<i>Phragmites australis</i>	<i>Alocasia odora</i>
				Humedal 1	Humedal 2
QUÍMICOS					
DBO	mg/L	328	100	14.7	32.8
DQO	mg/L	484	200	38	46
OD	mg/L	10	-	5.82	5.88
pH	1 - 14	7.602	6.5 – 8.5	6.9	7.30
FÍSICOS					
TEMPERATURA	°C	21.6	<35	20.68	21
SST	mg/L	402.00 0	150	<2	14
TURBIDEZ	NTU	67.4	-	7.79	10
MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes	NMP/100mL	70000. 0	10000 .0	5200.0	20000.0

En la siguiente tabla 8, se muestran los parámetros y resultados de estos analizados después de 7 días de tratamiento en un laboratorio acreditado, Para el Humedal N1 (H1) con la especie *Phragmites australis* los valores alcanzados fueron: Parámetros

químicos: (DBO) con 14.7 mg/L, (DQO) con 38 mg/L, (OD) con 5.84 mg/L y pH de 6.9. Los parámetros físicos: Temperatura con 20.68 °C, (SST) con <2 mg/L y turbidez con 7.79 NTU y los parámetros microbiológicos como los coliformes termotolerantes de 5200.0 NMP/100MI. Para el Humedal N2 (H2) con la especie *Alocasia odora* los valores alcanzados fueron: Parámetros químicos: (DBO) con 32.8 mg/L, (DQO) con 46 mg/L, (OD) con 5.88 mg/L y pH de 7.30. Los parámetros físicos: Temperatura con 21 °C, Sólidos totales en suspensión (SST) con 14 y la turbidez con 10 NTU y los parámetros microbiológicos como los coliformes termotolerantes de 20000.0 NMP/100MI.

Comparación de los resultados de DBO₅

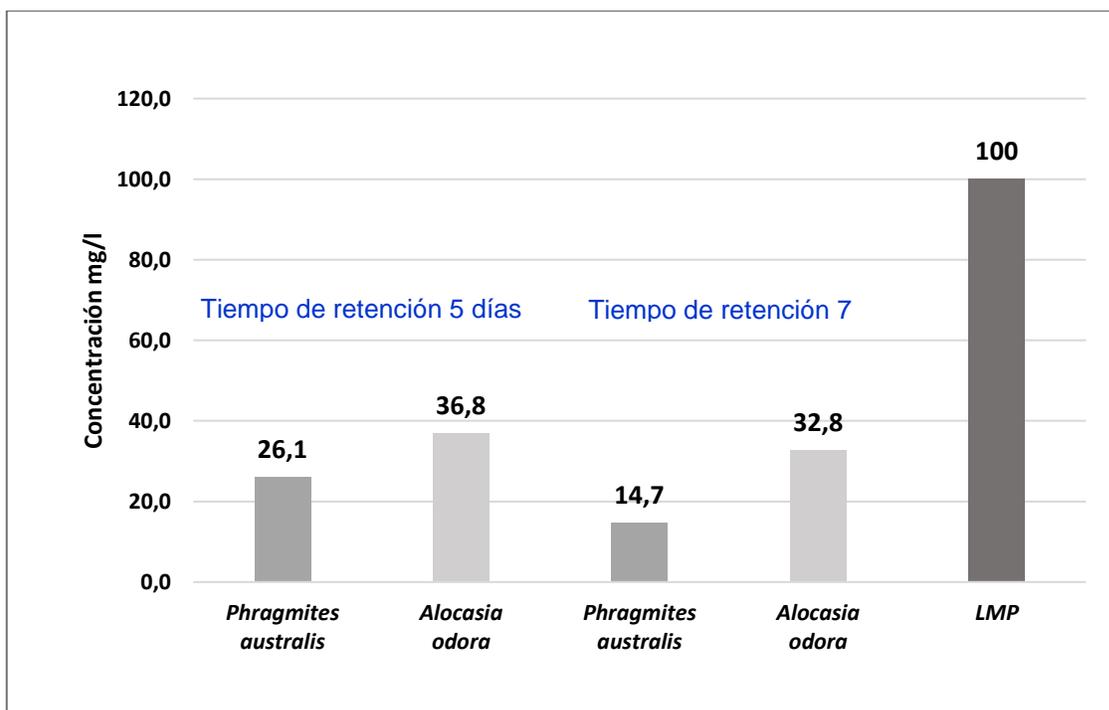


Figura 10: Comparación de resultados de DBO con LMP

De acuerdo a lo presentado en la Figura 10 de comparación del parámetro de DBO₅ con el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, el Límite Máximo Permissible de 100 mg/L para su vertimiento a cuerpos receptores, en el estudio realizado los valores alcanzados con el tratamiento del humedal artificial se encuentran por debajo del límite, con un tiempo de retención de 5 días los resultados para el humedal con

Phragmitis australis 26.1 mg/L con *Alocasia odora* 36.8 mg/L y con un tiempo de 7 días *Phragmitis australis* 14.7 mg/L con *Alocasia odora* 32.8 mg/L. Asimismo también la figura demuestra que con la especie de *Phragmitis australis* en un tiempo de retención de 7 días, los niveles de remoción de DBO₅ logran ser aptos para el riego de áreas verdes de acuerdo al Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, el Límite Máximo Permisible de 100 mg/L para su vertimiento.

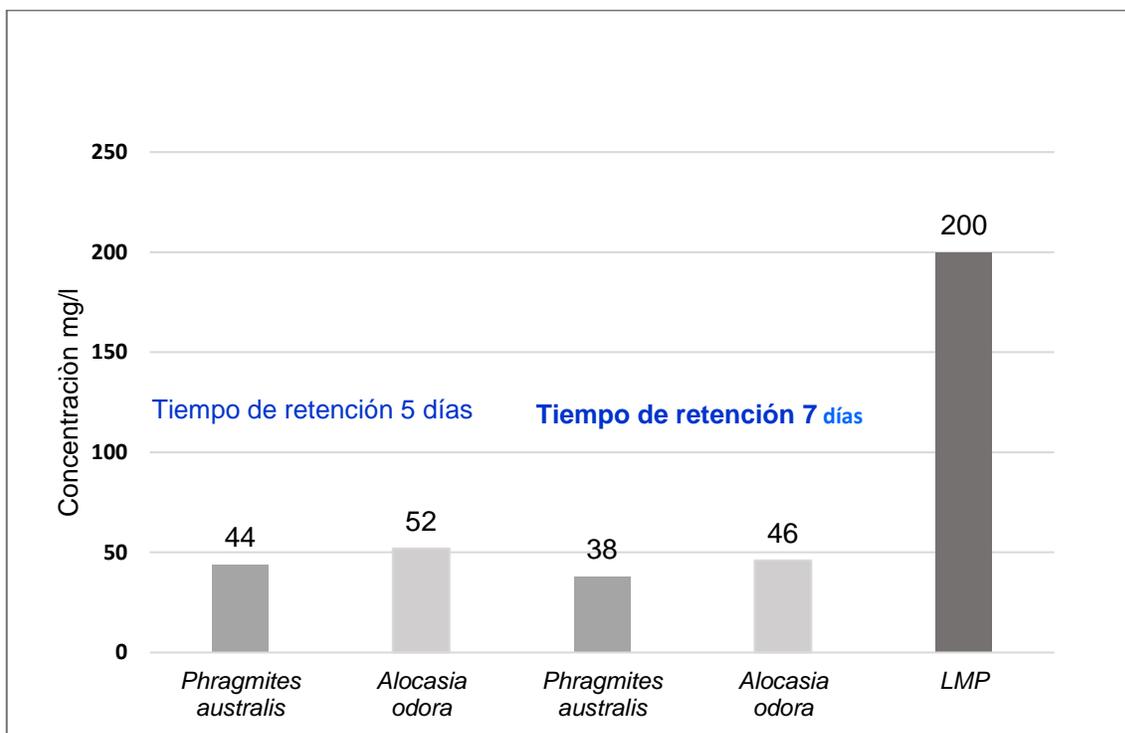


Figura 11: Comparación de resultados DQO con LMP

De acuerdo a lo presentado en la Figura 11 de comparación del parámetro de DQO con el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, el LMP de 200 mg/L para su vertimiento a cuerpos receptores, en el estudio realizado los valores alcanzados con el tratamiento del humedal artificial se encuentran por debajo del límite, con un tiempo de retención de 5 días los resultados para el humedal con *Phragmitis australis* 44 mg/L, con *Alocasia odora* 52 mg/L y con un tiempo de 7 días *Phragmitis australis* 38 mg/L con *Alocasia odora* 46 mg/L. Asimismo también la figura demuestra que con la especie de *Phragmitis australis* en un tiempo de retención de 7 días, los niveles de remoción de

DQO lograron ser aptos para el riego de áreas verdes de acuerdo a el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, el LMP de 200 mg/L para su vertimiento a cuerpos receptores.

Comparación de los resultados de Coliformes termotolerantes

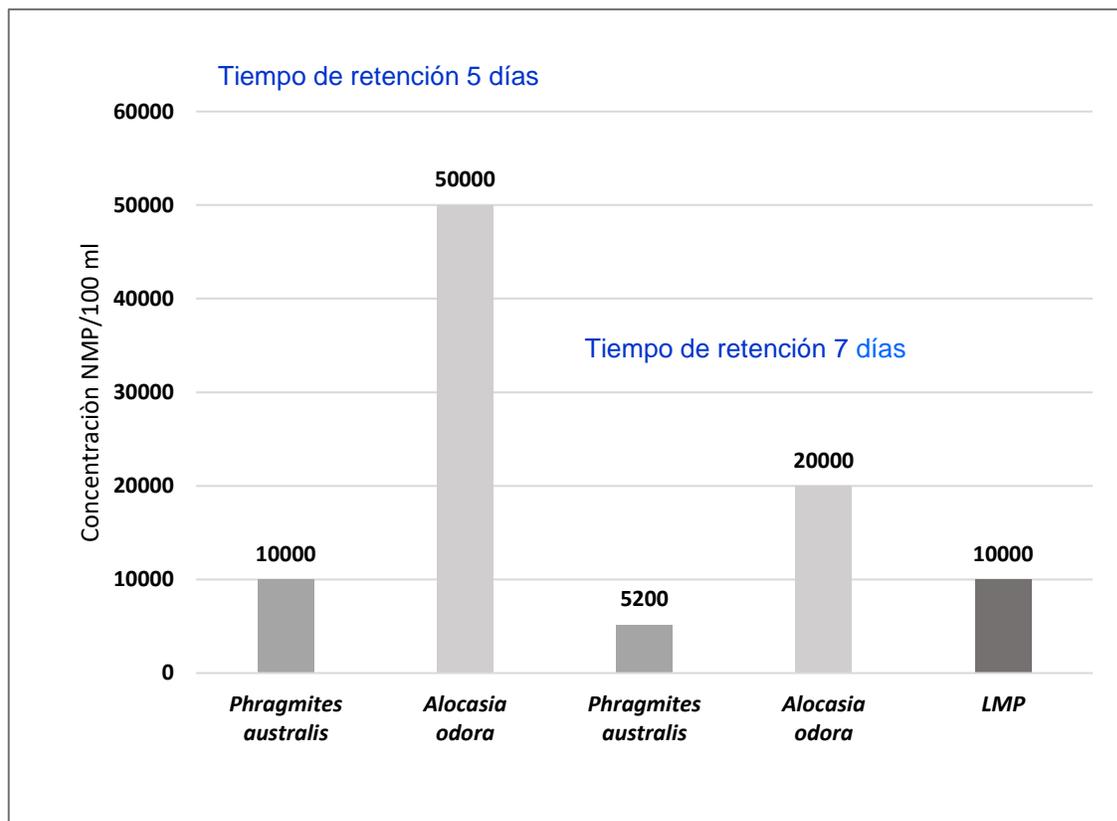


Figura 12: Comparación de resultados de coliformes

De acuerdo a lo presentado en la figura 12 de comparación del parámetro de Coliformes termotolerantes con el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, el Límite Máximo Permissible de 10000.0 NMP/100 ml para su vertimiento a cuerpos receptores, en el estudio realizado los valores alcanzados con el tratamiento del humedal artificial se encuentran algunos por encima y otros por debajo del límite, con un tiempo de retención de 5 días los resultados para el humedal con *Phragmites australis* 10000.0 NMP/100 ml con *Alocasia odora* 50000.0 NMP/100 ml y con un tiempo de 7 días *Phragmites australis* 5200.0 NMP/100 ml con *Alocasia odora* 20000.0 NMP/100 ml. Asimismo también la figura demuestra que con la especie de *Phragmites australis* en

un tiempo de retención de 7 días, los niveles de remoción de coliformes lograron ser aptos para el riego de áreas verdes de acuerdo a el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, el LMP de 10000 mg/L para su vertimiento a cuerpos receptores.

Resultados de eficiencia de remoción de los tratamientos

Resultados de eficiencia con las especies en un tiempo de retención de 5 días

En la tabla 9 se presenta la eficiencia de remoción de los parámetros estudiados entre las especies de *Phragmites australis* y *Alocasia odora* en un tiempo de retención de 5 días, donde la especie del primer tratamiento conocida con nombre común de carrizo presenta mejores porcentajes de eficiencia en los parámetros de DBO, DQO, SST, turbidez y coliformes termotolerantes.

Tabla 9. Eficiencia de remoción de los parámetros

Eficiencia de remoción de las aguas residuales del Anexo Unión Mejorada a los 5 días		
Parámetros	Eficiencia de remoción por parámetro (%) <i>Phragmites australis</i>	Eficiencia de remoción por parámetro (%) <i>Alocasia odora</i>
QUÍMICOS		
DBO	92.4	88.8
DQO	90.9	89.3
OD	41.6	41.1
pH	10.37	6.29
FÍSICOS		
Temperatura	6.48	4.16
SST	98.1	97
Turbidez	81.9	71.81
MICROBIOLÓGICOS		
Coliformes termotolerantes	85.7	28.6

Resultados de eficiencia con las especies en un tiempo de retención de 5 días
 En la tabla 10 se presenta la diferenciación de la eficiencia de remoción de los parámetros estudiados entre las especies de *Phragmites australis* y *Alocasia odora* en un tiempo de retención de 7 días, donde la especie del primer tratamiento conocida con nombre común de carrizo presenta mejores porcentajes de eficiencia en los parámetros de DBO, DQO, SST, turbidez y coliformes termotolerantes.

Tabla 10. Eficiencia de remoción en 7 días

Eficiencia de remoción de las aguas residuales del Anexo Unión Mejorada a los 7 días		
Parámetros	Eficiencia de remoción por parámetro (%) <i>Phragmites australis</i>	Eficiencia de remoción por parámetro (%) <i>Alocasia odora</i>
QUÍMICOS		
DBO	96	90
DQO	92.4	90.5
OD	41.8	41.2
pH	9.23	3.97
FÍSICOS		
TEMPERATURA	4.26	2.78
SST	99.6	96.5
TURBIDEZ	88.44	85.16
MICROBIOLÓGICOS		
Coliformes termotolerantes	92.6	71.4

Eficiencia de remoción de DBO

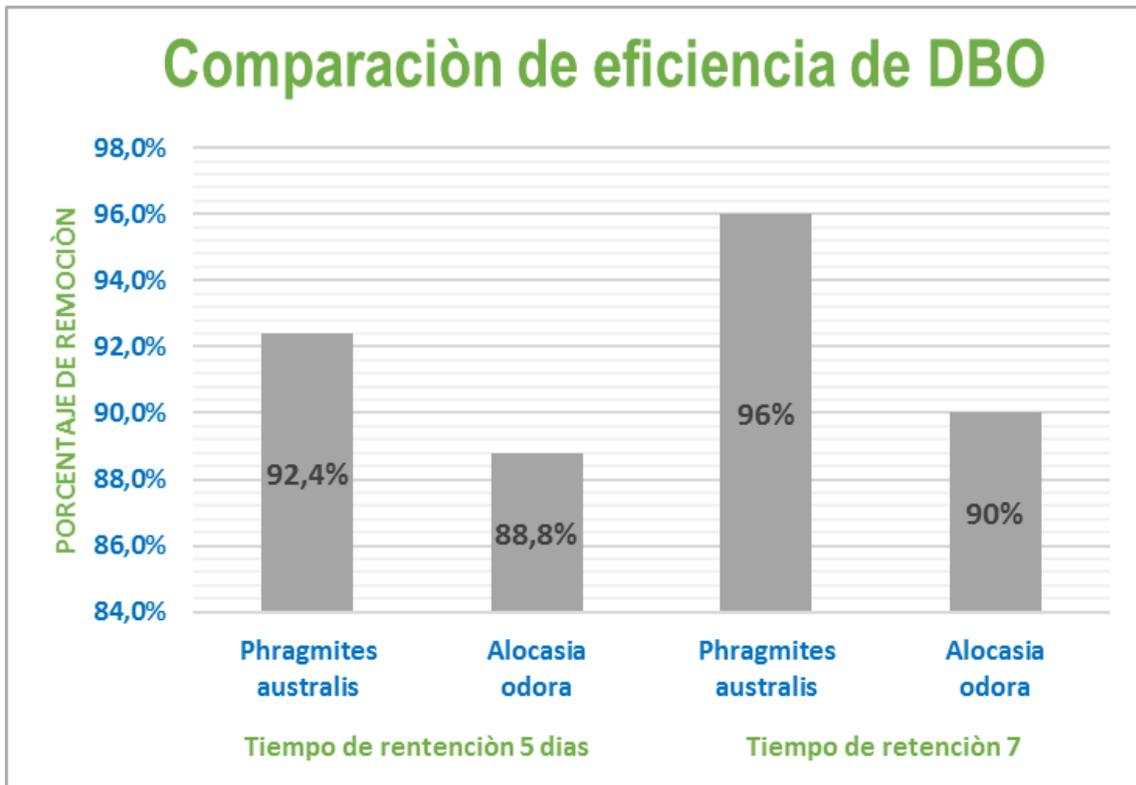


Figura 13: Comparación de eficiencia DBO

En la figura 13 se da a conocer la eficiencia de remoción del parámetro de DBO, una vez aplicada el tratamiento mediante humedales artificiales con las especies de *Phragmitis australis* y *Alocasia odora*, con un tiempo de retención de 5 días, la eficiencia alcanzada para la especie de *Phragmitis australis* resultó de 92,4%, con *Alocasia odora* 88.8%, mientras que con un tiempo de retención de 7 días la especie de *Phragmitis australis* presentó una eficiencia de 96% y *Alocasia odora* 90%. Los resultados de eficiencia de mayor remoción en porcentaje DBO se obtuvieron con la especie de *Phragmitis australis* con un tiempo de retención de 7 días.

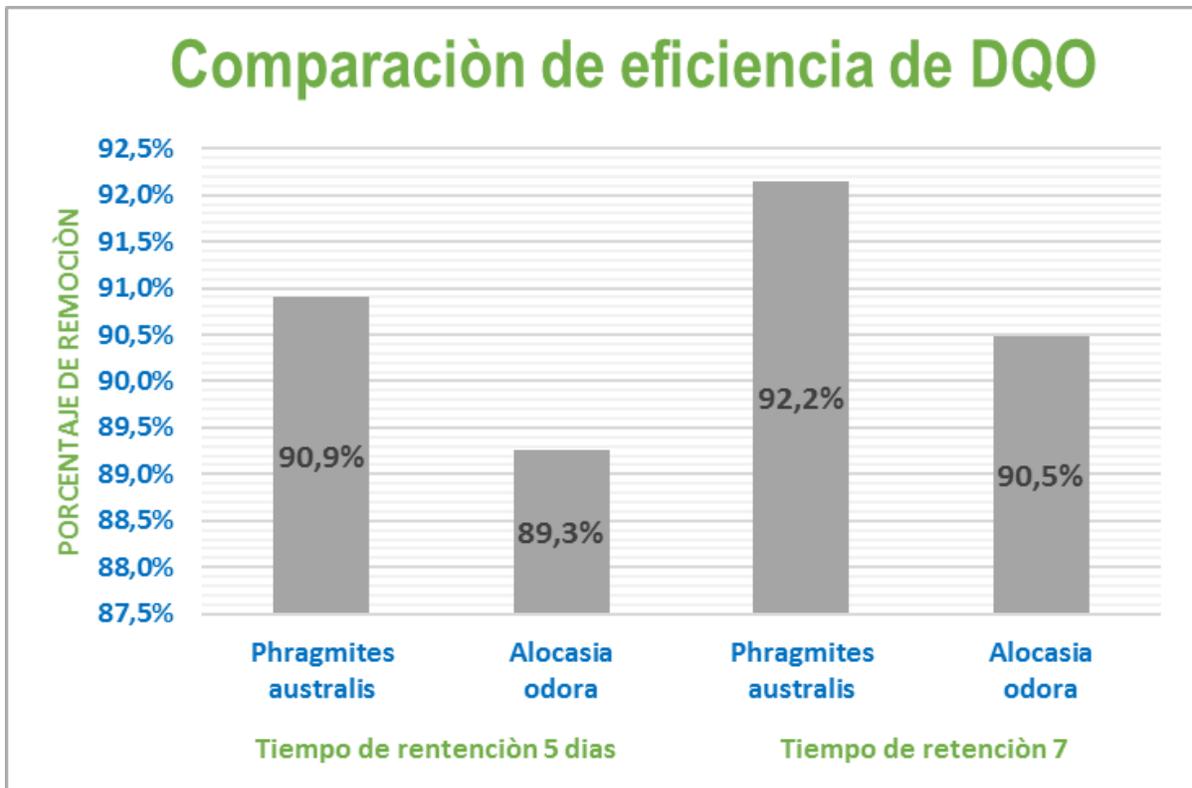


Figura 14: Eficiencia de remoción DQO

En la figura 14 se dio a conocer la eficiencia de remoción del parámetro de DQO, aplicada el tratamiento mediante humedales artificiales con las especies de *Phragmites australis* y *Alocasia odora*, con un tiempo de retención de 5 días, la eficiencia alcanzada para la especie de *Phragmites australis* resultó de 90,9%, con *Alocasia odora* 89,3%, mientras que con un tiempo de retención de 7 días la especie de *Phragmites australis* presentó una eficiencia de 92,2% y *Alocasia odora* 90,5%. Los resultados de eficiencia de mayor remoción en DQO se obtuvieron con la especie de *Phragmites australis* tanto en el tiempo de retención de 7 días.

Eficiencia de remoción de Coliformes termotolerantes

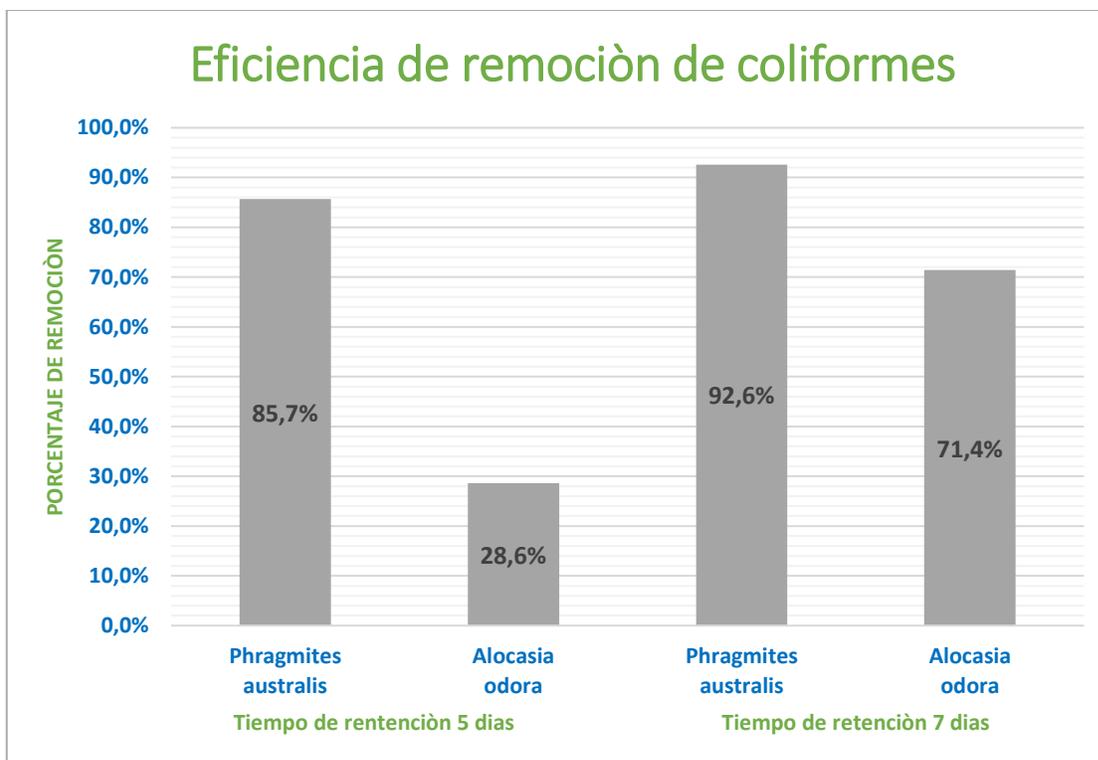


Figura 15: Eficiencia de remoción Coliformes

En la figura 15 se muestra la eficiencia de eliminación del parámetro de Coliformes termotolerantes, una vez aplicada el tratamiento mediante humedales artificiales con las especies de *Phragmites australis* y *Alocasia odora*, con un tiempo de retención de 5 días, la eficiencia alcanzada para la especie de *Phragmites australis* resultó de 85,7%, con *Alocasia odora* 28,6%, mientras que con un tiempo de retención de 7 días la especie de *Phragmites australis* presentó una eficiencia de 92,6% y *Alocasia odora* 71,4%. Los resultados de eficiencia de mayor remoción en porcentaje de Coliformes se obtuvieron con la especie de *Phragmites australis* con un tiempo de retención de 7 días.

Calidad de agua tratada

En la tabla 11 se presentan los datos adquiridos de la calidad de agua depurada con *Phragmites australis* (carrizo) mediante el humedal artificial en el día 7, la cual fue evaluada con fines de riego de las especies forestales cercanas a la PTAR del Anexo de Unión Mejorada.

Comparación con la categoría 3 de vegetales y bebida de animales.

Tabla 11. Tabla de comparación

Parámetros	Unidades	Humedal 1 <i>Phragmites australis</i>	ECA riego, no restringido	Cumple SI O NO
DBO5	mg/L	14.7	15	SI
DQO	mg/L	38	40	SI
OD	mg/L	5.82	≥4	SI
pH	1.14	6.9	6.5 – 8.5	SI
TEMPERATU RA	°C	20.68	Δ3	-
SST	mg/L	<2	-	-
TURBIDEZ	NTU	7.79	-	-

De acuerdo con la comparación realizada con la categoría 3 de riego no restringido del DECRETO SUPREMO N°004-2017- MINAM) ECA, se determina que los valores de los parámetros tanto físico como químicos alcanzados de depuración con la especie *Phragmites australis* en el día 7 de estudio se encuentran dentro de los límites por lo tanto puede ser empleado para el riego de las áreas verdes.

Crecimiento de las plantas. (Tabla 12)

Tabla 12. Crecimiento de plantas

Fecha	Altura inicial	Altura final	Altura inicial	Altura final
	<i>Phragmites australis</i>		<i>Alocasia odora</i>	
10/01/2023	80 cm	1.50 cm	40 cm	85 cm

En la tabla 12 se mostró la altura de las especies usadas en los tratamientos con humedal artificial que a un periodo de 5 días de retención la *Phragmites australis* con una altura de 80 cm, *Alocasia odora* con 40 cm de altura, después de los 7 días de retención la altura de *Phragmites australis* con 1.50 cm y *Alocasia odora* con 85 cm.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a la depuración química entre *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante), en tratamiento de aguas residuales se determinó que el valor inicial de DBO fue de 328 mg/L, DQO 484 mg/L, OD 10 mg/L y pH de 7.62, después del tratamiento de 5 días con *Phragmites australis*, estos valores se redujeron a 26.10 mg/L, 44 mg/L, 5.84 mg/L y 6.83, respectivamente, seguido del tratamiento con *Alocasia odora* estos parámetros adquirieron los siguientes valores, 36.8 mg/L, 52 mg/L, 5.89 mg/L y 7.14, respectivamente. En cuanto a la eficiencia de remoción *Phragmites australis*, tuvo los siguientes porcentajes DBO (92.4%), DQO (90.0%), OD (41.6%) y pH (10.37%), *Alocasia odora* obtuvo porcentajes de remoción de DBO (88.8%), DQO (89.3%), OD (41.1%) y pH (6.29%). Después del tratamiento de 7 días, los parámetros DBO, DQO, OD Y pH, con *Phragmites australis*, tuvieron los siguientes valores 14.7 mg/L, 38 mg/L, 5.82 mg/L y 6.9, respectivamente, seguido del tratamiento con *Alocasia odora* que tuvo 32.8 mg/L, 46 mg/L, 5.88 mg/L y 7.30, respectivamente. En cuanto a la eficiencia de remoción, *Phragmites australis* tuvo porcentajes de remoción de DBO (96%), DQO (92.4%), OD (41.8%) y pH (9.23%), seguido de *Alocasia odora* con DBO (90%), DQO (90.5), OD (41.2%) y pH (3.97%). Dado estos resultados se confirma que la mayor eficiencia de remoción en el tratamiento de 7 días realizado por la especie *Phragmitis australis*. Que al comparar con el estudio similar realizado por Castro et al. 2018 que utilizó *Alocasia macrorrhizos* (orejas de elefante) en un humedal artificial para tratar aguas residuales domésticas en Chosica, Lima el OD tuvo un valor inicial de 7.25 mg/L, DBO tuvo un valor de 41 mg/L, fosfato de 2.07mg/L, pH de 6.9 y DQO de 90.2 mg/L, después del tratamiento estos valores se redujeron a 4.11 mg/L, 15.58 mg/L, 0.05 mg/L, 6.9 y 45.1 mg/L, quedando muy por debajo de los valores establecidos por los LMP y ECA – agua. Un estudio diferente es el realizado por Cejas (2021) que realizó la implementación de Humedal Artificial De Flujo Subsuperficial Horizontal para tratamiento de aguas residuales en el distrito de Pacocha, para ello identificó

diferentes parámetros químicos tales como pH que tuvo un valor inicial de 9.85, OD de 5.52 mg/l, aceites y grasa de 4.90 mg/l, DBO de 254 mg/l, DQO de 461 mg/l, después del tratamiento los valores se redujeron a DBO (51.67 mg/), DQO (141.33 mg/l), aceites y grasas (1.3 mg/l), OD (0.30 mg/L) y pH de 7.5. Por otro lado, en la investigación de Hernández y Vargas (2021) que usaron las especies *Schoenoplectus californicus* y *Phragmites australis* en un humedal artificial subsuperficial para tratar aguas residuales en Ica, obtuvieron como resultado, en la eficiencia de remoción para la especie *Schoenoplectus californicus* (Totora) fueron los siguientes: 87.38% en DBO, 81.53% y 6.63% en el pH. Para la especie *Phragmites australis* (Carrizo) la eficiencia de remoción fueron los siguientes: 78.23% para DBO y 4.82% en el pH. En cuanto a la eficiencia de depuración física entre *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante) en el tratamiento de aguas residuales, de acuerdo al tratamiento de 5 días *Phragmites australis* obtuvo los siguientes porcentajes temperatura (6.48%), SST (98.1%), turbidez (81,9%), sin embargo, con *Alocasia odora* se obtuvo en temperatura (4.16%), SST (97%) y turbidez (71.81%). En el tratamiento de 7 días, *Phragmites australis*, obtuvo los siguientes porcentajes de remoción, temperatura (4.26%), SST (99.6%) y turbidez (88.44%), seguido del tratamiento con *Alocasia odora* se obtuvo, temperatura (2.78%), SST (96.5%) y turbidez (85.16%). Los resultados de eficiencia de mayor remoción en porcentaje se obtuvieron con la especie de *Phragmitis australis*. Una investigación diferente fue realizada por Altamirano y Peñaherrera (2022) que usaron la especie *Brachiaria brizantha* en un humedal artificial para remover parámetros fisicoquímicos de aguas grises del sector vivienda Mishquiyacu, donde obtuvo como resultado, como la temperatura se redujo de 24.74°C a 24.17°C. A comparación del estudio de Bedoya et al. (2014) que usaron un humedal artificial subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales, Colombia, donde identificó que los sólidos suspendidos totales tuvieron un valor de 10 ppm, demostrando que se lograron remociones de 95.5 % con *T. latifolia* y de 40.3 % con *C. papyrus*. Por otro lado, en la investigación Mogollón (2021) realizó un sistema multifase humedal sub superficial en el tratamiento de aguas

residuales domésticas en Morropon, Piura, donde obtuvo como resultado la eficiencia de remoción de 86.67% de turbiedad.

En cuanto a la eficiencia de depuración microbiológica entre *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante), en el tratamiento de aguas residuales, se determinó que el valor inicial de coliformes termotolerantes con 70000 NMP/100ml, en el tratamiento de 5 días con *Phragmites australis*, obtuvo un valor de 10000.0 NMP/100ml y *Alocasia odora* tuvo un valor de 50000.0 NMP/100ml. En el tratamiento de 7 días, con *Phragmites australis* se obtuvo un valor de 5200.0 NMP/100ml y *Alocasia odora* se obtuvo un valor de 20000.0 NMP/100ml. En cuanto a la eficiencia de remoción, en el tratamiento de 5 días con *Phragmites australis* se obtuvo un valor de 85.7% y *Alocasia odora* con 28.6%. Con 7 días de tratamiento, *Phragmites australis* obtuvo un valor de remoción de 92.6%, con *Alocasia odora* obtuvo 71.4%, demostrando así que la eficiencia de mayor remoción en porcentaje se obtuvo con la especie de *Phragmites australis*. Una investigación diferente fue la realizada por Núñez (2016) que realizó un Humedal Artificial de flujo subsuperficial horizontal con la especie *Cyperus Papyrus* (*Papiro*) para el tratamiento de aguas residuales, en donde obtuvo eficiencia de remoción de 100% de coliformes fecales, demostrando la eficiencia de dicha especie y en cuanto a la disminución de concentración de contaminantes. Por otro lado, en la investigación de Segura y Rocha (2019) que emplearon la especie carrizo *Phragmites Australis* para la construcción de humedales artificiales de flujo subsuperficial horizontal para ser usado en la remoción de contaminantes de lixiviados diluido con aguas residuales, donde obtuvieron como resultado la eficiencia de remoción de 39%, 85% y 99.9% para coliformes termotolerantes en los tiempos de 5, 10, 15 días respectivamente. A comparación del estudio realizado por Galeano y Albornoz (2019) que usaron, *Phragmites australis* y *Typha Dominguesnsis*, en la construcción de humedales artificiales de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales, donde se obtuvo como resultado para los coliformes totales y fecales *Phragmites karka* reporto una eficiencia del 99%, en

Escherichia coli la macrófita más eficiente fue *Phragmites australis* con 99% de remoción, al igual que para *Enterococcus faecalis*, por último, la eficiencia de *Typha Dominguesnsis* para *Salmonella* fue de 91%.

VI. CONCLUSIONES

A través de la investigación se determinó que mediante el empleo del tratamiento mediante humedales artificiales subsuperficiales de flujo vertical se logran niveles altos de remoción de contaminantes.

Mediante el estudio se demuestra que existe depuración química entre *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante), en el tratamiento de aguas residuales, donde mayor porcentaje de depuración química se alcanzó en un tiempo de retención de 7 días con la especie de *Phragmites australis* un valor de 96% DBO5 y DQO 92,2%.

Existe un alto grado de depuración de los parámetros físicos con el empleo de las especies de *Phragmites australis* (carrizo) en las aguas residuales con un tiempo de retención de 7 días con valores de STT de <2, temperatura de 20.68 °C, PH DE 6.9 y turbidez de 7.79 NTU, y *Alocasia odora* (oreja de elefante), con valores de STT de 14, temperatura de 21 °C, PH de 7.30 y turbidez de 10 NTU.

Se demostró la eficiencia de depuración microbiológica con las especies de *Phragmites australis* (carrizo) y *Alocasia odora* (oreja de elefante), resultando la especie de *Phragmites australis* con mayor eficiencia alcanzando porcentajes en un tiempo de 5 días de 85.7% y 7 días de 92.6%.

VII. RECOMENDACIONES

Implementar un sistema a mayor escala en otros centros poblados y anexos del distrito que no tenga tratamiento de sus aguas, mejorando así la calidad de la misma para el uso domésticos y agrícola.

Analizar más parámetros físicos, químicos y biológicos en comparación con el ECA para riego para así seguir enriqueciendo las investigaciones ya realizadas.

Incorporar otras especies nativas de la selva para el tratamiento de aguas residuales así aumentar la facilidad en los tratamientos ya que no requieren de muchos gastos económicos.

REFERENCIAS

- ANA. (2019). El agua en cifras. Drupal. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2023].
Disponible en: <http://www.ana.gob.pe/contenido/el-agua-en-cifras>
- ALTAMIRANO CARRASCO, Flor y PEÑAHERRERA MORA, Claudia (2022) Eficiencia de un humedal artificial en la remoción de parámetros fisicoquímicos en aguas grises, provenientes de una vivienda del sector Mishquiyacu, Carretera Nueva Vía Morales, 2021. [en línea] Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Peruana Unión [Fecha de consulta: 25 de febrero del 2023] Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12840/5393>
- ARCE CARDONA, Paul André (2018). Humedales Artificiales: Una Alternativa Para Tratamiento De Aguas De Producción. [en línea] Monografía para optar por el título de Especialista en Gestión Ambiental. Fundación Universidad de América [Fecha de consulta: 28 de enero del 2023] Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7132/1/091369-2018-I-GA.pdf>
- ARTEAGA-CORTEZ, Viviana M. et al. (2019) Estado del arte: una revisión actual a los mecanismos que realizan los humedales artificiales para la remoción de nitrógeno y fósforo. [en línea] *Tecnol. cienc. agua*, vol.10, n.5 [Fecha de consulta: 28 de enero del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-05-12>
- AZABACHE LIZA, Yrwin Francisco, REYES GONZALES, Bonelli y GUEVARA ARIAS, Jhordin (2017) Obtención de almidón de plátano (*Musa paradisiaca* modificado para el proceso de coagulación- floculación Moyobamba, 2017 [en línea] Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Sanitario. Universidad Nacional de San Martín. [Fecha de consulta: 23 de febrero del 2023] Disponible en: <http://hdl.handle.net/11458/2768>
- BEDOYA PEREZ, Juan Carlos; ARDILA ARIAS, Alba Nelly y REYES CALLE, Julina. (2014) Evaluación de un humedal artificial de flujo subsuperficial en el tratamiento de las aguas residuales generadas en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, Colombia. [en línea] *Rev. Int. Contam. Ambient*, vol.30, n.3 pp.275-283. [Fecha de consulta: 23 de enero del 2023] Disponible en:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992014000300004&lng=es&nrm=iso)

[49992014000300004&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992014000300004&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0188-4999

CASTRO SARCO, D. G., CRUZ PAREDES, Y. E., & FLOREZ MAMANI, M. E. (2018).

Tratamiento de aguas residuales domesticas mediante humedales subsuperficiales con macrófita *Alocasia macrorrhizos* (orejas de elefante) en la urbanización los tulipanes –Chosica, Lima. [en línea] Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo, 3(2), 1–11.[Fecha de consulta: 28 de enero del 2023] Disponible en: [Fehttps://doi.org/10.17162/rictd.v1i2.950

CEJAS BARJA, María (2021). Implementación Piloto De Un Humedal Artificial De Flujo

Subsuperficial Horizontal En La Universidad Nacional De Moquegua, Para El Tratamiento Del Agua Residual De La Laguna Primaria De La Planta De Tratamiento De Agua Residual – Ptar Del Distrito De Pacocha - Ilo 2017 [en línea] Tesis para optar el Título Profesional de: Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de Moquegua. [Fecha de consulta: 1 de febrero del 2023] Disponible en: <http://repositorio.unam.edu.pe/handle/UNAM/223>

CHALCO FLORES, Manuel Honorio (2016) Determinacion de la eficiencia del almidón

de papa (*solanum tuberosum*) como auxiliar de coagulación del sulfato de aluminio en la remoción de turbidez del agua del Río Caplina. [en línea] Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Químico. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna. [Fecha de consulta: 05 de febrero del 2023] Disponible en: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2463>

COGOLLO FLÓREZ, Juan Miguel (2011) Clarificación De Aguas Usando Coagulantes

Polimerizados: Caso Del Hidroxicloruro De Aluminio. [en línea] Dyna, 78(165), 18-27 [Fecha de Consulta 28 de Febrero de 2023] Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49622372002>

CHÁVEZ-VERA, Ingrid. (2017). Diseño E Implementación De Un Sistema De

Tratamiento De Aguas Residuales. [en línea] Dominio de Las Ciencias, 3(1), 536–560. [Fecha de consulta: 28 de enero del 2023] Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.1.mar>.

CHUPTAYA, G., & HUAMÁN, N. (2020). Tratamiento de aguas residuales domésticas

en un sistema Down-Flow Hanging Sponge (DHS) de tercera generación. [en línea]

- Ciencia, Tecnología y Desarrollo, 6(2), 60–69. [Fecha de consulta: 01 de febrero del 2023] Disponible en: https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/article/view/1458
- CUEVA CLEMENTE, Hugo Joel. (2014). Diseño de experimentos en la remoción de metales pesados en aguas residuales de la industria minera por procesos de coagulación con sulfato ferroso [en línea] Tesis para optar por el título profesional de Licenciado en Química. Universidad Nacional de Ingeniería. [Fecha de consulta: 26 de enero del 2023] Disponible en: <https://1library.co/document/y969pory-diseno-experimentos-remocion-metales-residuales-industria-procesos-coagulacion.html>
- DE VARGAS, Lidia (2004). Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida [en línea] Manual I: Teoría, tomo I. Organización Panamericana de la Salud. [Fecha de consulta: 01 de febrero del 2023] Disponible en: http://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual1/tomo1/ma1_tomo1_indice.pdf
- DÍAZ ACERO, Carlos Ariel (2014). Tratamiento de agua residual a través de humedales. [en línea] Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja [Fecha de consulta: 05 de febrero del 2023] Disponible en: <http://www.ustatunja.edu.co/cong/images/Articulos/TRATAMIENTO%20DE%20AGUA%20RESIDUAL%20A%20TRAVES%20DE%20HUMEDALES.pdf>
- ESPITIA, J., SALCEDO, J. Y GARCIA, C. (2016) «Functional Properties of Starch Yam (Dioscorea bulbifera, Dioscorea trifida y Dioscorea esculenta)» [en línea] *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia*, 39(1). [Fecha de consulta: 23 de febrero del 2023] Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/tecnica/article/view/21095>
- GALEANO TELLEZ, Karol y ALBORNOZ RAMIREZ, Daniel (2019) Eficiencia De Los Humedales Artificiales De Flujo Subsuperficial (Hafs) En La Remoción De Contaminantes Microbiológicos De Aguas Residuales Domésticas: Una Revisión. [en línea] Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de: Ingeniero Ambiental. Universidad El Bosque. [Fecha de consulta: 28

- de febrero del 2022] Disponible en:
https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2134/Galeano_Tellez_Karol_Melissa_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- GUTIÉRREZ LÓPEZ, Jorge Luis y BRAVO GUERRERO, Milagros María De Fátima (2016). Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas del Rio Pollo en Otuzco empleando semillas de *Caesalpinia Spinosa*(Tara). [en línea] Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de Trujillo. [Fecha de consulta: 03 de febrero del 2023] Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3053984>
- GIRON CAIRO, Miriam. (2017). Reducción de materia orgánica en aguas residuales mediante cascadas artificiales en la localidad de Viroc, Oyón 2018 [en línea] Tesis Para Obtener El Título Profesional De Ingeniera Ambiental. Universidad Cesar Vallejo. Fecha de consulta: 23 de febrero del 2023] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/36380>
- HERNÁNDEZ CAYO, José G., y VARGAS GÁLVEZ, Daniel A. (2021). Eficiencia entre *Schoenoplectus californicus* y *Phragmites australis*, mediante diseños de humedales artificiales para tratamiento de aguas residuales, AgroVictoria, Ica, 2021 [en línea] Tesis Para Obtener El Título Profesional De Ingeniero Ambiental. Universidad Cesar Vallejo. [Fecha de consulta: 23 de febrero del 2023] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/77833>
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. (2014). Metodología de la investigación. [Fecha de consulta: 18 de febrero del 2023] Disponible en: https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf
- MENA AYALA, Alejandro (2022). Eficiencia del sistema de humedales artificiales, en el tratamiento de aguas residuales domésticas [en línea] Tesis para optar por el grado academico de Doctor en Ciencias Ambientales. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [Fecha de consulta: 23 de enero del 2023] Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/18006/Mena_a

- MOGOLLON VIZUETA, Cristhian. (2021). Sistema multifase de humedal sub superficial en el tratamiento de aguas residuales domésticas. [en línea] Para optar por el grado académico de Maestro en Ciencias de Ingeniería. Universidad Nacional de Huancavelica. [Fecha de consulta: 23 de enero del 2023] Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3866>
- NÚÑEZ BURGA, Reyna. (2016). Tratamiento de aguas residuales domésticas a nivel familiar, con Humedales Artificiales de flujo subsuperficial Horizontal, mediante la especie macrófita emergente *Cyperus Papyrus* (Papiro). [en línea] Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Peruana Unión. [Fecha de consulta: 23 de enero del 2023] Disponible en: <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/555>
- PEREZ LOPEZ, María Elena. Selección de plantas acuáticas para establecer humedales en el estado de Durango. [en línea] Tesis como requisito para obtener el Grado de Doctor en Ciencia y Tecnología Ambiental. Centro de Investigación de Materiales Avanzados S.C. [Fecha de consulta: 28 de enero del 2023] Disponible en: <https://docplayer.es/60455251-Seleccion-de-plantas-acuaticas-para-establecer-humedales-en-el-estado-de-durango.html>
- PÉREZ MARTÍN, F., ARMENTEROS ORDÓÑEZ, T. de los Ángeles, & HERNÁNDEZ TOUSET, J. P. (2016). Sistema De Tratamiento Para Las Aguas Residuales En La Empresa De Aprovechamiento Hidráulico Villa Clara. [en línea] *Revista Centro Azúcar*, 43(2), 8. [Fecha de consulta: 05 de febrero del 2023] Disponible en: http://centroazucar.uclv.edu.cu/index.php/centro_azucar/article/view/142
- ORTIZ, Claudia, & FIGUEROA, Rodolfo (2009). Usos populares, tradición y aprovechamiento del carrizo: estudio de caso en la costa sur de Jalisco, México. [en línea] *Economía Sociedad y Territorio*, Vol. 9. [Fecha de consulta: 25 de febrero del 2023] Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212009000100009#:~:text=El%20objetivo%20de%20este%20estudio,campo%20mexicano%20\(Esteva%20y%20Marielle%20PEÑA%20VARÓN%20MR,%20VAN%20GINNEKEN%20M,%20MADERA%20P%20CA.\)](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212009000100009#:~:text=El%20objetivo%20de%20este%20estudio,campo%20mexicano%20(Esteva%20y%20Marielle%20PEÑA%20VARÓN%20MR,%20VAN%20GINNEKEN%20M,%20MADERA%20P%20CA.))
- PEÑA VARÓN MR, VAN GINNEKEN M, MADERA P CA. (2011) Humedales de Flujo Subsuperficial: Una Alternativa Natural para el Tratamiento de Aguas Residuales

Domésticas en Zonas Tropicales. [en línea] *inycomp* ;5(1):27-35. Disponible en: [Fecha de consulta: 23 de enero del 2023] Disponible en: https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/2302

PÉREZ, Yvelisse, GARCIA-CORTES, Daniel, & JAUREGUI-HAZA, Ulises (2022). Humedales construidos como alternativa de tratamiento de aguas residuales en zonas urbanas: una revisión. *Ecosistemas*, 31(1), 1–9. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2279>

QUEVEDO QUISPE, Ariel Winston. (2021) Diseño Y Construcción De Humedal Artificial Para La Recuperación De Aguas Residuales En La Población De Alcalá. [en línea] *Rev. Cien. Tec. In.* vol.19, n.24 pp.133-148. [Fecha de consulta: 28 de enero del 2023] Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2225-87872021000200009&lng=es&nrm=iso. ISSN

2125-8787. RUÍZ, Geovanna y NAVAS CUZME José. (2014). Utilización de biodigestores en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, en la población del biujo histórico, Samborondón. [en línea] Trabajo De Titulación Presentado Como Requisito Previo Para Optar Al Título De Químico (A) Y Farmacéutico (A). Universidad de Guayaquil [Fecha de consulta: 28 de enero del 2023] Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8054>

SÁNCHEZ ARAUJO , V. G., PALOMINO PASTRANA , P. A., & MALPARTIDA YAPIAS , R. J. (2021). Eficiencia de humedales artificiales de totora y berros sobre efluentes de granja porcícola, Perú. [en línea] *Revista Alfa*, 5(14), 192–203. [Fecha de consulta: 23 de enero del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.110>

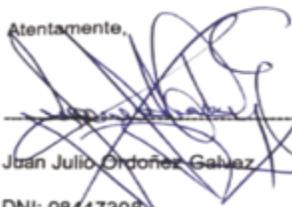
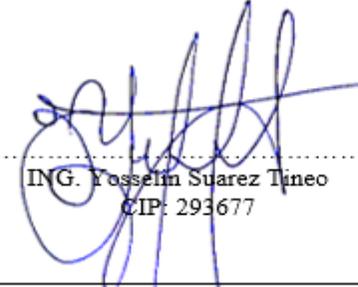
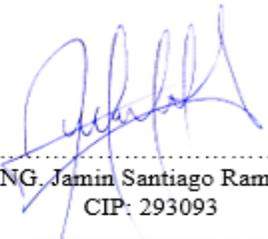
SEGURA DELGADO, Paul, & ROCHA VERA, Wilber (2019). Eficiencia de remoción de contaminantes de lixiviados generados en un relleno sanitario mediante un biodigestor y humedales artificiales de flujo subsuperficial a través de la especie macrofita carrizo. [en línea] Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Peruana Unión. [Fecha de consulta: 28 de enero del 2023] Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12840/1942>

- TAM, J., G. Vera. y R. Oliveros (2008). Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. [en línea] Pensamiento y Acción 5: 145-154. [Fecha de consulta: 15 de enero del 2023] Disponible en: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj_modela_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf
- UMASI OLARTE, Elizabeth (2019) Evaluación de la eficiencia de humedales artificiales de flujo subsuperficial y flujo superficial con dos especies fitodepuradoras para la remoción de material orgánica de las aguas residuales domésticas - Juliaca, 2018. [en línea] Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Peruana Unión. [Fecha de consulta: 23 de enero del 2023] Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12840/5142>
- URBINA SALAZAR, Jairo. (2021). Influencia del tiempo de retención sobre la remoción de materia orgánica en un humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales municipales del distrito de Pedro Gálvez-Cajamarca 2020. [en línea] Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. [Fecha de consulta: 23 de enero del 2023] Disponible en: <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/2051>

ANEXOS

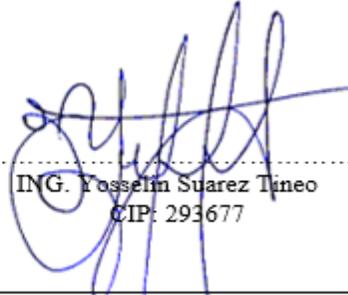
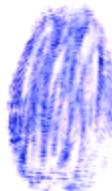
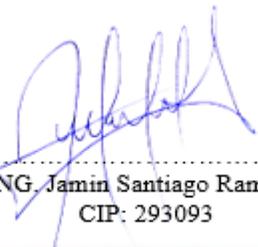
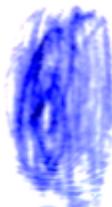
Anexo 1: Instrumentos de Caracterización inicial del agua residual doméstica

		Ficha 01: CARACTERIZACIÓN INICIAL DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA						
Título		"Eficiencia de remoción de contaminantes de agua residual mediante la implementación de un humedal artificial con las especies de <i>Phragmites australis</i> y <i>Alocasia odora</i> , en el anexo de Unión Mejorada 2023"						
Línea de investigación		Calidad y Gestión de recursos naturales						
Facultad		Ingeniería Ambiental						
Responsable		DIANA CAROLINA BEDRINANA ESPINO ORCID:0000 0002 28376363						
Asesor		Ing. JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO						
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS y MICROBIOLÓGICO								
N° de muestra	Temperatura	Turbidez	Ph	Oxígeno disuelto	Sólidos totales suspendidos (STS)	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Coliformes fecales

<p>Atentamente,</p>  <p>Juan Julio Ordoñez Galvez DNI: 08447308</p>	 <p>ING. Yosselin Suarez Tineo CIP: 293677</p>	 <p>ING. Jamin Santiago Ramirez CIP: 293093</p>
--	--	--

Anexo 2: Instrumentos de depuración de agua residual

		<p>FICHA: INSTRUMENTOS DE RESULTADOS DE LA DEPURACIÓN DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA</p>						
Título		"Eficiencia de remoción de contaminantes de agua residual mediante la implementación de un humedal artificial con las especies de <i>Phragmites australis</i> y <i>Alocases odora</i> , en el anexo de Unión Mejorada 2023						
Línea de investigación		Calidad y Gestión de recursos naturales						
Facultad		Ingeniería Ambiental						
Responsable		DIANA CAROLINA BEDRIÑANA ESPINO ORCID:0000 0002 28376363						
Asesor		Ing. JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO						
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS y MICROBIOLÓGICO								
N° de muestra	Temperatura	Turbidez	Ph	Oxígeno disuelto	Sólidos totales suspendidos (STS)	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	Coliformes fecales

<p>Atentamente,</p>  <p>Juan Julio Ordoñez Galvez DNI: 08447308</p> 	 <p>ING. Yosselin Suarez Tineo CIP: 293677</p> 	 <p>ING. Jamin Santiago Ramirez CIP: 293093</p> 
---	---	---

Anexo 3: Matriz de operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN DEL CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Independiente: Humedal artificial	Son sistemas de ingeniería que aprovechan recursos de la naturaleza para limpiar residuos del agua. Básicamente, consisten en un terreno sobre el cual se coloca un material impermeable para evitar que el líquido se filtre en el subsuelo (Arce, 2018).	Se construyó el humedal artificial con la finalidad de la remoción de los contaminantes del agua residuos.	Diseño del humedal	<ul style="list-style-type: none"> • Grava media • Arena gruesa • Grava fina • Pendiente 1% 	Nominal
					Nominal
Dependiente: Eficiencia en la remoción de aguas residuales	Es la relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el efluente para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico, normalmente se expresa en porcentaje. Efluente final: líquido que sale de una planta de tratamiento de aguas residuales (Bedoya et al. 2014).	Es la eficiencia de las especies vegetales <i>Phragmites australis</i> (carrizo) y <i>Alocasia odora</i> (oreja de elefante), en disminuir las concentraciones de los contaminantes químicos, físicos y químicos.	Depuración química	<ul style="list-style-type: none"> • pH • OD • DBO • DQO 	Nominal
			Depuración física	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Turbidez • SST 	Nominal
			Depuración Biológica	<ul style="list-style-type: none"> • Coliformes termotolerantes 	

Anexo 4: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES INDICADORES	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
¿Cuál será el nivel de eficiencia entre <i>Phragmites australis</i> (carriso) y <i>Alocasia odora</i> (oreja de elefante) en humedales artificiales de tipo subsuperficial de flujo vertical para el tratamiento de aguas residuales domésticas, en el Anexo de Unión Mejorada, 2022?	Determinar entre el <i>Phragmites australis</i> (carriso) y <i>Alocasia odora</i> (oreja de elefante) nivel de depuración de los contaminantes de las aguas residuales, empleando humedales artificiales de tipo subsuperficial de flujo vertical, en el Anexo de Unión Mejorada, 2023.	Los humedales artificiales con <i>Phragmites australis</i> (carriso) y <i>Alocasia odora</i> (oreja de elefante), serán eficientes en la depuración de las aguas residuales, Anexo Unión Mejorada, 2023.	Variable dependiente: Aguas residuales	Dimensión: Tratamiento de agua INDICADORES: Alta carga orgánica en el agua Existencia de turbidez en el agua Presencia de malos olores; heces INDICES: valores por encima de los LMP DBO >100 mg/L Evidencia de sólidos totales en suspensión >150 mL/L Presencia de coliformes Termotolerantes <10,000 NMP/100mL	Análisis de evaluación -Observación -Documentos normativos -Cuaderno de campo.
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Especificas:			

<p>¿Cuál será la eficiencia de depuración química entre <i>Phragmites australis</i> (carriso) y <i>Alocasia odora</i> (oreja de elefante), mediante diseños de humedales artificiales de tipo subsuperficial de flujo vertical para tratamiento de aguas residuales, Anexo Unión Mejorada?</p>	<p>Identificar la eficiencia de depuración química entre <i>Phragmites australis</i> (carriso) y <i>Alocasia odora</i> (oreja de elefante), en tratamiento de aguas residuales, Anexo Unión Mejorada, 2022.</p>	<p>La aplicación de <i>Phragmites australis</i> (carriso) y <i>Alocasia odora</i> (oreja de elefante) en humedales artificiales será eficiente en la depuración química del agua residual.</p>	<p>Variable independiente: Humedal artificial</p>	<p>Dimensión: Tecnología ecoeficiente INDICADORES: Disminución de carga orgánica en el agua Reducción de turbidez en el agua Ausencia de malos olores; heces INDICES: Valores por debajo de los LMP DBO <100 mg/L Menor presencia de sólidos totales en suspensión <150 mL/L Disminución de coliformes Termotolerantes <10,000 NMP/100mL</p>	<p>c</p>
<p>¿Cuál será la eficiencia de depuración física entre <i>Phragmites australis</i> (carriso) y <i>Alocasia odora</i> (oreja de elefante), mediante diseños de humedales artificiales para tratamiento de aguas residuales, Anexo Unión Mejorada?</p>	<p>Analizar la eficiencia de depuración física entre <i>Phragmites australis</i> (carriso) y <i>Alocasia odora</i> (oreja de elefante) en el tratamiento de aguas residuales, Anexo Unión Mejorada, 2023.</p>	<p>Emplear <i>Phragmites australis</i> (carriso) y <i>Alocasia odora</i> (oreja de elefante) en humedales artificiales resultará eficiente en la depuración física del agua residual.</p>			

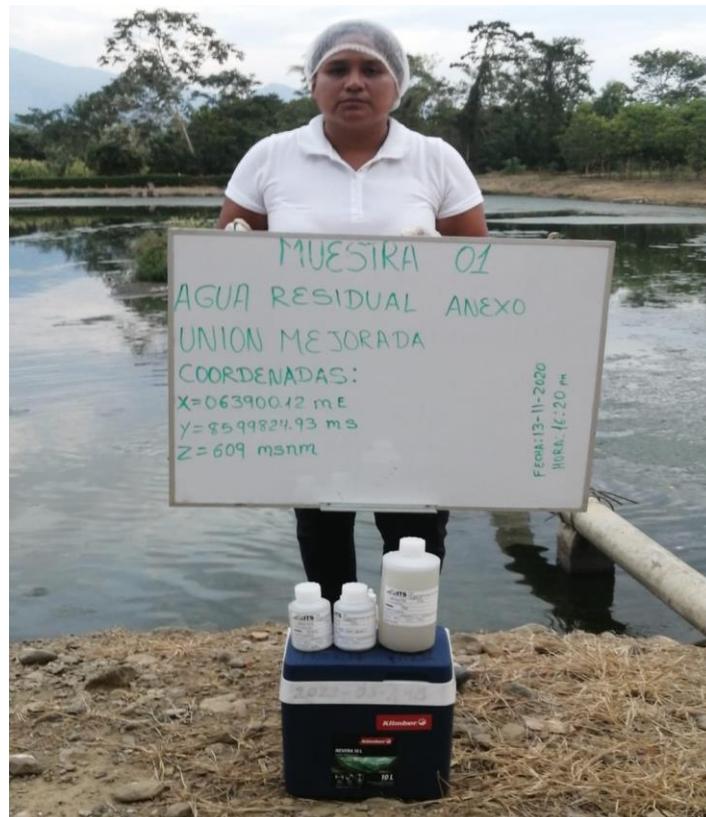


<p>¿De qué manera la aplicación de humedales artificiales usando Phragmites australis (carriso) y Alocasia odora (oreja de elefante), influirá microbiológicamente en el tratamiento de aguas residuales, Anexo Unión Mejorada?</p>	<p>Evaluar la eficiencia de depuración microbiológica entre Phragmites australis (carriso) y Alocasia odora (oreja de elefante), en el tratamiento de aguas residuales, Anexo Unión Mejorada, 2023.</p>	<p>La utilización de Phragmites australis (carriso) y Alocasia odora (oreja de elefante) en humedales artificiales será eficiente en la depuración microbiológica del agua residual.</p>			
---	---	--	--	--	--

Anexo 5: Fotografías de la investigación



Anexo 6: Construcción del humedal artificial



Anexo 7: Monitoreo del efluente de la laguna de oxidación



Anexo 8: Monitoreo del sistema de funcionamiento de los humedales



Anexo 9: Validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Suarez Tineo Yosselin
 Cargo o institución donde labora: Municipalidad Distrital de Chungui
 Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de recursos naturales
 Autor (s) del instrumento (s): Diana Carolina Bedriña Espino

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable						Mínimamente aceptable			Aceptable			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.												X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.												X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental												X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.												X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.												X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.												X	
CONSISTENCIA	La información que se recoge a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.												X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental												X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.												X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.												X	
PUNTAJE TOTAL														

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

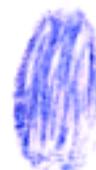
PROMEDIO DE VALOR

95%

Atentamente;



Ing. Yosselin Suarez Tineo
 CIP: 293677



Lima, enero de 2023

Anexo 10: Validación de instrumentos

II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Ordoñez Gálvez, Juan Julio
 Cargo o institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
 Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de recursos naturales
 Autor (s) del instrumento (s): Diana Carolina Bedriñaña Espino

III. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable						Mínimamente aceptable			Aceptable			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.												X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.												X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental.												X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.												X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.												X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.												X	
CONSISTENCIA	La información que se recoge a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.												X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental.												X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.												X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.												X	
PUNTAJE TOTAL														

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALOR

95%

Atentamente;

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 08447308

Lima, enero de 2023

Anexo 11 Validación de instrumentos

III. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Ramírez Santiago Jamin
 Cargo o institución donde labora: Municipalidad Distrital de Chungui
 Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de recursos naturales
 Autor (s) del instrumento (s): Diana Carolina Bedriñaña Espino

IV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable						Mínimamente aceptable			Aceptable			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.													X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.													X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental													X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.													X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.													X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.													X
CONSISTENCIA	La información que se recoge a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.													X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental													X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.													X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.													X
PUNTAJE TOTAL														

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALOR

95%

Atentamente;

Ing. Jamin Santiago Ramirez
 CIP: 293093



Lima, enero de 2023

ANEXO 12. Resultados de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 120



INFORME DE ENSAYO 132122040

Registro N°LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 08220123
N° de Protocolo : 132122040
Cliente : **DIANA CAROLINA BEDRIÑANA ESPINO**
Dirección legal del cliente : Jr. 2 de Mayo S/N Santa Rosa - La Mar Ayacucho
Muestra(s) declarada(s) : Agua residual
Procedencia de la Muestra : Muestreado por el Área de Operaciones de ITS del Perú S.A.C.
Nombre del proyecto: Eficiencia de remoción de contaminantes de agua residual mediante la implementación de un humedal artificial con las especies de *Phragmites australis* y *Alocasia odora*, en el anexo de Unión Mejorada 2023
Lugar del proyecto: Santa Rosa - La Mar - Ayacucho
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 frasco de plástico estéril de 250mL
 01 frasco de plástico de primer uso de 500mL
 01 frasco de plástico de primer uso de 1000mL por muestra
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 11-17040
Fecha de recepción de muestra(s) : 2022-11-17
Fecha de Inicio del Análisis : 2022-11-17
Fecha de Emisión de Informe : 2022-11-25

Código de Laboratorio		11-17040	
Código de Punto de Muestreo		Muestra - 01	
Descripción del Punto de Muestreo		Anexo Unión Mejorada	
Fecha Inicial / Hora de Muestreo		16-11-2022 16:30 Hrs	
Fecha Final / Hora de Muestreo		16-11-2022 17:30 Hrs	
Tipo de Muestra		Agua residual doméstica	
Coordenadas del Punto de Muestreo		E 0629308 N 8599355 621 m.s.n.m.	
Parametros microbiológicos			
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados	
Coliformes Fecales**	NMP/100mL	70000.0	
Parametros fisicoquímicos			
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.)	mg/L	6.0	484
Sólidos Totales Suspendidos (TSS)	mg/L	3	402

Observaciones:

(**) Equivale a Coliformes termotolerantes.

1

de 2

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
 Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe



ANEXO 13: Caracterización inicial del agua residual



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 120



INFORME DE ENSAYO 132122040

Registro N°LE - 120

FR 044

Continuación...

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
Demanda química de oxígeno (D.Q.O.)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand. Closed Reflux, Colorimetric Method.
Sólidos totales en suspensión (TSS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103°C - 105°C.

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438

Supervisor de Laboratorio de Química

Fin de documento

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Destina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO N° 220145 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : DIANA CAROLINA BEDRIÑANA ESPINO
Dirección : NO INDICA
Solicitado Por : Diana Carolina Bedriñana Espino
Referencia : Orden de Servicio 22-OS-11-062
Proyecto : Eficiencia de remoción de contaminantes de agua residual mediante la implementación de un humedal artificial con las especies de *Phragmites australis* y *Alocasia odora*, en el anexo de Unión Mejorada 2023.
Procedencia : Santa Rosa - La Mar - Ayacucho
Cantidad de Muestra : 1
Presentación de las Muestras : Agua Residual
Muestreo Realizado Por : CORLAN S.A.C.
Producto : Agua Residual Doméstica
Fecha de Recepción : 30/11/2022
Fecha de Ensayo : 30/11/2022 - 12/12/2022
Fecha de Emisión de Informe : 13/12/2022
Orden de Servicio : 22-OS-11-062

I. Resultados

Código de Laboratorio		220145-01		
Código de Cliente		Muestra-01		
Fecha de Muestreo		16/11/2022		
Hora de Muestreo (h)		16:30		
Ubicación Geográfica (WGS 84)		N: 8 599 355 E: 0 639 308		
Descripción de la Estación de Muestreo		Anexo Unión Mejorada		
Tipo de Producto		Agua residual doméstica		
Tipo Ensayo	Unidad	L. D. M.	L. C. M.	Resultados
Temperatura	°C	0,01	0,03	21,6
pH	Unid. pH	0,01	0,10	7,602
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	0,10	5,84

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "—" = No Analizado, "C" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado.
 ">" = Mayor al rango lineal permitido por la técnica analítica.

INFORME DE ENSAYO N° 220145 CON VALOR OFICIAL

II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Temperatura	SM 2550 B, 23 RD. Edition / 2017	Temperature. Laboratory and Field Methods
Ph	SM 4500-HB, 23 RD. Edition / 2017	pH Value. Electrometric Method
Oxígeno Disuelto	SM 4500-O G, 23 RD. Edition / 2017	Oxygen Dissolved. Membrane Electrode Method.

SIGLAS: "SM": Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 22nd Ed. 2012

III. Observación

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones.
 Para el presente Informe se utilizó el siguiente procedimiento de monitoreo PQ-OPE-05.

VI. Control de Calidad

Tipo Ensayo	Temperatura	pH	Oxígeno Disuelto
Unidad	°C	Unid. pH	mg/L
Lim. de Cuant. del Método (L.C.M)	0,03	0,10	0,10
Blanco de Método (Bk-M)	///	///	///
Concentración del Bk-M	///	///	///
Muestra Control (MC)	///	7,00	///
Conc. de la MC (Referencial)	///	100,14%	///
Recuperación de la MC	///	///	///
Muestra Fortificada (MF)	///	///	///
Conc. de la MF (Referencial)	///	///	///
Código de Laboratorio de la MF	///	///	///
Recuperación de la MF	///	///	///
Muestra Duplicada Fortificada (MD)	///	///	///
Código de Laboratorio de la MDF	///	///	///
Rango de la MDF	///	///	///
Muestra Duplicado (MD)	///	///	///
Código de Laboratorio de la MD	220145-02-Dup	220145-02-Dup	220145-02-Dup
Rango de la MD	0,01	0,10	0,17%
Criterio de Aceptación y Rechazo			
Blanco de Método (Bk-M)	///	///	///
Muestra Control (MC)	///	96,57 - 101,4 %	///
Muestra Fortificada (MF)	///	///	///
Muestra Duplicada Fortificada (MDF)	///	///	///
Muestra Duplicado (MD)	≤0.5	≤0.1	≤5%

Legenda: L.C.M. = Limite de cuantificación del método, "///"=No Aplica.



Alfonso Javier Vilca Montalvo
 C.Q.P. N° 587
 Gerente de Calidad

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.
 Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.
 El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.
 El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.
 Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de CORLAN S.A.C.

** FIN DEL INFORME **



INFORME DE ENSAYO NO ACREDITADO N° 220148

Nombre del Cliente : DIANA CAROLINA BEDRIÑANA ESPINO
Dirección : NO INDICA
Solicitado Por : Diana Carolina Bedriñana Espino
Referencia : Orden de Servicio 22-OS-11-062
Proyecto : Eficiencia de remoción de contaminantes de agua residual mediante la implementación de un humedal artificial con las especies de *Phragmites australis* y *Alocasia odora*, en el anexo de Unión Mejorada 2023.
Procedencia : Santa Rosa - La Mar - Ayacucho
Cantidad de Muestra : 1
Presentación de las Muestras : Agua Residual
Muestreo Realizado Por : CORLAN S.A.C.
Producto : Agua Residual Domestica
Fecha de Recepción : 30/11/2022
Fecha de Ensayo : 30/11/2022 - 01/12/2022
Fecha de Emisión de Informe : 1/12/2022
Orden de Servicio : 22-OS-11-062

I. Resultados

Código de Laboratorio	220148-01			
Código de Cliente	Muestra-01			
Fecha de Muestreo	29/11/2022			
Hora de Muestreo (h)	16:30			
Ubicación Geográfica (WGS 84)	N: 8 599 355 E: 0 839 308			
Descripción de la Estación de Muestreo	Anexo Union Mejorada			
Tipo de Producto	Agua residual doméstica			
Tipo Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados
Turbiedad	NTU	0,10	0,25	67,4
DBO ₅	mg/L	0,5	2,0	328

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "—" = No Analizado, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, ">" = Mayor al rango lineal permitido por la técnica analítica.



INFORME DE ENSAYO NO ACREDITADO N° 220148

II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Turbiedad	SM 2130 B, 23 RD. Edition / 2017	Nephelometric Method
DBO ₅	SM 5210 B, 23 RD. Edition / 2017	Biochemical Oxygen Demand

SIGLAS: "SM": Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 2nd Ed. 2012.

III. Observación

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones.
Para el presente Informe se utilizó el siguiente procedimiento de monitoreo PQ-OPE-05.

VI. Control de Calidad

Tipo Ensayo	Turbiedad	DBO ₅
Unidad	NTU	mg/L
Lim. de Cuant. del Método (L.C.M)	0,25	2,0
Blanco de Método (Bk-M)	///	///
Concentración del Bk-M	///	///
Muestra Control (MC)	///	7,00
Recuperación de la MC	///	100,14%
Muestra Fortificada (MF)	///	///
Conc. de la MF (Referencial)	///	///
Código de Laboratorio de la MF	///	///
Recuperación de la MF	///	///
Muestra Duplicada Fortificada (MD)	///	///
Código de Laboratorio de la MDF	///	///
Rango de la MDF	///	///
Muestra Duplicado (MD)	///	///
Código de Laboratorio de la MD	220148-02-Dup	220148-02-DUP
Rango de la MD	0,06%	31,9
Criterio de Aceptación y Rechazo	///	///
Blanco de Método (Bk-M)	///	///
Muestra Control (MC)	///	///
Muestra Fortificada (MF)	///	///
Muestra Duplicada Fortificada (MDF)	///	///
Muestra Duplicado (MD)	<LCM	<LCM

Legenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, "///"=No Aplica



Alfonso Javier Vica Montalvo
C.Q.P. N° 567
Gerente de Calidad

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.
Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.
El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.
El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.
Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de CORLAN S.A.C.

** FIN DEL INFORME **

Anexo 14: Resultados en un tiempo de retención de 5 días



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 120



INFORME DE ENSAYO 132122040

Registro N°LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : 08220123
N° de Protocolo : 132122040
Cliente : **DIANA CAROLINA BEDRIÑANA ESPINO**
Dirección legal del cliente : Jr. 2 de Mayo S/N Santa Rosa - La Mar Ayacucho
Muestra(s) declarada(s) : Agua residual
Procedencia de la Muestra : Muestreado por el Área de Operaciones de ITS del Perú S.A.C.
Nombre del proyecto: Eficiencia de remoción de contaminantes de agua residual mediante la implementación de un humedal artificial con las especies de *Phragmites australis* y *Alocasia odora* , en el anexo de Unión Mejorada 2023
Lugar del proyecto: Santa Rosa - La Mar - Ayacucho
Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 01 frasco de plástico estéril de 250mL
 01 frasco de plástico de primer uso de 500mL
 01 frasco de plástico de primer uso de 1000mL por muestra
Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 11-17040
Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-01-16
Fecha de Inicio del Análisis : 2023-01-17
Fecha de Emisión de Informe : 2023-01-27

Código de Laboratorio		11-17040	
Código de Punto de Muestreo		Muestra - 01	
Descripción del Punto de Muestreo		Anexo Unión Mejorada	
Fecha Inicial / Hora de Muestreo		15-01-2023 16:30 Hrs	
Fecha Final / Hora de Muestreo		15-01-2023 17:30 Hrs	
Tipo de Muestra		Agua residual doméstica	
Coordenadas del Punto de Muestreo		E 0629308 N 8599355 621 m.s.n.m.	
Parametros microbiológicos			
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados	
Coliformes Fecales**	NMP/100mL	10000.0	
Parametros fisicoquímicos			
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.)	mg/L	6.0	44
Sólidos Totales Suspendidos (TSS)	mg/L	3	7.79

Observaciones:

(**) Equivale a Coliformes termotolerantes.

1 de 2

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producción o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 13/01/2023

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

Anexo 15: Resultados en un tiempo de retención de 5 días



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 120



INFORME DE ENSAYO 132122040

Registro N°LE - 120

FR 044

Continuación...

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Coliformos Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
Demanda química de oxígeno (D.Q.O.)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand. Closed Reflux, Colorimetric Method.
Sólidos totales en suspensión (TSS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103°C - 105°C.

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



Quim. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438

Supervisor de Laboratorio de Química

Fin de documento

2 de 2

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 13/01/2023

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

Anexo 16: Resultados en un tiempo de retención de 5 días muestra 2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 120



Registro N° LE - 120

INFORME DE ENSAYO 100223003

FR 044

N° de Orden de Servicio	:	08220123
N° de Protocolo	:	100223003
Cliente	:	DIANA CAROLINA BEDRIÑANA ESPINOZA
Dirección legal del cliente	:	Jr. 2 de mayo S/N Santa Rosa - La Mar - Ayacucho
Muestra(s) declarada(s)	:	Agua residual
Procedencia de la Muestra	:	Muestreado por el Área de Operaciones de ITS del Perú S.A.C. Nombre del proyecto: Eficiencia de remoción de contaminantes de agua residual mediante la implementación de un humedal artificial con las especies de <i>Phragmites australis</i> y <i>Alocasia odora</i> en el anexo de Unión Mejorada 2023 Lugar del proyecto: Av. Luisiana s/n Santa ROSa - La Mar - Ayacucho
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	:	01 muestra
Forma de Presentación	:	01 frasco de plástico estéril de 250mL 01 frasco de plástico de primer uso de 500mL 01 frasco de plástico de primer uso de 1000mL por muestra
Identificación de la Muestra	:	Código de laboratorio 01-02003
Fecha de recepción de muestra(s)	:	2023-01-16
Fecha de Inicio del Análisis	:	2023-01-17
Fecha de Emisión de Informe	:	2023-01-27

Código de Laboratorio	01-02003		
Código de Punto de Muestreo	Muestra - 02		
Descripción del Punto de Muestreo	Anexo de Unión mejorada <i>Alocasia odora</i>		
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	15-01-2023 15:10 Hrs		
Fecha Final / Hora de Muestreo	15-01-2023 15:40 Hrs		
Tipo de Muestra	Agua residual doméstica		
Coordenadas del Punto de Muestreo	E 0639308 N 8599355 621 m.s.n.m.		
Parametros microbiológicos			
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados	
Coliformes Fecales**	NMP/100mL	50000.0	
Parametros fisicoquímicos			
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados
Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.)	mgL	6.0	52
Sólidos Totales Suspendidos (TSS)	mgL	3	12

Observaciones:

(**) Equivale a Coliformes termotolerantes.

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

INFORME DE ENSAYO 100223003

FR 044

Continuación...

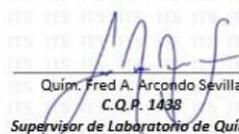
Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
Demanda química de oxígeno (D.Q.O.)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand. Closed Reflux, Colorimetric Method.
Sólidos totales en suspensión (TSS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103°C - 105°C.

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



Fin de documento


 Quím. Fred A. Arcondo Sevilla
 C.Q.P. 1438
 Supervisor de Laboratorio de Química

2 de 2

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Anexo 17: Resultados en un tiempo de retención de 7 días



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 120



INFORME DE ENSAYO 100323006

Registro N°LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio	: 05220141C
N° de Protocolo	: 100323006
Ciente	: DIANA CAROLINA BEDRIÑANA ESPINOZA
Dirección legal del cliente	: Jr. 2 de mayo S/N Santa Rosa - La Mar - Ayacucho
Muestra(s) declarada(s)	: Agua residual
Procedencia de la Muestra	: Muestreado por el Área de Operaciones de ITS del Perú S.A.C. Nombre del proyecto: Eficiencia de remoción de contaminantes de agua residual mediante la implementación de un humedal artificial con las especies de <i>Phragmites australis</i> y <i>Alocasia odora</i> en el anexo de Unión Mejorada 2023 Lugar del proyecto: Av. Luisiana s/n Santa ROSa - La Mar - Ayacucho
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	: 02 muestras
Forma de Presentación	: 01 frasco de plástico estéril de 250mL 03 frascos de plástico de primer uso de 500mL 03 frascos de plástico de primer uso de 1000mL
Identificación de la Muestra	: Código de laboratorio del 01-03006.01 al 01-03006.02
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2023-01-21
Fecha de Inicio del Análisis	: 2023-01-21
Fecha de Emisión de Informe	: 2023-01-31

Código de Laboratorio	01-03006.01	01-03006.02		
Código de Punto de Muestreo	Muestra - 01	Muestra - 02		
Descripción del Punto de Muestreo	Anexo de Unión mejorada <i>Phragmites australis</i>	Anexo de Unión mejorada <i>Alocasia odora</i>		
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	20-01-2023 14:30 Hrs	20-01-2023 15:10 Hrs		
Fecha Final / Hora de Muestreo	20-01-2023 15:00 Hrs	20-01-2023 15:40 Hrs		
Tipo de Muestra	Agua residual doméstica	Agua residual doméstica		
Coordenadas del Punto de Muestreo	E 0639308 N 8599355 621 m.s.n.m.	E 0639308 N 8599355 621 m.s.n.m.		
Parametros microbiológicos				
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados	Resultados	
Coliformes Fecales**	NMP/100mL	5200.0	20000.0	
Parametros fisicoquímicos				
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados
Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.)	mg/L	6.0	38	46
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	2.0	14.7	32.8
Sólidos Totales Suspendedos (TSS)	mg/L	3	<2	14
Turbiedad	NTU	0.3	7.79	10

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

INFORME DE ENSAYO 100323006

FR 044

Continuación...

Observaciones:

(**) Equivale a Coliformes termotolerantes.

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
Demanda química de oxígeno (D.Q.O.)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand. Closed Reflux, Colorimetric Method.
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
Sólidos totales en suspensión (TSS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103°C - 105°C.
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Turbidity, Nephelometric Method

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



Fin de documento

Quim. Fred A. Arcondo Sevilla
C.Q.P. 1438
Supervisor de Laboratorio de Química

2 de 2

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfonos (01) 4680802 - 934169393 / 999378162 - itsperu@itsperu.com.pe - www.itsperu.com.pe

INFORME DE ENSAYO N° 230014 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : **DIANA CAROLINA BEDRIÑANA ESPINO**
 Dirección : Santa Rosa
 Solicitado Por : Diana Carolina Bedriñana Espino
 Referencia : Orden de Servicio 22-OS-12-100
 Proyecto : Eficiencia de remoción de contaminantes de agua residual mediante la implementación de un humedal artificial con las especies de *Phragmites australis* y *Alocasia odora*, en el anexo de Unión Mejorada 2023.
 Procedencia : Santa Rosa - La Mar - Ayacucho
 Cantidad de Muestra : 2
 Presentación de las Muestras : Agua Residual
 Muestreo Realizado Por : CORLAN S.A.C.
 Producto : Agua Residual Domestica
 Fecha de Recepción : 21/01/2023
 Fecha de Ensayo : 21/01/2023
 Fecha de Emisión de Informe : 31/01/2023
 Orden de Servicio : 22-OS-12-100

I. Resultados

Código de Laboratorio	230014-01	230014-02
Código de Cliente	Muestra-01	Muestra-02
Fecha de Muestreo	20/01/2023	20/01/2023
Hora de Muestreo (h)	15:00	15:40
Ubicación Geográfica (WGS 84)	N: 8 599 355 E: 0 639 308	N: 8 599 355 E: 0 639 309
Descripción de la Estación de Muestreo	Anexo Union Mejorada Phragmites australis	Anexo Union Mejorada Alocasia odora
Tipo de Producto	Agua residual doméstica	Agua residual doméstica

Tipo Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados	Resultados
Temperatura	°C	0,01	0,03	20,68	21
pH	Unid. pH	0,01	0,10	6,9	7,30
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,01	0,10	5,82	5,88

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "—" = No Analizado, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado.
 ">" = Mayor al rango lineal permitido por la técnica analítica.

INFORME DE ENSAYO N° 230014 CON VALOR OFICIAL

II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Temperatura	SM 2550 B, 23 RD. Edition / 2017	Temperature. Laboratory and Field Methods
Ph	SM 4500-HB, 23 RD. Edition / 2017	pH Value. Electrometric Method
Oxígeno Disuelto	SM 4500-O G, 23 RD. Edition / 2017	Oxygen Dissolved. Membrane Electrode Method.

SIGLAS: *SM*: Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 22nd Ed. 2012

III. Observación

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones.

Para el presente Informe se utilizó el siguiente procedimiento de monitoreo PQ-OPE-05.

VI. Control de Calidad

Tipo Ensayo	Temperatura	pH	Oxígeno Disuelto
Unidad	: °C	Unid. pH	mg/L
Lim. de Cuant. del Método (L.C.M)	: 0,03	0,10	0,10
Blanco de Método (Bk-M)			
Concentración del Bk-M	: ///	///	///
Muestra Control (MC)			
Conc. de la MC (Referencial)	: ///	7,00	///
Recuperación de la MC	: ///	100,14%	///
Muestra Fortificada (MF)			
Conc. de la MF (Referencial)	: ///	///	///
Código de Laboratorio de la MF	: ///	///	///
Recuperación de la MF	: ///	///	///
Muestra Duplicada Fortificada (MD)			
Código de Laboratorio de la MDF	: ///	///	///
Rango de la MDF	: ///	///	///
Muestra Duplicado (MD)			
Código de Laboratorio de la MD	: 230014-03-Dup	230014-03-Dup	230014-03-Dup
Rango de la MD	: 0,01	0,10	0,18%
Aceptación y Rechazo			
Blanco de Método (Bk-M)	: ///	///	///
Muestra Control (MC)	: ///	98,57 - 101,4 %	///
Muestra Fortificada (MF)	: ///	///	///
Muestra Duplicada Fortificada (MDF)	: ///	///	///
Muestra Duplicado (MD)	: ≤0,5	≤0,1	≤5%

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método. ///=No Aplica.



Alfonso Javier Vilca Montalvo
 C.Q.P. N° 587
 Gerente de Calidad

Alfonso Javier Vilca Montalvo
 C.Q.P. N° 587
 Gerente de Calidad



CORLAN
 Corporación de Laboratorios Analíticos S.A.C.

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.

Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.

El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.

Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de CORLAN S.A.C.

** FIN DEL INFORME **



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Eficiencia en la remoción de los contaminantes de aguas residuales de un humedal artificial con Phragmites australis y Alocasia odora, anexo de Unión Mejorada Ayacucho 2023", cuyo autor es BEDRIÑANA ESPINO DIANA CAROLINA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, 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 Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 08 de Marzo del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO DNI: 01066653 ORCID: 0000-0003-3536-881X	Firmado electrónicamente por: JJAVEN el 08-03- 2023 19:09:12

Código documento Trilce: TRI - 0535998