UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“DESEMPEÑO DEL BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023”

TESIS

PRESENTADO POR:

CORDOVA QUISPE, EIMY ESTEFANI
MEDRANO SILVA, JOSE CARLOS

Para optar el título Profesional de:
INGENIERO AMBIENTAL

ILO - PERÚ

2024

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Folio Nº 050

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]
Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]
Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:

RESOLUCION DE FACULTAD Nº 138-2024-FACIA-UNAM

Fecha: 31 de Julio 2024.

III. El jurado ha dictaminado la (el) TESIS, TITULADO:

DESEMPEÑO DEL BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023

Bachiller: EIMY ESTEFANI CÓRDOVA QUISPE

Asesor Principal: JOSÉ CARLOS MEDRANO SILVA

Co-Asesor: Dr. MILKO RAÚL RIVERA CAMPANO

Co-Asesor: LIC. JUANA JUDITH MELENDEZ MIER

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por UNANIMIDAD la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: QUINCE (15) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Siendo las 11:15 horas, del 31 de JULIO del año 2024 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Edgar Virgilio Bedoya Justo
Presidente

Dr. Hebert Hernán Soto González
Primer Miembro

MSc. Paulino Flavio Ríos Zapana
Segundo Miembro

Bach. Eimy Cordova
Bachiller

Jose Carlos Medrano Silva

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de grado a mis queridos padres Erly Cordova y Luz Marina Quispe quienes con su amor, trabajo y apoyo incondicional durante todos estos años he logrado llegar hasta aquí y cumplir un tan anhelado sueño. Ellos merecen ser los protagonistas de este logro.

A mi querido hermano Aldair José, por ser parte fundamental de mi vida, por su cariño y apoyo incondicional en los buenos y malos momentos.

A mis tíos y abuelos quienes siempre estuvieron pendientes para darme fuerzas para afrontar diversos obstáculos que se me presentaron en el camino y me brindaron soporte en todo momento.

Eimy Cordova

Con profunda gratitud y amor filial, dedico este proyecto a la memoria de mi padre Martin Medrano, quien en vida me legó las herramientas esenciales que han pavimentado mi camino hacia el logro de mis metas. Aunque su presencia física ya no me acompañe, su espíritu perdura, brindándome consuelo y fortaleza en cada paso que doy. Su influencia, junto a la de mi amada Madre, ha sido la piedra angular sobre la cual he erigido mi existencia y forjado mi identidad. La riqueza de sus enseñanzas y el ejemplo de su perseverancia han moldeado mi ser, otorgándome el temple y la determinación necesaria para alcanzar cada hito en esta travesía. Que este logro sea testimonio de mi eterno agradecimiento hacia ellos, cuyas huellas en mi camino son indelebles e invaluables.

Jose Medrano

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por derramar bendiciones en mi vida, brindándome salud y fuerzas para salir adelante a pesar de las adversidades. De todo corazón a mis queridos padres por su constante guía y apoyo en mi formación personal y profesional, quienes me motivan a cumplir mis metas.

A mi hermano Aldair Córdova, por su apoyo incondicional durante la etapa de ejecución de la tesis.

Mi especial agradecimiento a mi asesor de tesis Dr. Milko Rivera, por la orientación, enseñanza y las aportaciones brindadas para poder encaminarnos en el buen desarrollo de la presente tesis.

A la Universidad Nacional de Moquegua, por brindarme la invaluable oportunidad de crecimiento profesional en sus aulas, siendo fundamental en mi desarrollo académico y personal. A mis docentes de la Facultad de Ingeniería Ambiental quienes me brindaron conocimientos, valores y aptitudes para mi formación profesional.

Eimy Cordova

A mi familia, cuyo apoyo inquebrantable ha sido fundamental en este proceso. Agradezco especialmente a mis padres por su constante estímulo y a mis hermanos por su comprensión y respaldo. A mi asesor, cuya experiencia y orientación han sido cruciales en el desarrollo de esta investigación. Sus consejos técnicos han enriquecido significativamente cada aspecto de este proyecto.

A la UNAM, por proporcionar el entorno académico propicio y los recursos necesarios para llevar a cabo este proyecto. Su infraestructura y comunidad académica han sido fundamentales para mi formación profesional.

Expreso mi profundo agradecimiento a todos los que contribuyeron directa o indirectamente a este trabajo. Su apoyo ha sido invaluable y ha hecho posible este logro académico.

Jose Medrano

RESUMEN

El trabajo de tesis tuvo por objetivo de evaluar el desempeño del biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023. Considerando en la metodología un estudio de tipo aplicada, diseño experimental puro, de nivel descriptivo y explicativo, evaluando dos tipos de especies vegetales en humedales artificiales, el “papiro” *Cyperus papyrus* y “totora” *Schoenoplectus Californicus* y ambas comparada con un humedal control sin especie vegetal, considerando el análisis y toma de muestra cada semana, durante cuatro semanas. Como resultado se tuvo que, el biofiltro vertical de totora fue eficiente en la fitorremediación de aguas residuales en servicentros de lavado vehicular, demostrando una remoción superior de detergentes (>99%), SST (>67%), DBO_5 (>72%) y DQO (>70%) en comparación con los humedales de papiro y control. Además, mostró una mayor capacidad para remover metales pesados como silicio (45,08%) y manganeso (>98%), mientras que el biofiltro control fue más efectivo en la remoción de bario (81,64%). La observación ligeras variaciones en el pH, la temperatura y la conductividad eléctrica a lo largo del tratamiento sugiere modificaciones en las características fisicoquímicas del agua, reafirmando la potencialidad de los biofiltros, especialmente el de totora. En conclusión, la calidad del agua tratada estaba dentro de los ECA, confirmando su viabilidad para la reutilización segura en los servicentros.

Palabra clave: humedal artificial, fitorremediación, papiro, totora

ABSTRAC

The objective of the thesis work was to evaluate the performance of the vertical biofilter for phytoremediation and reuse of wastewater in car wash centers in the province of Ilo, 2023. Considering in the methodology an applied type study, pure experimental design, descriptive and explanatory level, evaluating two types of plant species in artificial wetlands, the "papyrus" *Cyperus papyrus* and "cattail" *Schoenoplectus Californicus* and both compared to a control wetland without plant species, considering the analysis and sampling every week for four weeks. As a result, the vertical cattail biofilter was efficient in the phytoremediation of wastewater in car wash centers, demonstrating a superior removal of detergents (>99%), TSS (>67%), BOD (>72%) and COD (>70%) compared to the papyrus and control wetlands. In addition, it showed a higher capacity to remove heavy metals such as silicon (45.08%) and manganese (>98%), while the control biofilter was more effective in removing barium (81.64%). The observation of slight variations in pH, temperature and electrical conductivity throughout the treatment suggests modifications in the physicochemical characteristics of the water, reaffirming the potential of the biofilters, especially the cattail biofilter. In conclusion, the quality of the treated water was within the ECAs, confirming its viability for safe reuse in the service centers.

Keyword: artificial wetland, phytoremediation, papyrus, totora reed

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA ii
AGRADECIMIENTO iii
RESUMEN iv
ABSTRAC v
ÍNDICE GENERAL vi
ÍNDICE DE TABLAS ix
ÍNDICE DE FIGURAS xi
INTRODUCCIÓN 1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.1 Descripción y formulación del problema 2
1.2 Objetivos 4
1.2.1 Objetivo general 4
1.2.2 Objetivos específicos 4
1.3 Justificación 5
1.4 Hipótesis 6
1.4.1 Hipótesis general 6
1.4.2 Hipótesis específicas 6
1.5 Variables 7
II. MARCO TEÓRICO 9
2.1 Antecedentes 9
2.1.1 Antecedentes internacionales 9
2.1.2 Antecedentes nacionales 12
2.2 Bases teóricas 15
2.2.1 Biofiltro subsuperficial de flujo vertical 15
2.2.2 Tratamiento de agua de lavado vehicular 20
2.3 Definición de términos 25

III. METODOLOGÍA 27
3.1 Tipo y nivel de investigación 27
3.2 Diseño de investigación 27
3.2.1 Planificación 28
3.2.2 Diseño 28
3.2.3 Construcción 31
3.2.4 Propagación de las especies vegetales 32
3.2.5 Monitoreo y diseño experimental considerado 33
3.3 Operacionalización de variables 37
3.4 Población y muestra 38
3.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos 39
3.5.1 Técnicas 39
3.5.2 Instrumentos para la recolección de datos 44
3.6 Validación y confiabilidad de los instrumentos 47
3.7 Métodos y técnicas para la preparación y análisis de datos 47
3.7.1 Recolección, análisis y presentación de datos 47
3.7.2 Modelo Estadístico 49
IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN 51
4.1 Resultados 51
4.1.1 Remoción de A y G, Detergentes, SST, DBO_5 y DQO del agua de lavado vehicular en el biofiltro 51
4.1.2 Remoción de los metales pesados del agua de lavado vehicular empelando el biofiltro 58
4.1.3 Variación de los parámetros de pH, conductividad y temperatura en el tratamiento del agua 65
4.1.4 Factibilidad de reutilización del agua tratada con el biofiltro vertical 68
4.2 Discusión 70

IV. CONCLUSIONES 76
IV. RECOMENDACIONES 78
VI. REFERENCIAS 80
VII. ANEXOS 87
Anexo 1. Matriz de consistencia 87
Anexo 2. Tabla de operacionalización de variables. 89
Anexo 3: Plano de los puntos de muestreo 90
Anexo 4: Conservación y preservación de muestra de agua en función del parámetro evaluado 91
Anexo 5: Instrumentos de recolección de datos 92
Anexo 6: Diseño de los biofiltros subsuperficiales de flujo vertical 94
Anexo 7: Panel fotográfico 95
Anexo 8: Informes de laboratorio 101
Anexo 9: Constancia de uso de laboratorio de universidad 145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *operacionalización de variables* 7
Tabla 2 *Estándar de calidad ambiental de aguas superficiales destinadas para recreación en particular* 24
Tabla 3 *Ilustración diseño experimental* 28
Tabla 4 *Dimensión de biofiltros* 29
Tabla 5 *Tipo de material para biofiltros* 32
Tabla 6 *Programa de muestreo semanal en un mes* 34
Tabla 7 *Croquis del diseño experimental* 35
Tabla 8 *Profundades del biofiltro* 41
Tabla 9 *Remoción de detergentes en el biofiltro* 51
Tabla 10 *Pruebas de normalidad de datos de remoción de detergentes* . 51
Tabla 11 *Kruskal-Wallis comparación del humedal en la remoción de detergente* 52
Tabla 12 *Comparación para cada punto de remoción de detergentes* 52
Tabla 13 *Remoción de SST* 53
Tabla 14 *Resultados de la remoción de DBO_5 en cada tratamiento* 54
Tabla 15 *Pruebas de normalidad de datos de remoción de DBO_5* 54
Tabla 16 *ANOVA para la remoción de DBO_5* 55
Tabla 17 *Prueba de tukey para el % de remoción de DBO_5* 55
Tabla 18 *Remoción de DQO en el biofiltro* 56
Tabla 19 *Pruebas de normalidad de datos de remoción de DQO* 56
Tabla 20 *Kruskal-Wallis comparación del biofiltro en la remoción de DQO* 57
Tabla 21 *Comparación de remoción de DQO en los biofiltros* 57
Tabla 22 *Remoción de bario en el biofiltro* 58
Tabla 23 *Pruebas de normalidad de datos de remoción de bario* 59
Tabla 24 *Análisis factorial para remoción de bario* 59
Tabla 25 *Prueba de tukey para el % de remoción de bario* 60
Tabla 26 *Remoción de hierro en el biofiltro* 60
Tabla 27 *Pruebas de normalidad de datos de remoción de hierro* 61
Tabla 28 *Análisis factorial para remoción de hierro* 61
Tabla 29 *Remoción de manganeso en el biofiltro* 62

Tabla 30 *Pruebas de normalidad de datos de remoción de manganeso* . 62
Tabla 31 *Prueba Kruskal-Wallis para la remoción de manganeso*..... 63
Tabla 32 *Remoción de silicio en el biofiltro* 64
Tabla 33 *Pruebas de normalidad de datos de remoción de silicio* 64
Tabla 34 *Análisis factorial para remoción de silicio*..... 65
Tabla 35 *Prueba de tukey para el % de remoción de silicio* 65
Tabla 36 *Variación de pH en el tratamiento del agua* 66
Tabla 37 *Variación de temperatura (°C) en el tratamiento del agua* 67
Tabla 38 *Variación de la conductividad eléctrica (uS/cm) en el tratamiento del agua* 67
Tabla 39 *Comparación de parámetros fisicoquímicos del agua con el ECA* 69
Tabla 40 *Comparación de metales pesados del agua con el ECA* 69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Humedal subsuperficial de flujo vertical* 30
Figura 2 *Diseño del biofiltro* 31
Figura 3 *Esquema de biofiltro superficial de flujo vertical* 36
Figura 4 *Vista 3D de biofiltro subsuperficial de flujo vertical* 41
Figura 5 *Esquema del trabajo de campo* 48
Figura 6 *Cuadro de ANOVA* 49
Figura 7 *Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de detergentes* 53
Figura 8 *Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de DQO* 58
Figura 9 *Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de Mn* 63
Figura 10 *Comparación grafica de la variación de pH en cada biofiltro* .. 66
Figura 11 *Comparación grafica de la variación de pH en cada biofiltro* .. 67
Figura 12 *Comparación grafica de la variación de pH en cada biofiltro* .. 68

INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación por la gestión sostenible de los recursos hídricos ha impulsado la búsqueda de soluciones innovadoras para el tratamiento y reutilización del agua residual, especialmente en industrias que consumen grandes volúmenes de agua como los servicentros de lavado vehicular. Estos establecimientos generan aguas residuales cargadas con detergentes, metales pesados, y otros contaminantes que pueden impactar negativamente en el medio ambiente si no se tratan adecuadamente. En este contexto, la fitorremediación utilizando biofiltros verticales surge como una alternativa prometedora debido a su eficiencia, bajo costo y sencillez operativa. Este estudio se centra en evaluar el desempeño del biofiltro vertical de totora para la fitorremediación y reutilización de aguas residuales en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo durante el año 2023. Mediante el uso de biofiltros de totora y papiro, así como un humedal control, se analiza la capacidad de estos sistemas para remover contaminantes como detergentes, metales pesados, demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) y demanda química de oxígeno (DQO), así como su impacto en las propiedades fisicoquímicas del agua tratada, con el objetivo de determinar su adecuación para la reutilización segura y sostenible.

Para llevar a cabo el estudio, el trabajo se estructura de la siguiente manera:

En el primero, se realiza el planteamiento y formulación del problema, los objetivos, la justificación del trabajo de investigación, la hipótesis y la descripción de variables.

En el segundo capítulo se trabaja el marco teórico. El tercer capítulo se ocupa de la metodología.

El capítulo cuatro trata de los resultados y discusión; finalmente el capítulo cinco de las conclusiones y recomendaciones.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y formulación del problema

Los reportes de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en el 2018, calcula que anualmente se utilizan en promedio 3 928 km³ de agua dulce en todo el planeta. Destinando 1716 km³/año (44%) de agua para la agricultura, principalmente a través de la evaporación de los campos de regadío; el restante 2212 km³/año (56%) se vierte al medio que nos rodea como aguas de desecho en forma de aguas servidas municipales, industriales y agrícolas. Es posible que por encima del 80% de las aguas servidas del mundo se descargan al medio, sin una remediación apropiada. Se prevé que solo el 20% de aguas residuales (AR) provenientes de actividades domésticas e industriales producidos en las naciones latinoamericanos son tratadas (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas [WWAP], 2017). Por otro lado, la industria de lavado de vehículos utiliza para cada vehículo entre 200 L a 900 L de agua dependiendo del tipo de lavado, cuya composición química contiene grasas, detergentes, ceras, sales, polvo, metales y materia orgánica. Destacando a la arena, el polvo y el detergente como contaminantes comunes en las AR de lavado vehicular (Nacar et al., 2022; Monney et al., 2020).

Por extensión, se proyectó que alrededor de un 48% de AR generados en el mundo son vertidas a cuerpos de agua sin tratamiento previo, cifra significativamente inferior a las estimaciones anteriores de ~80%; por ende, el tratar estos efluentes de aguas contaminadas en el planeta es fundamental para el cuidado de la salud y el entorno ambiental (Jones et al., 2020). A lo largo del tiempo se han probado varios métodos de remediación de aguas servidas domésticas mediante tratamiento tradicional y nuevas tecnologías; como membranas y técnicas oxidativas; técnicas naturales como los biofiltros y humedal artificial (HA); esta última como una solución de tratamiento secundario, técnica económica, limpia y

adecuada para áreas con poblaciones pequeñas y bajos recursos económicos (García-Ávila et al., 2019).

En Perú se cuenta con 202 plantas de tratamiento (PTAR), de las cuales 171 (85 %) se encuentran en operación, 4 (2 %) en construcción y 27 (13 %) en ejecución o en paralización. De las 27 PTAR, 10 se han completado, pero no se han utilizado y los 17 restantes no se han culminado. De igual manera, 23 de 27 plantas de tratamiento (85%) se encontraban paralizadas durante 3 años o más. Los retrasos en la culminación de la construcción de estas PTAR propiciaron la descarga de un aproximado de $61{,}2 \times 10^6$ de m^3 de aguas negras sin tratar en 2020. Este aspecto plantea la idoneidad y capacidad administrativa y técnica de diversos municipios para llevar a cabo proyectos de esta magnitud de forma eficiente, partiendo desde el diseño hasta terminar el proyecto. Por lo tanto, se recomienda priorizar las tecnologías naturales como las diversas lagunas y humedales, incluida la tecnología del Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente con Manto de Lodos (UASB), sobre los métodos de remediación tecnológicamente avanzados (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [Sunass], 2022).

En el ámbito local, paralelamente, el aumento del parque automotor en Ilo trajo como consecuencia la aparición de varias empresas dedicadas al lavado vehicular. El uso inadecuado de productos químicos y la carencia de implementación de métodos recuperativos adecuados para las AR generadas durante el lavado vehicular, genera que estén cargadas de contaminantes como detergentes, aceites y grasas, residuos de combustible; las que son liberadas al alcantarillado teniendo como punto de acopio en la PTAR Media Luna. El cual a lo largo de los años ha presentado una serie de problemas debido al mal funcionamiento de los equipos, limitado monitoreo, generando que la planta trabaje de manera deficiente, donde sus aguas se llegan a drenar sin recibir tratamiento alguno; además del inadecuado control en sus niveles de Límites Máximos Permisibles. Generando como consecuencia que su disposición final produzca contaminación del agua de mar, afectando la diversidad de flora y fauna del

litoral marino costero (Astonista, 2018). Además, cabe señalar que las normativas del Perú prohíben la liberación del AR en el alcantarillado, así como cualquier sustancia o factor extraño que viole los estándares de calidad establecidos para el agua residual; por ende, está prohibido que los usuarios liberen al alcantarillado, las AR de origen no doméstico, que sobrepasan los valores máximos permitidos.

Por estas consideraciones; el presente proyecto pretende reutilizar el agua procedente del lavado vehicular mediante su tratamiento, utilizando un biofiltro subsuperficial de flujo vertical; con la finalidad de alinear a las empresas con la gestión ambiental, evitar la contaminación del ecosistema marino y promover que los servicentros de lavado vehicular desarrollen un impacto positivo para la ciudad.

Formulación del problema de investigación

¿Cuál es el desempeño del biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el desempeño del biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el desempeño en la remoción de los contaminantes de Aceites y Grasas, Detergentes y Sólidos Suspendidos, DBO_5 y DQO, utilizando un biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023.
- Determinar el desempeño en la remoción de los metales pesados, utilizando un biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización

de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023.

- Establecer la variación de los parámetros de pH, conductividad y temperatura al utilizar un biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023.
- Establecer la factibilidad de reutilización del agua tratada con el biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023.

1.3 Justificación

Las normativas del Perú prohíben la liberación del AR en el alcantarillado, así como cualquier sustancia o factor extraño que viole los estándares de calidad establecidos para las AR. Para garantizar esto, se ha prohibido a los usuarios la liberación al alcantarillado, las AR de origen no doméstico, que sobrepasan los valores máximos permitidos. A pesar de estas regulaciones, en Perú, muchos servicentros de lavado de automóviles continúan liberando las AR sin someterlas a un tratamiento adecuado. Esto contamina los cursos de agua circundantes y agrava los problemas ambientales. Un ejemplo de esta situación son los servicentros de lavado vehicular ubicadas en las urbanizaciones de la provincia de Ilo, que está liberando AR sin tratamiento en el alcantarillado.

La demanda de lavado de autos es significativa, y el tratamiento adecuado de las AR es esencial para reducir el impacto ambiental. Además, esto es importante para cumplir con las especificaciones ambientales y proteger los recursos naturales, como el agua en cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) para la Agenda 2030 “Mejora de calidad del agua disminuyendo la contaminación, reduciendo a la mitad a proporción de aguas residuales no tratadas y aumentando sustancialmente el reciclaje y la reutilización segura a nivel mundial”. Al implementar un tratamiento adecuado de las AR, se pueden lograr beneficios económicos, ambientales

y sociales, reducir los costos para los consumidores y prevenir problemas de salud y medio ambiente relacionados con el agua contaminada por actividades económicas. En ese sentido, se destaca la importancia de tratar las AR generadas por la industria del lavado de autos para evitar la contaminación del medio ambiente y promover un desarrollo sostenible (Monney et al., 2020).

Por ende, se aprecia la importancia de la ejecución del presente proyecto de tesis que plantea una solución viable utilizando biofiltro subsuperficial de flujo vertical con la finalidad de reducir los diversos contaminantes del lavado vehicular como detergentes, aceites y grasas, metales pesados, reúso y descarga del agua residual tratada al alcantarillado.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

El biofiltro subsuperficial de flujo vertical tendrá un alto porcentaje de remoción de contaminantes y será apto para la reutilización de AR, en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023.

1.4.2 Hipótesis específicas

- Existe desempeño en la remoción significativa de Aceites y Grasas, Detergentes, Sólidos Suspendidos, DBO_5 y DQO, utilizando un biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023.
- Existe desempeño en la remoción significativa de metales pesados, utilizando un biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023.
- Los parámetros pH, conductividad y temperatura no varía significativamente al utilizar un biofiltro vertical en el tratamiento de agua residual procedente de servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023.

- El agua tratada con el biofiltro vertical es apta para los servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023.

1.5 Variables

La Tabla 1 muestra la operacionalización de la variable dependiente y la variable independiente.

Tabla 1

operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidad	instrumento
Variable independiente: Desempeño del biofiltro subsuperficial de flujo vertical	Eficiencia	% de contaminante removido del agua residual	%	Ficha de registro Anexo 05
	Características de las especies vegetales: *Cyperus papyrus* y *Schoenoplectus Californicus*	Tamaño de la raíz	cm	
		Tamaño del tallo	cm	
		grosor	cm	
		Edad	días	
	Diseño del humedal artificial de flujo vertical	Dimensiones	m	Ficha de registro Anexo 05
		Pendiente	%	
		Tiempo de retención hidráulica	días	
		Sustrato	m^3	
		Grava	m^3	
		Cauda	m^3/dia	
Variable dependiente: Tratamiento de agua de lavado vehicular	Parámetros fisicoquímicos del agua residual	Aceites y grasas	mg/L	
		Detergentes	mg/L	
		SST	mg/L	
		DQO	mg/L	
		DBO_5	mg/L	
	Metales pesados	Concentración de los iones metálicos	mg/L= ppm	
	Parámetros de control	Conductividad eléctrica	µS/cm	
		Temperatura	ºC	
		Potencial de hidrogeno (pH)	0 – 14	
	ECA	Concentración de los contaminantes del agua tratada para reutilización	Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM	Norma D.D 004-2017 (Categoría 1. Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas

para recreación)

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Guamanquispe (2017) en Ambato, Ecuador, tuvo como propósito de modelar una planta de tratamiento que busca mejorar las condiciones del agua de lavado de autos. En su estudio aplicada, de diseño experimental a partir de una velocidad de diseño de 0.32 m/s realizó el diseño del PTAR, se tuvo como resultado que la actividad de lavado de autos cumple con los parámetros de calidad del agua considerando entre ellos a los fisicoquímicos establecidos por la normativa. Asimismo, se puede afirmar que según los resultados de laboratorio muestran el potencial de hidrógeno en un valor de 8,72, lo cual está dentro de los límites establecidos por TULSMA. Los niveles de aceites y grasas son más altos de lo permitido, registrando 0,98 a lo propuesto por los límites por el estado el cual tiene un valor de 0,3. Sin embargo, la concentración de sólidos totales que muestra después del tratamiento muestra con 1438 mg/l, que está por debajo del límite legal de 1600 mg/l. Respecto a los demás, la DQO tiene un límite máximo de 500 mg/l, pero en este caso, promedia por 2779 mg/l. Además, la DBO_5 tiene un límite aceptable de 250 mg/l y supera este nivel con 943,59 mg/l. En conclusión, se describieron los procesos necesarios para poder mejorar la calidad del agua proveniente de esta industria. Estos procesos incluyen el desarenador, floculador, decantador primario, aerotanque, decantador secundario, almohadillas de secado y finalmente, la cloración para asegurar el potencial de Hidrogeno adecuado y el nivel de pureza del agua antes de su reutilización.

Collivignarelli et al. (2020) en Italia, desarrollaron su estudio con el propósito de identificar el rendimiento de tres macrófitos, *Carex oshimensis, Cyperus papyrus y Phragmites australis* y evaluar la influencia del tiempo de retención hidráulica (HRT). En su estudio de tipo aplicada y diseño experimental, cada humedal tuvo dimensiones 0,6 m × 0,2 m × 0,2 m tenía un volumen de 24 L y se sembró con tres macrófitas que después de más de 1 mes de la fase de aclimatación cubrieron la superficie. Los tanques de

los humedales fueron construidos de policloruro de vinilo (PVC) se llenó con material filtrante (grava y arena de sílice con un diámetro de 2 a 10 mm) para obtener una porosidad efectiva del suelo igual al 35 %. Como resultado, en la planta preliminar a escala de laboratorio, *Phragmites australis , Carex oshimensis y Cyperus papirose* probaron por separado y mostraron resultados muy similares. En la segunda fase, se realizaron pruebas a escala piloto con *Carex oshimensis y Cyperus papiro*. El humedal a escala piloto proporcionó rendimientos de eliminación muy altos en turbidez (> 92 %), SST (> 85 %), DQO (> 89 %) y DBO_5 (>88%). Al aumentar la HTR de 1 a 3 días, no pareció haber una mejora sustancial en el rendimiento del HA excepto por el aumento del 50,7 % al 54,6 % para la eliminación de fósforo total. Se observó una baja remoción de nitrogeno total (42,5%) cuando la TRH fue igual a 3 días. En conclusión, comparando los resultados con las recomendaciones de la OMS, se puede afirmar que para reforzar la calidad de las aguas tratadas es necesario intervenir sobre los parámetros más críticos: DBO_5 y el parámetro microbiológico.

Aguilar (2020) en Ecuador, tuvo la finalidad de remediar las aguas contaminadas producidos por la Universidad Internacional SEK, propuso construir un humedal flotante subterráneo artificial, donde el tratamiento fitoquímico elimina de manera efectiva restos orgánicos, los patógenos y nutrientes de fuente de las aguas servidas. En su diseño metodológico, los humedales fueron precedidos por un presedimentador calibre 1,13 para reducir la cantidad de sólidos que tienden a aglomerarse al ingreso del humedal, provocando congestión, olores desagradables y efectos nocivos para la vegetación. Él HA fue de longitud 1,23 m, longitud 0,62 m, altura 1,5 m) atiende un caudal de AR de 24,27m^3/día. El área del humedal construido es de 24,48 m^3 (4,21 m de ancho, 8,29 m de longitud y 0,7 metros de hondura); un componente prescindible en el sistema con el fin de mejorar la base y su estética: "cala" *Zantedeschia*, "lirio" *Iris spp*, y "cáñamo" *Canna spp*, que contribuyeron a minimizar la cantidad de DBO_5 en un 86%, La DQO de 80-90%, los sólidos en suspensión son 90-95%, los coliformes fecales son 78,8%, el nitrógeno total y el fósforo total son 80%, en conclusión, la

calidad del agua cumple con el estándar de limite máxima permisible especificado en la Norma Ambiental.

Nacar et al. (2022) empleando agua sintética, plantearon eliminar una sustancia biodegradable, laurilsulfato de sodio (SLS), del producto del lavado de autos por medio de la aplicación de *Phragmites australis* en el humedal artificial subterráneo. En su diseño experimental, para este estudio, se usaron 4 reactores de plexiglás que tenían un volumen efectivo de 10,8 L con las dimensiones de 15 cm x 45 cm x 20 cm. Los experimentos se realizaron con vegetación al que se denominó SCW y sin vegetación al que se denominó grupo control (GC), en dos grupos. Se realizó una conexión en serie de dos reactores para cada grupo. Se observó hasta un 90% de eliminación de detergente con la vegetación en el SCW con una tasa de carga de 75 L/m^2. En conclusión, la calidad del efluente demostró que el agua tratada puede reutilizarse para el lavado de coches o el riego de jardines.

Hussain et al. (2018) en Pakistan, tuvieron el objetivo de diseñar, implementar y operar durante un año un sistema de humedales construidos de flujo vertical a proporciones de prueba con el fin de tratar de efluentes textiles reales ricos en colorantes. En su diseño experimental *Brachiaria mutica* se sembró en vegetación para desarrollar el humedal en los que se inocularon cinco bacterias endófitas degradantes de efluentes textiles diferentes. El desempeño del sistema se evaluó mediante el monitoreo de parámetros fisicoquímicos, remoción de nutrientes, reducción de metales pesados, potencial de desintoxicación y persistencia de bacterias endófitas en la rizosfera y endosfera de la planta. En resultado, aunque los humedales pudieron eliminar en gran parte los contaminantes existentes de estas aguas, el aumento de bacterias mejoró aún más la eficiencia de la remediación. El sistema promovió un aumento del oxígeno disuelto hasta un 188% y, concomitantemente, una disminución sustancial de la DQO (81%), DBO_5 (72%), sólidos disueltos totales (32%), color (74%), nitrógeno (84%), fósforo (79%) y metales pesados [Cr(97%), Fe (89 %), Ni (88 %), Cd (72 %)]. Se encontró que las AR tratadas con HAFV aumentadas con

bacterias no eran tóxicas y las bacterias inoculadas mostraron persistencia en el interior de la raíz y los brotes de *B. mútica*. En conclusión, los HAFV demostraron ser una metodología eficaz para el tratamiento de efluentes textiles, mientras que su tamaño más pequeño con alta eficiencia es una ventaja para las aplicaciones a escala de campo.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Lumba (2022), en Moyobamba de San Martin, propuso introducir un sistema para poder tratar aguas para poder eliminar los parámetros químicos y físicos generados durante el proceso de lavandería de vehículos. En su estudio aplicada y cuantitativa con el diseño y aplicación de una PTAR para tratar agua residual de lavadero vehicular. En donde se puede afirmar que, la implementación de este sistema tuvo un desempeño por el cual demostró que tuvo un impacto positivo en la eliminación de características del agua como las químicas y físicas en la composición de estas aguas. Se concluyó que, mediante la construcción y aplicación del sistema de tratamiento, fue posible reducir significativamente la concentración de estos contaminantes en promedio un 66 % para SST, 60 % de DQO, DBO_5 43 % y 68 % de aceites y grasas, en comparación con la cantidad vertida previamente al sistema de AR.

Martinez (2018) en Chiclayo, tuvo la finalidad de proponer un sistema de tratamiento para reutilizar las AR generadas por los lavados de autos. En la actualidad, la empresa cuenta con un sistema de pretratamiento de AR que incluye un desarenador, un desengrasante y una caja de medición, pero no ha seguido el MPC (máximo permitido en concentración) establecido según la normativa vigente. Debido a esto, las AR de los lavados de autos, antes y después del tratamiento preliminar, presentaron concentraciones superiores a los límites permitidos para DBO_5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno), DQO (Demanda Química de Oxígeno), suspensión y grasa. Por tanto, se propone un sistema de tratamiento de AR automotrices que consta de tres etapas. En primer lugar, el pretratamiento incluye cribado, separación de arena y desengrasado. Luego, el

pretratamiento continúa con una etapa de decantación. Finalmente, el tratamiento secundario se llevaría a cabo utilizando lodos activados, que incluirían un biorreactor y un decantador secundario. Esta combinación de etapas permitiría reducir significativamente los niveles de DBO_5 a 29,78 mg/l, DQO a 75,26 mg/l, SST a 18 mg/l y grasa a 3,37 mg/l, cumpliendo así con los estándares aceptables más estrictos y permitiendo la reutilización del agua para la primera etapa del proceso de lavado, es decir, el prelavado.

Mendez y Severino (2022) en Callao, propusieron evaluar la eficacia del área del biofiltro de flujo vertical del subsuelo en la eliminación de contaminantes presentes en las AR del Very Wash Service Center. Para ello, se utilizó un enfoque experimental y se dividieron las etapas metodológicas en tres partes. La primera etapa consistió en el diseño y construcción de dos biofiltros en forma de paralelogramo, que operaban bajo el principio de flujo vertical subsuperficial. Se probaron diferentes mecanismos de remoción utilizando una capa filtrante compuesta por roca redonda, grava mediana y arena gruesa. Para evaluar el tratamiento de las AR, se empleó la “junco enana” *Cyperus haspan*. En la segunda etapa, se procedió a operar los filtros biológicos y se caracterizaron los parámetros físico-químicos de las AR, centrando la atención en la remoción de sólidos en suspensión, grasas y detergentes. La tercera fase consistió en una prueba piloto, durante la cual se recolectaron cuatro muestras por dispositivo con una frecuencia semanal. Los resultados mostraron que el primer biofiltro logró una tasa de remoción total del 99,63% de partículas en suspensión, 99,7% de aceites y grasas, y 99,99% de detergentes. Por su parte, el segundo biofiltro presentó una tasa de remoción del 99,41% para sólidos en suspensión, 99,75% para aceites y grasas, y 99,99% para detergentes. Sin embargo, se observó que la superficie del biofiltro no resultó efectiva en la remoción de contaminantes de las AR del centro de servicio. Aunque ambos biofiltros demostraron una alta capacidad de remoción de contaminantes, se encontró que esto se debió a la presencia de otros elementos en el biofiltro, como plantas acuáticas y trampas de grasa, que interfirieron en el proceso de eliminación de contaminantes. En

resumen, la investigación concluyó que el área del biofiltro de flujo vertical del subsuelo tenía una alta eficacia en la remoción de contaminantes de las AR del centro de servicio, pero la presencia de otros elementos en el biofiltro afectó la eficiencia del proceso de remoción.

Sánchez et al. (2022) Yauli-Huancavelica, evaluaron humedales artificiales subterráneos de flujo transversal con “berro” *Nasturtium officinale* para la remoción de compuestos orgánicos presentes en AR a escala piloto en el distrito de Yauli-Huancavelica. El sistema piloto fue probado utilizando AR recolectadas de la planta de tratamiento de AR de Yauli y posteriormente llevadas a los humedales artificiales construidos en laboratorio. Se encontró que la mejor eficiencia de remoción de compuestos orgánicos se logró con un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 5 días y un caudal circulante de 12,5 ml/min. Bajo estas condiciones, la eficiencia de remoción de la demanda química de oxígeno (DQO) varió entre un 28,77 % y un 42,20 % a lo largo del rango de temperatura del agua residual, que iba desde 11 °C hasta 13 °C. Por otro lado, con una TRH de 7 días y un caudal circulante de 8,93 ml/min, se obtuvo una eficiencia de eliminación de DQO que osciló entre un 32,44 % y un 78,13 %, con temperaturas del agua residual entre 11 °C y 15 °C. En conclusión, el diseño óptimo fue el de una TRH de 7 días, ya que el humedal artificial subterráneo con berros presentó una mejor eficiencia en la eliminación de compuestos orgánicos bajo estas condiciones.

Torres et al. (2017) en Carapongo-Lurigancho, propusieron evaluar la efectividad de las especies *Cyperus Papyrus* y *Phragmites Australis* en el tratamiento de AR utilizando humedales tectónicos. Para llevar a cabo la evaluación, se midieron diversos parámetros, incluyendo DBO_5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno) con un valor de 270 mg/l, concentración total de *E. coli* y *E. coli* resistente al calor con 16x107 NMP/100 ml, pH de 7,8, temperatura de 21°C y turbidez de 130 UNT. Los cálculos necesarios, como el tamaño del sistema, el tiempo de retención hidráulica y el caudal, fueron adaptados de pequeños sistemas de tratamiento de AR descentralizados según las normas establecidas en la Categoría 3: Riego vegetal y animal

del ECA para agua D.S. 002-2001.MINAM. Los parámetros requeridos para esta categoría son: DBO_5 de 15 ml/l, número total de *E. coli* de 5000 NMP/100 ml y *E. coli* resistente al calor de 1000 NMP/100 ml, y pH entre 6,5 y 8,5. En resumen, el sistema de humedales mostró una eficiencia del 80%. En cuanto a la capacidad de remoción, la especie *C. Papyrus* demostró una mayor eficacia en la eliminación de DBO_5 y una turbidez un 77% más baja en comparación con *P. Australis*. Por otro lado, *Phragmites Australis* logró eliminar un 30% más de *E. coli* termorresistente total y *E. coli* que *C.Papyrus*.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Biofiltro subsuperficial de flujo vertical

Un biofiltro es un método autosuficiente para limpiar el agua, Los principios básicos de la biofiltración son simples. La materia viva natural, como las plantas se utiliza para filtrar los contaminantes dañinos u ofensivos; en ese sentido, los humedales artificiales (HA) se consideran la técnica económica y sostenible más deseable que proporciona procesos físicos, químicos y biológicos con el fin de mejorar la calidad de estas aguas (Stefanakis, et al. 2014); como el *Cyperus papyrus*, conocido como papiro es uno de los macrófitos emergentes, su capacidad para utilizar los nutrientes de las de estas aguas además de la generación de sustancias orgánicas a su fitomasa, la convierten en una de las plantas más adecuadas para la fitorremediación de AR (Mburu et al., 2015).

Un humedal subsuperficial de flujo vertical, es una estructura donde la circulación del agua es de tipo subterráneo a través de un medio granular y en contacto con las raíces y rizomas de plantas. Para este sistema, el agua es dirigida hacia un punto máximo de altura a través de una técnica de dosificación mecánica. Posteriormente el agua es recolectada en un tanque al fluir por la matriz del filtro.

Además de la dirección que diferencia entre un humedal de flujo vertical y el horizontal son las condiciones anaeróbicas en las que estas funcionan. (Lukas et al., 2019).

2.2.1.1 Eficiencia

La palabra eliminación no solo constituye eliminar contaminantes además debe ser eficiente para este caso en lugar de usar la palabra eliminación, un término más preciso, porque refleja mejor el balance entre los valores medidos de entrada y salida, así como el hecho de que no necesariamente sabemos si el constituyente fue removido a la porción sólida, destruido o transformado (y liberado como gas, por ejemplo). Para calcular la eficiencia de remoción se expresa en este caso en porcentajes mediante la Ecuación 1 (Bulta & Micheal, 2019):

$$Eficiencia\ (\%) = \frac{Co - Cf}{Co} \times 100 \qquad (1)$$

2.2.1.2 Macrofito "papiro" *Cyperus papyrus*

El *C. papyrus*, comúnmente llamado papiro o planta de papel, es miembro de la Ciperáceas familia de las juncias, un grupo de plantas estrechamente relacionadas con las gramíneas. El Ciperáceas la familia tiene alrededor de 75 géneros y más de 4.000 especies, que son en gran parte hierbas rizomáticas perennes que crecen en lugares húmedos (Mburu et al., 2015). Por otro lado, respecto a la clasificación taxonómica, según el sistema de clasificación APG IV:

- Familia: Cyperaceae: Plantas herbáceas perennes, ocasionalmente anuales, que presentan raíces fibrosas que a menudo se originan a partir de un rizoma. Los tallos suelen tener una sección transversal triangular, aunque en ocasiones pueden ser circulares o prismáticos, y raramente son comprimidos; generalmente son sólidos. Las hojas están dispuestas en tres hileras y son alterna (Ecosostenible, 2022; Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA], 2014).
- Subfamilia: Cyperoideae
- Dominio: Eukaryota
- Reino: plantae
- Orden: Cyperales

- Género: Cyperus
- Especie: *C. papyrus*

En el clima subtropical y tropical, papiro es una de los macrófitos más interesantes porque se encuentra entre las plantas más productivas de los humedales, esta planta tiene un alto potencial de producción de biomasa a partir de energía solar, que es uno de los criterios recomendados para la selección de macrófitas en áreas tropicales con abundante sol para su uso en humedales construidos (Mburu et al., 2015).

Se ha demostrado que la vegetación de papiro mejora activamente la calidad del agua al contribuir a la separación de compuestos de origen orgánico, metales pesados, patógenos y la abundancia de nutrientes como fosforo y nitrógeno. Esto podría atribuirse a sus características ecológicas de alta fitomasa, sistema radicular bien desarrollado y alta tasa fotosintética. Varios autores han presentado resultados de investigaciones experimentales sobre aspectos de las características de papiro que influyen en la mejora en su composición del agua para HA y naturales (Mburu et al., 2015).

La presencia de macrófitos emergentes es una de las características más conspicuas de los HA, y su presencia distingue a los HA de los filtros de suelo o lagunas no plantados, su papel positivo en el desempeño de los humedales construidos ha sido bien establecido en numerosos estudios que miden el tratamiento con y sin plantas. En general, el desempeño de los humedales para el tratamiento de AR depende del potencial de crecimiento y la capacidad de los macrófitos para desarrollar suficientes sistemas de raíces para la unión microbiana y las transformaciones de materiales, y para incorporar nutrientes a la biomasa vegetal que luego se puede cosechar para la eliminación de nutrientes, si bien se reconoce que la mejora de la calidad del agua en las aplicaciones de tratamiento de humedales se debe principalmente a la actividad microbiana la experiencia ha demostrado que los sistemas de humedales con vegetación o macrófitos tienen una mayor eficiencia en la mejora de la calidad del agua que aquellos sin plantas (Mburu et al., 2015).

2.2.1.3 Totora (*Schoenoplectus Californicus*)

Se trata de una planta acuática de tipo herbáceo que pertenece a la familia de las ciperáceas, siendo una especie frecuente en las zonas costeras. Durante el verano, sus tallos suelen alcanzar alturas de aproximadamente entre 1 y 3 metros. Por otro lado, comúnmente reconocida como 'totora', esta planta acuática se distingue por tener raíces y rizomas sumergidos a profundidades de hasta dos metros. Su parte aérea está compuesta por hojas reducidas a vainas basales, con tallos delgados, cilíndricos, ligeramente trígonos y fotosintéticos, que pueden crecer por encima de los cuatro metros sin ramificarse (Pabón et al., 2019).

En cuanto a la taxonomía de Schoenoplectus o Scirpus se muestra a continuación (Hidalgo, 2007):

- Nombre científico: *S. californicus*
- Reino: Plantae (Plantas)
- División: Angiospermas (Angiosperms)
- Clase: Monocotyledonae (Monocotiledóneas)
- Subclase: Commelinidae
- Orden: Cyperales
- Familia: Cyperaceae (Ciperáceas)
- Género: Schoenoplectus
- Especie: californicus

Las especies pertenecientes al género Shoenoplectus o Scirpus se caracterizan por ser plantas acuáticas que poseen semillas de tamaño reducido y tonalidades oscuras. Sus tallos presentan una sección triangular, que puede ser muy pronunciada en algunos casos o más suavizada, adquiriendo formas que se asemejan a óvalos o círculos en otros. En ciertas especies, las hojas se limitan a pequeñas vainas en la base de los tallos, mientras que en otras son claramente distinguibles. Las flores, siempre ubicadas en el extremo de los tallos, constan de numerosas florecillas pequeñas que se agrupan en capullos o se distribuyen de manera dispersa (Hidalgo, 2007). La especie *S. californicus* dentro de este género presenta:

- Tamaño: 2.5-3.5 m
- Tallo: sección triangular suavizada
- Floración: se produce en la parte superior del tallo, con una estructura abierta, y a menudo se extiende una pequeña bráctea puntiaguda que parece una extensión natural del propio tallo.
- Hojas: pequeñas envolviendo la base

En cuanto a la adaptación de la totora, las especies que pertenecen a la categoría de plantas helófitas presentan una amplia gama de adaptaciones. Esto las convierte en las especies predominantes en áreas donde las condiciones limitan las oportunidades de crecimiento de otras plantas. Estas plantas son propias de climas templados y pueden prosperar en lugares soleados. Además, tienen la capacidad de tolerar un amplio rango de valores de pH, que oscila entre 4 y 9. La temperatura óptima para su desarrollo se encuentra en el intervalo de 16 °C a 27 °C. Principalmente, se emplean en humedales artificiales con flujo subsuperficial, que consisten en lechos de grava o arena. No son muy tolerantes a la inundación permanente cuando la capa de agua es profunda, pero se desarrollan con éxito en áreas acuáticas poco profundas, como lagunas o zonas de inundación (Delgadillo et al., 2010).

Por último, es importante destacar que, sin importar la especie helófita empleada, los humedales artificiales tienden a tener una eficiencia baja en la eliminación de nutrientes, especialmente en aquellos con un flujo subsuperficial horizontal. No obstante, muestran una eficacia considerable en la reducción de la DBO_5 y la DQO, así como en la captura de metales pesados. También exhiben una eficiencia moderada a alta en la eliminación de coliformes fecales (Delgadillo et al., 2010).

2.2.1.4 Diseño del humedal artificial de flujo vertical

Un humedal subsuperficial construido con flujo vertical puede adoptar diferentes diseños, parecido a una zanja no profunda, así como una estructura con un suelo impermeable o revestida con geomembrana. Este humedal incorpora un sustrato que no afecte negativamente a las condiciones de crecimiento de la planta. Para mejorar las condiciones anaeróbicas en el filtro, se conecta un tubo de ventilación. Para la parte de

abajo se coloca una capa de grava aproximadamente de 20 cm de espesor para luego cubrir con otras capas de arena y grava. Dando así una profundidad de entre 45 a 90 cm, tomando en cuenta los factores climáticos. Para ello se cuenta con ciertas plantas que pueden ser efectivas con el propósito: *Phragmites australis* “carrizo”, *Typha SP* “totora” o *Echinochloa pyramidalis*. Sin embargo, es probable que se necesite de unas cuantas pruebas para poder determinar si una instalación in situ es adecuada para un tratamiento específico de AR (Lukas et al., 2019).

El diseño y dimensionamiento del humedal están determinados por las cargas hidráulicas y orgánicas que se deben tratar. Según la normativa, se estipula que la superficie del humedal debe ser de 1 a 3 m^2 tomando como referencia a una persona. Con el fin de facilitar su operación y mantenimiento, se recomienda que los humedales cuenten con al menos dos celdas de tratamiento. Cada una de estas celdas debe estar revestida con un material impermeable y contar con un sistema de recolección de AR. Para asegurar un funcionamiento adecuado, la pendiente de la cama húmeda debe ser de aproximadamente 1% (Lukas et al., 2019).

Los humedales subsuperficiales con flujos verticales tienen la capacidad de inducir la nitrificación adecuada gracias al transporte de oxígeno. Sin embargo, la desnitrificación se ve limitada debido a que las condiciones aeróbicas prevalecen en toda la profundidad del canal. Para lograr una secuencia de tratamiento que incluya tanto nitrificación como desnitrificación, esta tecnología puede combinarse con humedales de acumulación de escorrentía superficial o humedales subterráneos transversales. Es importante tener en cuenta que la congestión es un problema común en estos humedales, por lo que es necesario garantizar un buen drenaje del afluente después del tratamiento inicial antes de que ingrese al humedal (Lukas et al., 2019).

2.2.2 Tratamiento de agua de lavado vehicular

Las AR provenientes de esta actividad de lavado muestran como potencial contaminante a las partículas suspendidas que se originan en la suciedad de los vehículos, el aceite en el exterior de los vehículos, el aceite y la grasa

generados por la cera de los autos y los tensioactivos aniónicos causados por el uso de detergentes y materia orgánica; considerados como potenciales contaminadores del agua los cuales pueden tener un gran impacto en el medio ambiente si no se gestionan y vierten adecuadamente (Kuan et al., 2022; Sarmadi, et al., 2020).

Los principales contaminantes de las AR de la actividad del lavado de autos son: aceite libre, polvo y grasa, detergentes, carbono, tensioactivos, materia orgánica, entre otros; las cuales se liberan por el tráfico, el lavado y el funcionamiento de los vehículos (Monney et al., 2020).

2.2.2.1 Parámetros fisicoquímicos del agua residual

De manera general las aguas residuales de lavado de autos generalmente contienen partículas suspendidas que se originan en la suciedad de los vehículos, el aceite en el exterior de los vehículos, el aceite y la grasa generados por la cera de los autos y los tensioactivos aniónicos causados por el uso de detergentes, estas aguas residuales tienen una DQO alta (Kuan et al., 2022).

2.2.2.2 Metales pesados en el agua residual

En pocas palabras, generalmente se consideran aquellos metales con densidad, peso molecular o número atómico relativamente altos. Abarcan hasta 96 de los 118 elementos químicos conocidos; En detalle, sólo los metales alcalinos y alcalinotérreos, junto con el aluminio, están excluidos de la lista general de metales debido a su densidad relativamente baja. Los metales pesados tienen efectos a largo plazo en los seres vivos y, en ocasiones, provocan la muerte. Los metales pesados se definen como los metales que tienen una densidad atómica superior a 4 ± 1 g/cm^3 (Kanti y Poater, 2021).

Los metales pesados más populares son el plomo (Pb), el zinc (Zn), el mercurio (Hg), el níquel (Ni), el cadmio (Cd), el cobre (Cu), el cromo (Cr) y el arsénico (As). Aunque estos metales pesados pueden detectarse en trazas; sin embargo, siguen siendo peligrosos. La Tabla 1 resume algunos metales pesados, centrándose en sus principales fuentes, efectos sobre la salud y la cantidad permitida en el agua potable. Son los metales antes

mencionados y otros como plata (Ag), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), boro (B), calcio (Ca), antimonio (Sb), cobalto (Co), etc. comúnmente disponibles en las aguas residuales y deben ser eliminados (Qasem y otros, 2021).

2.2.2.3 Parámetros de control

pH

La medición de este parámetro es importante y frecuentemente usada para el análisis del agua. Básicamente para en el suministro y tratamiento de agua (como coagulación, desinfección, sedimentación, entre otras) dependen del pH. De este modo viendo la alcalinidad y acidez, en términos generales, se demuestra con la competencia del agua para poder neutralizar ácidos, expresados en miligramos por litro. Así mismo se dice que puede considerarse amortiguadora de acuerdo a la capacidad de resistir el cambio de un ácido o base para poder variar su valor de pH (Blackstock, 1989; Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2018).

Color

El fenómeno que percibimos como color en los océanos, tanto en su superficie como en sus profundidades, principalmente originada por la cantidad que presenta de materia húmica o materia orgánica. Las sustancias húmicas comprenden ácidos húmicos y fúlvicos, que otorgan una tonalidad marrón amarillenta al agua. El ácido húmico contribuye a presentar un color más oscuro de lo normal, debido a la que presenta hierro, el color se intensifica debido a la formación de humato de hierro soluble. Se refiere a color del agua de acuerdo a la cantidad de contaminantes que se removieron de esta a menos contaminantes removidos será más turbia. Las grandes partículas coloidales en suspensión en el agua impiden el paso de la luz, lo que resulta en la percepción del color aparente en lugar del color verdadero del agua (Abu Shmeis, 2018).

Demanda química de oxigeno

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) esta referida a la cantidad de oxidante que se ve influenciada con la muestra dadas en condiciones bajo control. Es expresada en términos de su equivalente de oxígeno. Para esta

prueba, el agente oxidante elegido debido a sus características particulares es el ion dicromato ($Cr_7O_7^{-2}$), que se reduce a ion cromo (Cr^{+3}). Este método de prueba tiene la capacidad de oxidar tanto compuestos orgánicos como inorgánicos, pero en general los componentes orgánicos son predominantes y también son los de mayor interés para el análisis (Abu Shmeis, 2018).

Demanda bioquímica de oxígeno

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) es una prueba empleada para evaluar la necesidad relativa de oxígeno en aguas residuales, afluentes y aguas contaminadas. Esta prueba es comúnmente utilizada para medir las aguas residuales en plantas de tratamiento y para evaluar el desempeño de dichas plantas en términos de DBO (Abu Shmeis, 2018). Esta prueba asimismo mide la cantidad de moléculas de oxígeno en el periodo de incubación.

Aceites y grasas

En la determinación de aceites y grasas, no se calcula la cantidad precisa de una sustancia en particular. En cambio, se miden grupos de sustancias con propiedades físicas similares, según su solubilidad en el extracto orgánico. El término "aceites y grasas" abarca cualquier material extraído como soluto de una muestra acidificada que no se evapora durante el proceso de prueba (van Duijn, 2014).

Conductividad, salinidad y total de solidos disueltos (TSD)

La conductividad k es una medida que evalúa la capacidad de una solución acuosa para conducir electricidad. Esta capacidad depende de la presencia, concentración, movilidad y valencia de los iones en la solución, así como de la temperatura. Los compuestos inorgánicos suelen ser buenos conductores, mientras que las moléculas orgánicas que no se disocian en soluciones acuosas conducen electricidad de manera ineficiente o no conducen en absoluto (Emma, 2018).

La salinidad, que se refiere a la cantidad de sal disuelta en un volumen de solución, es una propiedad crucial en el análisis de aguas naturales e

industriales. Determinar la salinidad mediante secado y pesaje tiene dificultades debido a la pérdida de componentes, por lo que el análisis químico es el método más confiable pero lento. En el campo, se usan métodos indirectos como la medición de propiedades físicas del agua, como conductividad, densidad, velocidad del sonido e índice de refracción.

Los sólidos disueltos totales (TSD) en una solución acuosa incluyen sales inorgánicas y pequeñas cantidades de materia orgánica. La conductividad es el método más común para determinar los TSD en sistemas de agua, utilizando una sonda que detecta la presencia de iones. Los valores de TSD se obtienen mediante una conversión que varía según el tipo de agua analizada (Abu Shmeis, 2018).

2.2.2.4 Estándares de calidad ambiental para agua

Según la normativa nacional el estado exige respetar las normas impuestas sobre la calidad ambiental para agua para cualquier actividad comercial, para este caso se evoca a mantener la calidad en el agua por el lavado de automóviles la cual es una potencial fuente de contaminación para el recurso hídrico, por ello se establecen instrumentos de gestión ambiental para medir la calidad del agua, por ello se describe mediante una Tabla a estos instrumentos para una Planta de tratamiento de aguas residuales (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2017), en la Tabla 2 se muestra los límites máximos permisibles del ECA DS Nº 004-2017-MINAM, para la categoría 1, subcategoría B: Aguas superficiales destinadas a recreación de agua.

Tabla 2

Estándar de calidad ambiental de aguas superficiales destinadas para recreación en particular

PARAMETROS	UNIDAD	B1-Contacto primario
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia
Demanda Bioquímica de Oxigeno	mg/L	5
Demanda Química de Oxigeno	mg/L	30

pH	unidad	6-9
Solidos Totales en Suspensión	mL/L	500*
Detergentes	mg/L	0,5

Nota. Obtenido de DS Nº 004-2017-MINAM, * VMA

Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua

Según el DS Nº 004-2017-MINAM donde tiene como fin el compilar a los acuerdos llegado donde se toma como respaldo a las presentes normas: Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua (MINAM, 2017).

2.3 Definición de términos

- **Límites máximos permisibles:** es un instrumento de evaluación para determinar si una descarga cumple con los requerimientos establecidos por el estado en sus niveles de contaminantes, para ello se toman como referencia a la peligrosidad del contaminante en el medio evaluando sus características físicas y químicas y biológicas del cuerpo receptor afectado por estas actividades comerciales generalmente. Su cumplimiento es fiscalizado por el OEFA en su cumplimiento de funciones bajo los lineamientos del MINAM así como otras instituciones del SNGA (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2010).

- **Estándar de calidad ambiental:** es un instrumento para evaluar la cantidad de contaminantes encontrados en un medio o cuerpo de agua, los cuales tienen como parámetros de calidad un tanto diferentes a los límites máximos permisibles, a diferencia de los límites máximos permisibles estos se miden en el cuerpo receptor y es un derecho de la población mantener esa calidad ambiental mientras que LMP son medidos en los puntos de vertimiento y es una obligación para las empresas cumplir con las medidas establecidas ([MINAM, 2017).

- **Biofiltro:** se define como un HA de flujo subterráneo, la cual tiene plantas de pantano las cuales sirven como tratamiento de aguas contaminadas absorbiendo contaminantes, ahí las aguas contaminadas fluyen de manera horizontal o vertical (Cooperacion Austriaca para el desarrollo , 2006).

- **Remoción de contaminantes:** es un proceso mediante el cual para este caso aguas contaminadas son intervenidas mediante un tratamiento donde los contaminantes se degradan de forma progresiva mediante varias etapas (Mejia y Carrillo, 2017).

- **Aguas residuales:** son aguas producto de actividades antropogénicas las cuales están afectadas con contaminantes las que las hacen no productivas debido a las consecuencias a la salud de cualquier ser vivo, se producen mayormente por actividades del hombre, aunque también en menor grado por procesos naturales (Zarza, 2023).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y nivel de investigación

Tipo

La investigación esta referido a un tipo aplicada ya que tiene por fin resolver algún problema en la sociedad basándose en otras investigaciones de tipo básica, en este caso busca solucionar el problema de la calidad de agua derivado del lavado de autos mediante un biofiltro para así beneficiar a la población (Ñaupas et al., 2018).

Nivel

Asimismo, tiene por nivel a un modelo descriptivo y explicativo. Descriptivo el cual está determinado por caracterizar fenómenos, acontecimientos, sucesos, sobre sus propiedades, categorías, formas, etc. estos fenómenos son dados en cualquier ámbito, para este caso se describe como se ve influenciada las aguas contaminadas por actividades de lavado de autos con un biofiltro (Ñaupas et al., 2018).

Explicativo que tiene por fin verificar la hipótesis planteada de carácter casual o explicativa, comprende en el descubrimiento de nuevos conocimientos, teorías, que expliquen cómo funciona estos sucesos, para este caso fundamenta los resultados de tratar agua contaminada a través de un biofiltro y cómo influye este en las aguas contaminadas de manera positiva o negativa (Ñaupas et al., 2018).

3.2 Diseño de investigación

Tiene por diseño de investigación el diseño experimental ya que pone a prueba la capacidad de un biofiltro para remover contaminantes de aguas residuales, por ende, este tipo de investigación manipula variables de forma premeditada en este caso el biofiltro para poder descontaminar aguas residuales y así evaluar su eficiencia (Hernández y Mendoza, 2018).

Además, se consideró un diseño experimental puro, ya que integra grupos de tratamiento y grupo de control; en este caso se trabajará con tres biofiltros, siendo uno el control, el segundo usando una muestra de “papiro”

C. papyrus y una tercera usando la “totora” *S. Californicus* para determinar si existe diferencia significativa en la mejora de las características del agua evaluando parámetros fisicoquímicos, metales pesados y de control. Pará ello se hizo una medición antes y después del tratamiento al grupo control 1 y a los tratamientos con el biofiltro 2 y 3, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 3

Ilustración diseño experimental

Grupos	Pretratamiento	Aplicación del tratamiento	Postratamiento
G1 (Grupo Control)	O1		O2
G2 (Grupo Experimental-papiro	O1	X	O2
G3 (Grupo Experimental-totora	O1	Y	O2

Nota. O1: Pretratamiento; O2: Postratamiento; X, Y: Variable independiente

3.2.1 Planificación

El proceso de esta investigación comenzó con la elección del tipo de humedal más apropiado, seguido de la obtención de las autorizaciones y permisos necesarios para llevar a cabo la investigación en el sitio seleccionado. Luego, se procedió con la planificación y diseño detallado del humedal, la cotización de los materiales requeridos y su posterior adquisición, todo ello en preparación para la ejecución de la investigación y el monitoreo correspondiente.

3.2.2 Diseño

La metodología empleada para el diseño e implementación del biofiltro subsuperficial de flujo vertical se fundamentó en guías para la construcción de humedales (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2018; Delgadillo et al., 2010). Durante este período, se tuvo en cuenta los factores primordiales que recaen en el diseño de estos, y se buscó una alternativa diferente para mejorar su eficiencia en la descontaminación, optando por elaborar tres biofiltros subsuperficiales de flujo vertical. Uno de los biofiltros se empleó como control, mientras que los otros dos presentarán

modificaciones, agregando papiro y totora, como se muestra en la Figura 1. Cada biofiltro será diseñado en forma de paralelepípedo, y su estructura detallada se puede observar en la Figura 2.

El primer biofiltro (control) tuvo dimensiones de 0,7 m de largo, 0,4 m de ancho y 0,45 m de alto, con un área transversal a la caída del agua residual pretratada de 0,28 m². El segundo biofiltro también tuvo dimensiones de 0,7 m de largo, 0,4 m de ancho y 0,45 m de alto, con un área transversal de 0,28 m². Finalmente, el tercer biofiltro tuvo dimensiones de 0,7 m de largo, 0,4 m de ancho y 0,45 m de alto, con un área transversal a la caída del agua residual pretratada de 0,28 m² (Tabla 4).

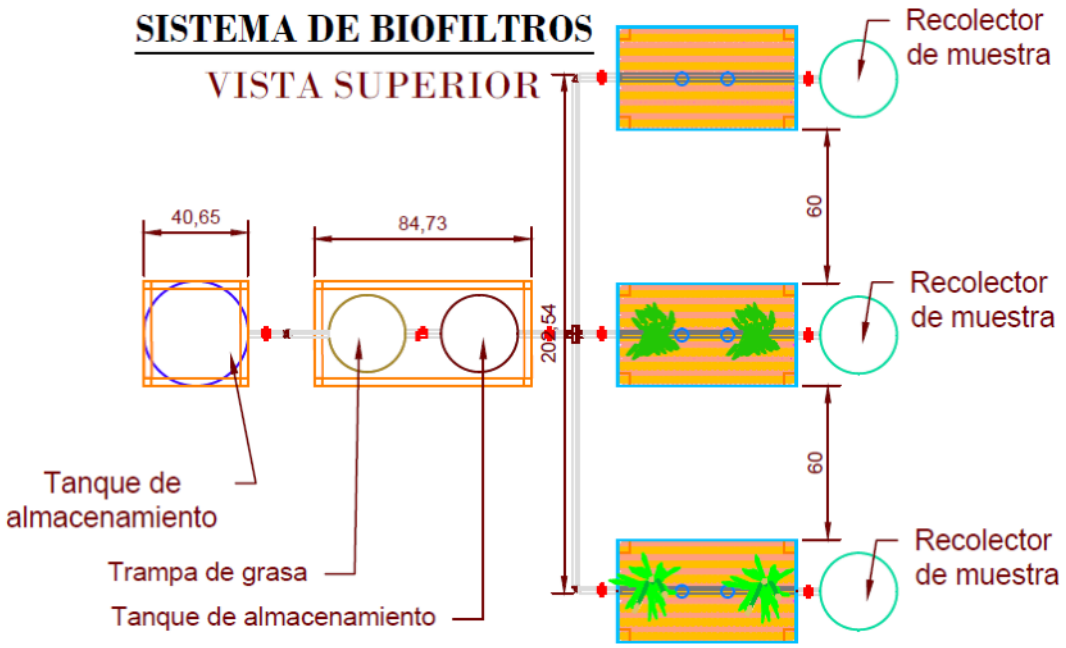
Tabla 4

Dimensión de biofiltros

BIOFILTROS	DIMENSIONES			AREA
	Ancho	Largo	Alto	
Biofiltro Control 1	0,4 m	0,7 m	0,45 m	0,28 m^2
Biofiltro 2- papiro	0,4 m	0,7 m	0,45 m	0,28 m^2
Biofiltro 3 - totora	0,4 m	0,7 m	0,45 m	0,28 m^2

Figura 1

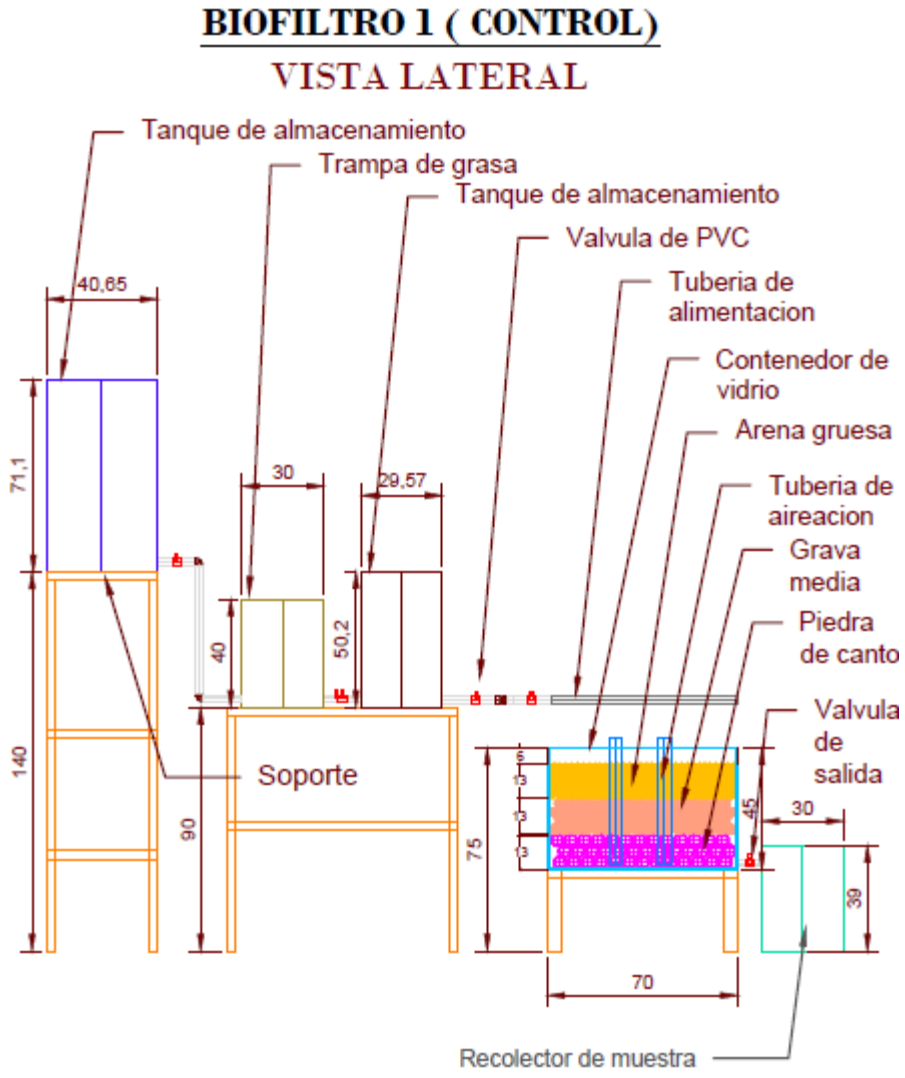
Humedal subsuperficial de flujo vertical



Nota. Adaptado de Arias et al. (2010).

Figura 2

Diseño del biofiltro



3.2.3 Construcción

Los biofiltros están compuestos por capas de lecho filtrante, que incluyen piedra de canto rodado, grava media y arena gruesa, teniendo en consideración el tamaño efectico que se muestra en la Tabla 5 con una altura de 13 cm por cada capa. Además, se colocaron malla raschel entre cada capa para evitar el arrastre de materiales. El segundo biofiltro contó con la planta acuática papiro como bioindicador; así mismo, el tercer biofiltro contó con la planta acuática totora, cabe mencionar que también se instalarán tuberías de aireación en cada biofiltro para aumentar la oxigenación del sustrato filtrante.

Tabla 5

Tipo de material para biofiltros

Tipo de material	Tamaño efectivo (mm)	Conductividad hidráulica, ks ($m^3/mm^2/d$)	Porosidad, n %
Arena gruesa	2	100 - 1000	28 - 32
Arena gravosa	8	500 - 5000	30 - 35
Grava fina	16	1000 - 10000	35 - 38
Grava media	32	10000 – 50000	36 – 40
Roca gruesa	128	50000 - 250000	38 - 45

Nota. Obtenido de Lara (1999).

3.2.4 Propagación de las especies vegetales

3.2.4.1 "Papiro" *Cyperus papyrus*

La propagación de la especie botánica *C. papyrus* para su uso en el biofiltro subsuperficial de flujo vertical siguió las pautas establecidas en el Manual Técnico de Viveros Forestales y Ornamentales del Perú (INIA, 2011). No se empleó plantas madre; en su lugar, se seleccionaron directamente plantas saludables y adaptadas al cultivo. Tras la selección, se llevó a cabo un período de acondicionamiento de un mes para que las plantas se adapten gradualmente a las condiciones del biofiltro. Durante este período de acondicionamiento, se usó el agua de río para asegurar la buena aclimatación de la planta. La propagación se realizó mediante la división de rizomas, tomando secciones de rizomas con raíces y brotes saludables. Estas secciones se plantaron en contenedores con sustrato adecuado, compuesto por tierra orgánica y arena. Se mantuvo un cuidado constante, incluyendo riego, protección climática, fertilización y control de plagas. Se registraron todas las etapas del proceso. Una vez que las plantas alcancen el tamaño apropiado, se trasplantaron al biofiltro, donde se monitoreó su adaptación y eficacia en la fitorremediación y reutilización de aguas residuales**.**

3.2.4.2 "Totora" *Schoenoplectus Californicus*

La propagación de la especie botánica totora *S. californicus* para su uso en el biofiltro sub-superficial de flujo vertical siguió las pautas establecidas en

el Manual Técnico de Viveros Forestales y Ornamentales del Perú (INIA, 2011). No se emplearon plantas madre; en su lugar, se seleccionaron directamente plantas saludables y adaptadas al cultivo. Tras la selección, se llevó a cabo un período de acondicionamiento de un mes para que las plantas se adaptaran gradualmente a las condiciones del biofiltro. Durante este período de acondicionamiento, se hizo uso de agua de río para asegurar la buena aclimatación de la planta. La propagación se realizó mediante la división de rizomas, tomando secciones de rizomas con raíces y brotes saludables. Estas secciones se plantaron en contenedores con sustrato adecuado, compuesto por tierra orgánica y arena. Se mantuvo un cuidado constante, incluyendo riego, protección climática, fertilización y control de plagas. Se registraron todas las etapas del proceso. Una vez que las plantas alcanzaron el tamaño apropiado, se trasplantaron al biofiltro, donde se monitoreó su adaptación y eficacia en la fitorremediación y reutilización de aguas residuales.

3.2.5 Monitoreo y diseño experimental considerado

Tras haber establecido los parámetros de diseño de los biofiltros subsuperficiales de flujo vertical y caracterizado las aguas residuales, se realizó un muestreo representativo en el servicentro de lavado vehicular para los parámetros contemplados en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM “Estándares de Calidad Ambiental (ECA), para Agua y establecen Disposiciones Complementarias”.

Para determinar la optimización de los biofiltros de flujo vertical y establecer cuál de los modelos es más eficiente, se llevó a cabo un proceso de evaluación exhaustivo. En este sentido, se implementó una trampa de grasa con una frecuencia de muestreo semanal, lo que significó recolectar datos cada 7 días. Esta trampa de grasa se instaló previamente al ingreso del agua residual a los biofiltros, funcionando como un pretratamiento diseñado para evitar que las grasas y aceites alcancen los biofiltros.

Es importante destacar que se realizaron muestreos tanto antes como después de este proceso de trampa de grasa. El objetivo principal de estos muestreos fue observar si la trampa de grasa influía en la reducción de la

cantidad de sólidos suspendidos, grasas y detergentes tratados por el biofiltro. Para obtener una representación visual de este proceso y sus resultados, se puede consultar la Tabla 6, que proporciona además una representación gráfica detallada de todo el procedimiento (Figura 3).

Tabla 6

Programa de muestreo semanal en un mes

Duración del análisis	Análisis del agua	N° de muestras	Total, muestras por semana
Semana 1	Agua cruda	1	5 muestras
	Trampa de grasa	1	
	Biofiltro 1	1	
	Biofiltro 2	1	
	Biofiltro 3	1	
Semana 2	Agua cruda	1	5 muestras
	Trampa de grasa	1	
	Biofiltro 1	1	
	Biofiltro 2	1	
	Biofiltro 3	1	
Semana 3	Agua cruda	1	5 muestras
	Trampa de grasa	1	
	Biofiltro 1	1	
	Biofiltro 2	1	
	Biofiltro 3	1	
Semana 4	Agua cruda	1	5 muestras
	Trampa de grasa	1	
	Biofiltro 1	1	
	Biofiltro 2	1	
	Biofiltro 3	1	
Total, muestras			20 muestras

Del monitoreo previo, se establece el experimento definitivo bajo el diseño completamente al azar (DCA), considerando a los cuatro monitoreos, uno

por cada semana, dando cuatro replicas por tratamiento (Biofiltro 1, Biofiltro 2 y Biofiltro 3), como se observa en la Tabla 7.

El modelo aditivo lineal para el DCA generalmente se expresa como:

$$Y_{ij}=\mu+\tau_i+\epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} es la respuesta observada (medida) para el tratamiento i en la réplica j.

μ es la media general.

τ_i es el efecto del tratamiento i.

ϵ_{ij} es el error experimental asociado con la observación.

Tabla 7

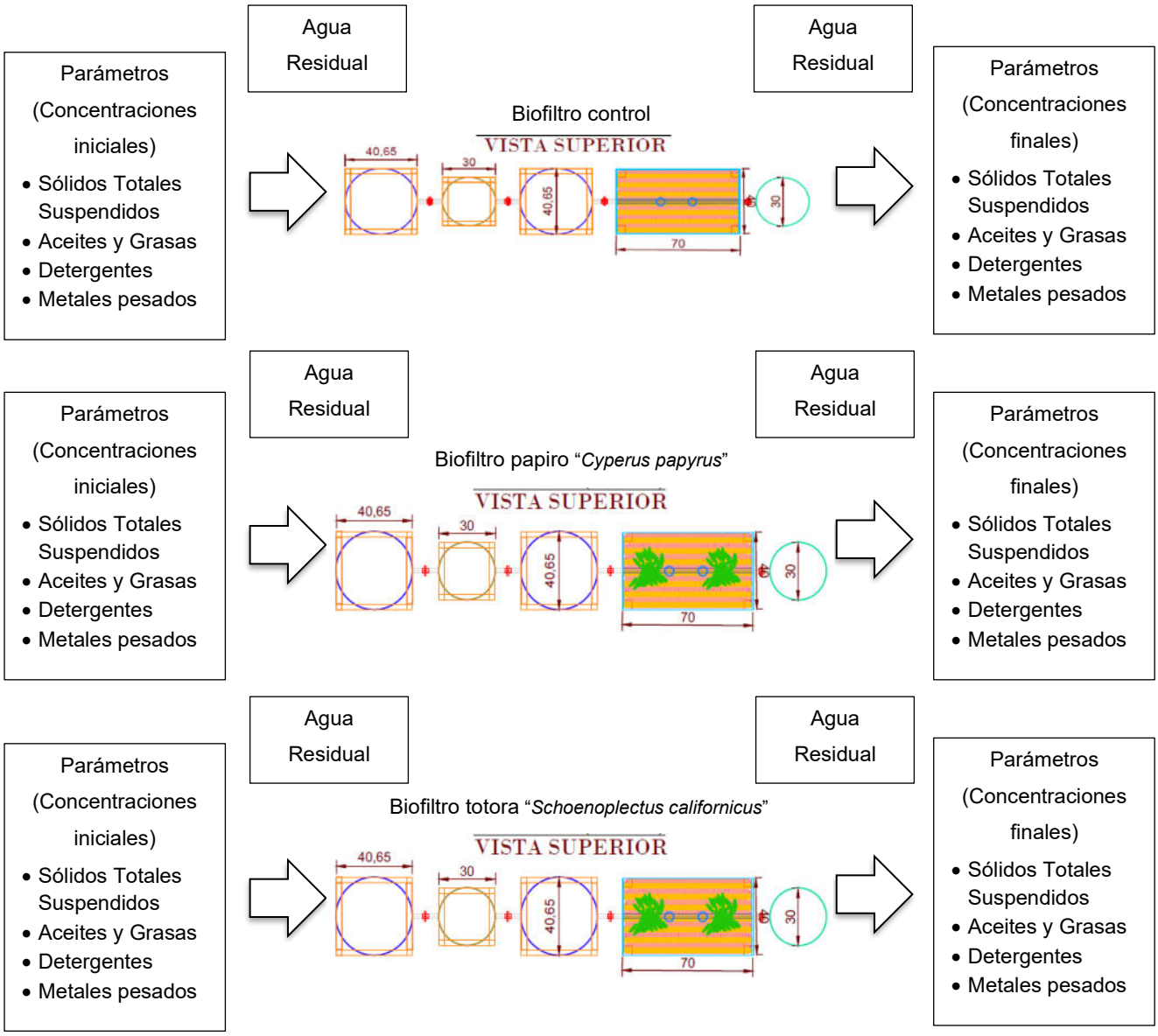
Croquis del diseño experimental

	Tratamientos		
	Biofiltro 1 (control)	Biofiltro 2 (papiro)	Biofiltro 2 (totora)
Un monitoreo por sema	R11	R21	R31
	R12	R22	R32
	R13	R23	R33
	R14	R24	R34

Nota. R11: Réplica 1 para Biofiltro 1 en Semana 1; R12: Réplica 2 para Biofiltro 1 en Semana 2; R13: Réplica 3 para Biofiltro 1 en Semana 3; R14: Réplica 4 para Biofiltro 1 en Semana 4.

Figura 3

Esquema de biofiltro superficial de flujo vertical



3.2.5.1 Análisis de muestras de laboratorio

Considerando las pruebas para Aceites y grasas, detergentes, Sólidos Suspendidos, la Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5), Demanda Química de Oxigeno (DQO), Conductividad Eléctrica, Temperatura, Potencial Hidrógeno y Metales pesados; se analizaron en el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y a su vez se envió a laboratorio externo que cumplan con la normatividad vigente.

Por consiguiente, se aseguró la integridad en la preservación de las muestras cumpliendo las Cadenas de Custodia respectivas recomendadas por la Autoridad Nacional del Agua-ANA, según el anexo 3 **"**Conservación y preservación de muestra de agua en función del parámetro evaluado".

3.3 Operacionalización de variables

Se presentan las variables independiente y dependiente (Anexo 2 y de la Tabla 1):

Variable independiente: Desempeño del biofiltro subsuperficial de flujo vertical

- Definición conceptual: Un biofiltro es un método autosuficiente para limpiar el agua, los principios básicos de la biofiltración son simples. La materia viva natural, como las plantas se utiliza para filtrar los contaminantes dañinos u ofensivos; en ese sentido, los HA se consideran la técnica económica y sostenible más deseable que proporciona procesos físicos, químicos y biológicos para el tratamiento de diversas aguas residuales (Stefanakis et al., 2014); como el *C. papyrus* y *S. Californicus* son los macrófitos emergentes, su capacidad para utilizar los nutrientes de las aguas residuales y la incorporación de sustancias orgánicas a su fitomasa, la convierten en las plantas más adecuadas para la fitorremediación de aguas residuales (Mburu et al., 2015; Cuadrado et al., 2014).
- Definición operacional: El desempeño fue evaluado mediante el porcentaje de eliminación de un determinado constituyente en una planta o unidad de tratamiento se suele expresar como el porcentaje (%) de eficiencia de eliminación (von Sperling et al., 2020).
- Indicadores: Se estableció tres dimensiones: La eficiencia del biofiltro donde se mide mediante porcentaje; las características de la especie vegetal *C. papyrus* y *S. Californicus* que se definirá por el tamaño de la raíz, del tallo, la edad y el grosor; asimismo tiene por dimensión al diseño del humedal artificial definido por su pendiente, dimensiones, tiempo de retención hidráulica, sustrato, grava y caudal.

Variable dependiente: Tratamiento de agua de lavado vehicular

- Definición conceptual: Las aguas residuales derivadas del lavado vehicular tienen como principal problema por la presencia de partículas suspendidas que se originan en la suciedad de los vehículos, el aceite en el exterior de los vehículos, el aceite y la grasa generados por la cera de los autos y los tensioactivos aniónicos causados por el uso de detergentes y materia orgánica; considerados una fuente importante de contaminación del agua que pueden tener un gran impacto en el medio ambiente si no se gestionan y vierten adecuadamente (Kuan et al., 2022; Sarmadi, et al., 2020).
- Definición operacional: Se midieron a través de los parámetros fisicoquímicos, metales pesados y parámetros de control antes y después de utilizar el biofiltro; además de comparar con los ECA.
- Indicadores: Está definido por tres indicadores mencionando a los parámetros fisicoquímicos del agua residual, el cual se determina mediante la cantidad de aceites y grasas, detergentes, SST, DQO, DBO_5; concentración de metales pesados; asimismo tiene parámetros de control los cuales conforman la conductividad eléctrica, temperatura y potencial de hidrógeno de las aguas; por último, se tiene a ECA de agua la reutilizar en uso recreativo, el cuál está definido por la concentración de los contaminantes del agua.

3.4 Población y muestra

- **Población**

  Según Hernández y Mendoza (2018), la población se refiere al conjunto completo de elementos o unidades que poseen las características que un investigador desea estudiar. En este caso específico, la población de estudio está constituida por las descargas de aguas residuales resultantes del proceso de lavado de vehículos ubicados en los sectores de la provincia de Ilo (ver anexo 3).

- **Muestra**

  La muestra se refiere a una porción representativa y específica de la población de estudio (Hernández y Mendoza, 2018). Constó de un

volumen de 0.6 m³ (600 litros) de agua residual de lavado vehicular, que ingresó en cada uno de los biofiltros: biofiltro1 control, biofiltro 2 papiro y biofiltro 3 totora.

3.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.5.1 Técnicas

3.5.1.1 Caracterización del efluente del lavado de carros

Para poder realizar la caracterización se visitó el centro de lavado vehicular con el fin de obtener la basta información sobre la composición de sus aguas residuales, después de realizar el servicio de lavado; así mismo, se visualizó el punto de captación de agua residual del drenaje para determinar el punto de muestreo.

En relación a los parámetros de medición, se pretende seleccionar los indicadores de los parámetros control, parámetros fisicoquímicos y metales pesados del agua residual.

Es preciso mencionar que para la selección de los puntos de muestro del proyecto, se ubicó en cinco puntos estratégicos, como son: entrada al atrapa grasas, salida del atrapa grasas, salida del biofiltro 1 control, salida del biofiltro 2 papiro y la salida del biofiltro 3 totora.

3.5.1.2 Técnicas para las pruebas experimentales

Para poder desarrollar las pruebas experimentales que respaldaron la hipótesis planteada, fue necesario realizar el diseño y la construcción de los biofiltros. La concepción y creación de estos biofiltros se fundamenta en los conceptos teóricos delineados en el marco teórico previamente establecido. Estas etapas se llevaron a cabo en las instalaciones de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. A continuación, se presentan en detalle los cálculos relacionados con el diseño del biofiltro de flujo vertical.

- **Cálculo del área superficial (As),** en la Ecuación 2 (Delgadillo et al., 2010).

$$\boldsymbol{As = L \times W} \qquad (\mathbf{2})$$

Biofiltro 1:

$$As1 = L1 \times W1$$
$$As1 = 0.7m \times 0.4m$$
$$As1 = 0.28m^2$$

Biofiltro 2:

$$As2 = L2 \times W2$$
$$As2 = 0.7m \times 0.4m$$
$$As2 = 0.28m^2$$

Biofiltro 3:

$$As3 = L3 \times W3$$
$$As3 = 0.7m \times 0.4m$$
$$As3 = 0.28m^2$$

- **Calculo para la profundidad del biofiltro**

  En cuanto a la profundidad óptima para el biofiltro (ver Tabla 8), se sugiere mantenerla en el rango de 45 a 80 cm. En este caso, se consideró que una profundidad de 45 cm es la más beneficiosa, ya que favorece la nitrificación de las plantas y mejora su capacidad para eliminar los contaminantes. Además, es importante tener en cuenta las profundidades a las que las plantas seleccionadas desarrollan sus raíces, que suelen estar en el rango de 30 a 50 cm, según la información de (CONAGUA, 2018).

  Para lograr que las raíces se desarrollen a profundidades de al menos 30 cm, se recomienda reducir gradualmente el nivel del agua a medida que avancen las estaciones de crecimiento. Esto garantizará que las raíces tengan espacio suficiente para crecer en profundidad. Es esencial que la profundidad del medio no supere la capacidad de enraizamiento de las plantas, como se ilustra en la Figura 4.

Tabla 8

Profundades del biofiltro

Se propone	: $h = 0.45m$
Nivel de agua a tratar	: $h = 0.39m$
Borde libre	: $h = 0.06m$

Nota. Adaptado de CONAGUA (2018).

Figura 4

Vista 3D de biofiltro subsuperficial de flujo vertical



Nota. Elaboración propia-diseño en AUTOCAD

- **Cálculo del caudal (Q)**

Para poder dimensionar el biofiltro subsuperficial de flujo vertical, como primera medida fue el cálculo del caudal para ello, se usó como estrategia el método volumétrico el cual trata sobre recoger agua en un recipiente y relacionarlo con el tiempo que demora este en ser recogido. Con esto se tiene el caudal el cual esta expresado en metros cúbicos (Ghosh y Gopal, 2010) y estuvo determinado en días, para ellos se hará uso de un balde de 20L (Ecuación 3).

$$\boldsymbol{Q = \frac{V}{T}} \qquad (\mathbf{3})$$

$$Q = \frac{30L}{1d} \times \frac{1m^3}{1000L}$$

$$Q = 0.03\, {}^{m^3}/_{d}$$

- **Cálculo del tiempo de retención hidráulica**

Para calcular el período de retención hidráulica, se empleará la Ecuación 4 (Ghosh y Gopal, 2010), teniendo en cuenta el lecho granular específico utilizado en cada dispositivo, considerando diversas áreas superficiales.

$$\boldsymbol{TRH = \frac{n \times As \times d}{Q}} \qquad (\mathbf{4})$$

Tiempo de retención hidráulica en el biofiltro 1

$$TRH_{arena\ gruesa} = \frac{0.32 \times 0.28m^2 \times 0.13m}{0.03\frac{m^3}{d}}$$

$$TRH_{arena\ gruesa} = 0.38826d$$

$$TRH_{grava\ media} = \frac{0.40 \times 0.28m^2 \times 0.13m}{0.03\frac{m^3}{d}}$$

$$TRH_{grava\ media} = 0.4853d$$

$$TRH_{Piedra\ de\ canto\ rodado} = \frac{0.45 \times 0.28m^2 \times 0.13m}{0.03\frac{m^3}{d}}$$

$$TRH_{Piedra\ de\ conto\ rodado} = 0.546d$$

Tiempo de retención hidráulica en el biofiltro 2

$$TRH_{arena\ gruesa} = \frac{0.32 \times 0.28m^2 \times 0.13m}{0.03\frac{m^3}{d}}$$

$$TRH_{arena\ gruesa} = 0.38826d$$

$$TRH_{grava\ media} = \frac{0.40 \times 0.28m^2 \times 0.13m}{0.03\frac{m^3}{d}}$$

$$TRH_{grava\ media} = 0.4853d$$

$$TRH_{Pidra\ de\ canto\ rodado} = \frac{0.45 \times 0.28m^2 \times 0.13m}{0.03\frac{m^3}{d}}$$

$$TRH_{grava\ media} = 0.546d$$

Tiempo de retención hidráulica en el biofiltro 3

$$TRH_{arena\ gruesa} = \frac{0.32 \times 0.28m^2 \times 0.13m}{0.03\frac{m^3}{d}}$$

$$TRH_{arena\ gruesa} = 0.5824d$$

$$TRH_{grava\ media} = \frac{0.40 \times 0.28m^2 \times 0.13m}{0.03\frac{m^3}{d}}$$

$$TRH_{grava\ media} = 0.4853d$$

$$TRH_{Pidra\ de\ canto\ rodado} = \frac{0.45 \times 0.28m^2 \times 0.13m}{0.03\frac{m^3}{d}}$$

$$TRH_{grava\ media} = 0.546d$$

Tiempo de retención hidráulica total por biofiltro

$$TRH_{total} = 0.38826d + 0.4853d + 0.546d$$

$$TRH_{total} = 1.41956d$$

$$TRH_{total} = 1.42d$$

- **Cálculo de la Pendiente**

  Para la pendiente se considera como la inclinación que debe tener el humedal, para este caso es necesario que la pendiente en la superficie no tenga ángulo con un 0% con el fin de evitar encharcamientos, sin embargo, al fondo del humedal se recomienda que debe contar con un ángulo de entre 0.5 a 2%, para este caso se consideró como optimo al 1% de inclinación esto con el fin de drenar el agua y su construcción (García-Ávila et al., 2019).

$$Pendiente = 1\%$$

- **Cálculo de la operatividad del diseño de los biofiltros**

  Los biofiltros fueron sometidos a una prueba de operación con el objetivo de establecer los parámetros finales del diseño. Uno de estos parámetros fue el caudal, el cual se utilizó para determinar el flujo de entrada a los biofiltros construidos, estableciéndose en 0.06 m^3/d. Estos operaron a flujo constante, garantizando que el caudal de entrada fuera equivalente al caudal de salida. Posteriormente, se determinó el respectivo tiempo de retención hidráulica (TRH) para cada biofiltro: Biofiltro 1 (Control), biofiltro 2 de papiro y biofiltro 3 de totora, estimándose un TRH de 2.13 días para cada biofiltro de flujo vertical.

  Luego se llevó a cabo la caracterización de los factores químicos y físicos de las aguas residuales, considerando como contaminantes los sólidos, aceites y grasas, detergentes, sólidos suspendidos, DBO_5, DQO y metales pesados (Ghosh y Gopal, 2010; CONAGUA, 2018).

3.5.2 Instrumentos para la recolección de datos

El instrumento empelado para el trabajo de investigación fue evaluado con fichas de observación. Como señala Arias y Covinos (2021) este instrumento se usa cuando el investigador tiene como objetivo medir, analizar y verificar el objeto de estudio, generalmente sirve para recoger información en un trabajo de campo, laboratorio o similares, para lo cual se detalla los instrumentos elaborados a continuación y en anexo 5:

Ficha 1. Ficha de análisis de parámetros fisicoquímicos, metales pesados y de control del agua residual del lavado de autos antes del tratamiento.

Ficha 2. Ficha de análisis de los parámetros fisicoquímicos, metales pesados y de control durante el tratamiento del agua residual del lavado de autos.

3.5.2.1 Actividades de pre muestreo

- **Equipos e instrumentos para el muestreo**

  Los equipos e instrumentos de medición en el lugar de muestreo cumplieron con las normas establecidas en el protocolo de monitoreo. Previo a su despliegue en campo, se realizaron la limpieza y calibración de los equipos. Entre los principales equipos utilizados se encontraba

el multiparámetro para medir el pH y la conductividad eléctrica, un termómetro digital para registrar la temperatura, y un cooler que mantuvo las muestras a una temperatura constante de 4±2 grados Celsius.

- **Recipientes**

  Los frascos empleados para la toma de muestras cumplieron con las condiciones de cuidado especificadas en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales – ANA. Estos recipientes fueron proporcionados por el Laboratorio de la Universidad Nacional de Moquegua (UNAM) Filial Ilo y por laboratorios privados. Fueron sometidos previamente a procesos de esterilización, sellado y etiquetado según protocolo. Se utilizaron diferentes tipos de envases, incluyendo frascos de polietileno y vidrio de 1000 ml, y frascos de polietileno y vidrio de 500 ml.

- **Preservantes**

  Durante los monitoreos, las muestras fueron transportadas al laboratorio de manera adecuada para conservar las condiciones físicas, químicas y biológicas originales del agua. Algunos envases requirieron la adición de productos químicos preservantes, y todas las muestras fueron almacenadas en un ambiente frío utilizando un cooler para mantener la temperatura adecuada.

- **Materiales de muestreo en campo**

  En el proceso de recolección de muestras y medición de parámetros in situ, se utilizaron diversos materiales, como vasos precipitados de 500 mL, jarras plásticas de 1000 mL, frascos de vidrio de 1000 mL y bolsas de polietileno especial para muestras líquidas.

- **EPPS para el muestreo**

  Para garantizar la seguridad durante la recolección y análisis de muestras en el laboratorio, se utilizaron equipos de protección personal (EPP) adecuados. Estos incluyeron lentes de laboratorio, mascarillas de doble filtro, guantes quirúrgicos desechables y batas de laboratorio

3.5.2.2 Actividades de muestreo y recolección de muestra

- **Toma de muestra y preservación**

  Posterior a realizar la toma de muestra de agua, es fundamental la adición de preservantes para mantener la conservación y preservación adecuadas de las muestras. Para este propósito, se emplearon preservantes específicos como el ácido nítrico (HNO_3) y ácido sulfúrico (H_2SO_4). La utilización de estos preservantes es esencial para asegurar la estabilidad de los parámetros que fueron analizados en el laboratorio, garantizando la integridad y representatividad de las muestras recolectadas.

- **Llenado de la cadena de custodia**

  Para el adecuado llenado del registro de custodia, fue imperativo seguir el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, establecido por la ANA. En este proceso, se registraron los siguientes datos esenciales:

  - Nombre de la persona, correo, número telefónico del responsable de la toma de muestras
  - Nombre del proyecto
  - Código de la muestra, clasificación del agua
  - Fecha y hora de muestreo
  - Preservación de la muestra

  Esta recopilación de datos en el registro de custodia fue esencial para mantener un seguimiento de las muestras y asegurar la trazabilidad y calidad de los resultados obtenidos en el proceso de análisis.

- **Almacenamiento, conservación y transporte de muestras**

  Una vez finalizada la recolección de muestras, se llevó a cabo el almacenamiento de los frascos en un cooler especialmente diseñado para mantener una temperatura adecuada. Esto aseguró que las muestras se conserven en condiciones óptimas hasta su transporte inmediato al laboratorio. Este procedimiento se llevó a cabo de acuerdo con las pautas establecidas en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, establecido por la

ANA, para cumplir rigurosamente con los tiempos de almacenamiento requeridos y así preservar la integridad de las muestras recolectadas.

3.6 Validación y confiabilidad de los instrumentos

Es fundamental destacar que la ejecución de esta tesis requirió el empleo de equipos e instrumentos de laboratorio. Para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos, fue imperativo que estos instrumentos contaran con la debida calibración, la cual fue acreditada por la Dirección de Acreditación de INACAL. Este proceso de calibración, respaldado por una entidad reconocida, fue esencial para asegurar la precisión de las mediciones realizadas y, por ende, para fortalecer la calidad y robustez de los datos obtenidos en la investigación.

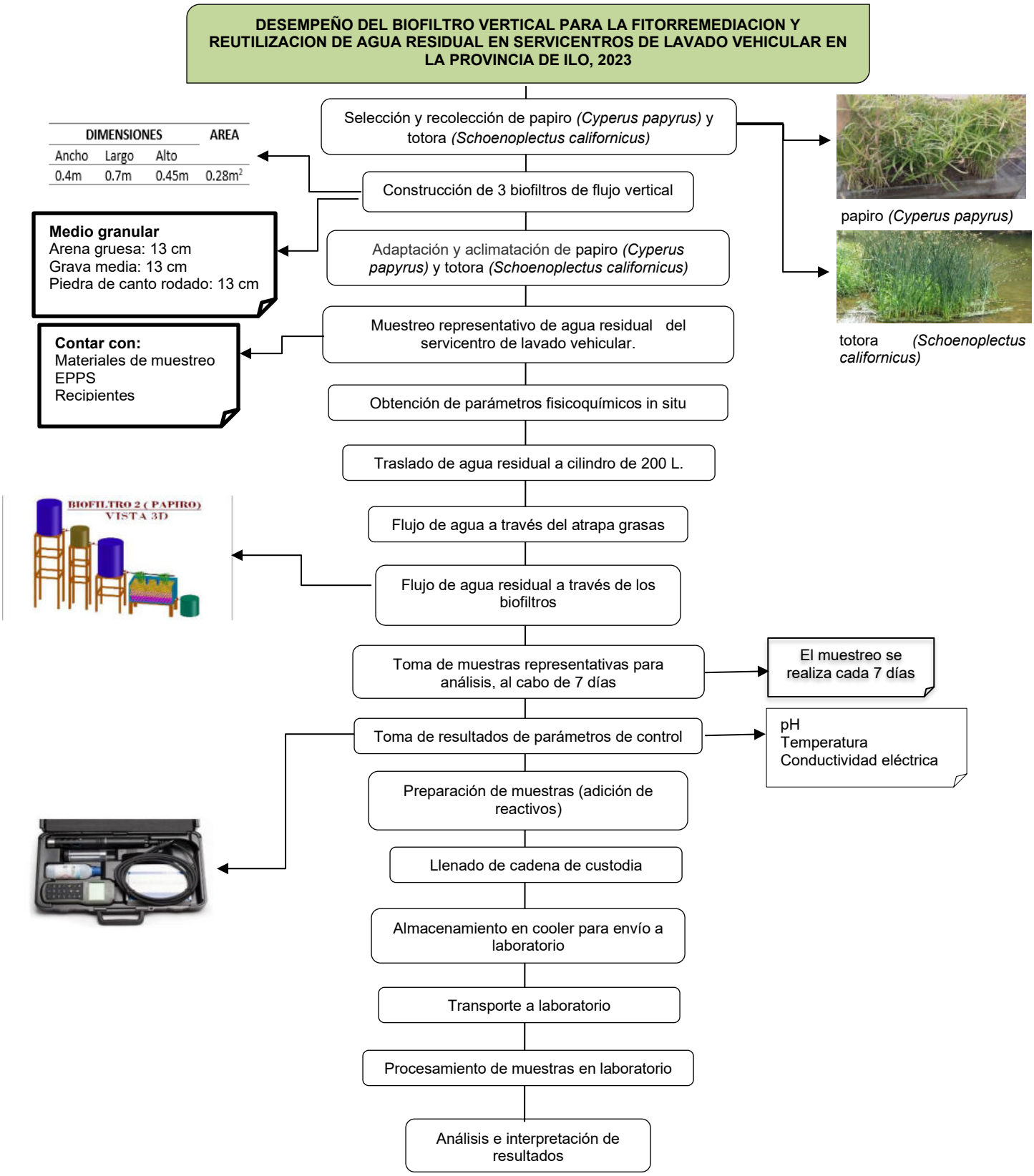
3.7 Métodos y técnicas para la preparación y análisis de datos

La data obtenida se tabuló en el software Microsoft Excel por medio de Tablas clasificando ambos instrumentos. En seguida, se utilizó el software IBM SPSS 26 versión español para realizar la estadística descriptiva el cual dio a conocer el promedio, los límites máximo y mínimo mediante las Tablas de frecuencia. Luego se realizó el análisis de inferencia, aplicando análisis de varianza (ANOVA) para comparar los humedales en el tratamiento del agua residual, para contrastar las hipótesis planteadas en la investigación.

3.7.1 Recolección, análisis y presentación de datos

Figura 5

Esquema del trabajo de campo



3.7.2 Modelo Estadístico

En el programa estadístico SPSS v. 21.0 para contrastar las hipótesis de igualdad de tratamientos biofiltros 1, 2 y 3, se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA) de un factor (Gutiérrez y De la Vara, 2008), para responder: ¿Existen diferencias entre los parámetros del agua residual tratada con los biofiltros 1 (control), 2 (papiro) y 3 (totora)? La respuesta a esta pregunta es el resultado de contrastar las hipótesis:

- H0: no existe diferencia significativa
- HA: existe diferencia significativa

En la Figura 6 se muestra el análisis de varianza que se aplicó. Si el valor-p es inferior a la significancia establecida α = 0.05 con un nivel de confianza del 95%, se rechaza H0 y se acepta HA que al menos un par de las 3 comparaciones tienen los parámetros del agua residual diferentes. Los grados de libertad se calculan de la siguiente manera:

- Grados de libertad para tratamientos: k−1=3−1=2
- Grados de libertad para el error: N−k=12−3=9
- Grados de libertad total: N−1=12−1=11

Donde k es el número de tratamientos (3 biofiltros) y N es el número total de observaciones (12 muestras: 4 de humedal control, 4 de papiro y 4 de totora).

Figura 6

ANOVA

FV	SC	GL	CM	F_0	Valor-p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^{k} \frac{Y_{i\bullet}^2}{n_i} - \frac{Y_{\bullet\bullet}^2}{N}$	$k-1$	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{k-1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	$P(F > F_0)$
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	$N-k$	$CM_E = \frac{SC_E}{N-k}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{\bullet\bullet}^2}{N}$	$N-1$			

Nota. Obtenido de Gutiérrez y De la Vara (2008).

Si al menos un par de las 3 comparaciones tienen los parámetros del agua residual diferentes ¿Cuáles de las 3 comparaciones son diferentes entre sí? Para abordar esta pregunta, se realizó todas las combinaciones posibles de comparaciones entre las medias de los diferentes tratamientos, evaluando cada par por separado, para lo cual se desarrolló mediante los métodos de comparaciones múltiples de método de Tukey para diferenciar entre tratamientos.

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Remoción de A y G, Detergentes, SST, DBO_5 y DQO del agua de lavado vehicular en el biofiltro

- **Remoción de detergentes**

La Tabla 9 muestra la remoción de detergentes, la trampa de grasas logró atrapar como máximo el 14,61% en la semana 4. Mientras la máxima remoción, en el biofiltro control llegó al 92,89% en la segunda semana, en el humedal con totora al 99,68% en la primera semana y en biofiltro con papiro el 99,65% en la primera semana, ligeramente inferior al biofiltro con totora.

Tabla 9

Remoción de detergentes en el biofiltro

N°	Entrada	Atrapa grasas		Control		Totora		Papiro	
	mg/L	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%
1	7,018	6,234	11,17	0,860	86,20	0,020	99,68	0,022	99,65
2	7,116	6,185	13,08	0,440	92,89	0,022	99,64	0,026	99,58
3	3,519	3,431	2,50	1,417	58,70	0,020	99,42	0,020	99,42
4	6,104	5,212	14,61	0,709	86,40	0,099	98,10	0,060	98,85

Para realizar la comparación de la remoción de detergentes en humedal control, humedal con totora y humedal con papiro, en primer lugar, se empleó la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 10), para verificar la distribución de los datos presentados en la Tabla 9.

Tabla 10

Pruebas de normalidad de datos de remoción de detergentes

		Shapiro-Wilk			
Parámetro	Biofiltro	Estadístico	gl	Sig.	Decisión
Detergente	Control	0,797	4	0,097	Tiene distribución normal
	Totora	0,749	4	0,038	No tiene distribución normal
	Papiro	0,841	4	0,197	Tiene distribución normal

Dado que, los datos para el humedal con totora, no presentan una distribución normal, se empleó la estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para demostrar la hipótesis de:

Ha: La distribución del % de remoción de detergentes difiere en el biofiltro control, totora y papiro.

Ho: La distribución del % de remoción de detergentes es la misma para el biofiltro control, totora y papiro.

α= Nivel de significancia (p=0,05); Para el nivel de confianza de 95%.

Tabla 11

Kruskal-Wallis comparación del humedal en la remoción de detergente

	%Remoción de detergentes
H de Kruskal-Wallis	7,420
gl	2
significancia asintótica	0,024

Nota. prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

En la Tabla 11, se muestra que el p valor de 0,024 es inferior a 0,05 por lo que se admite la hipótesis alterna de que, la distribución del % de remoción de detergentes difiere del biofiltro control, totora y papiro. Por lo que fue necesario realizar las múltiples comparaciones del estadístico de Tukey identificando las diferencias (Tabla 12).

Tabla 12

Comparación para cada punto de remoción de detergentes

Muestra1 - Muestra2	Estadístico de prueba	Des v. Error	Sig.
Control-papiro	-5,875	2,545	,021
Control-totora	-6,125	2,545	,016
Papiro-control	,250	2,545	,922

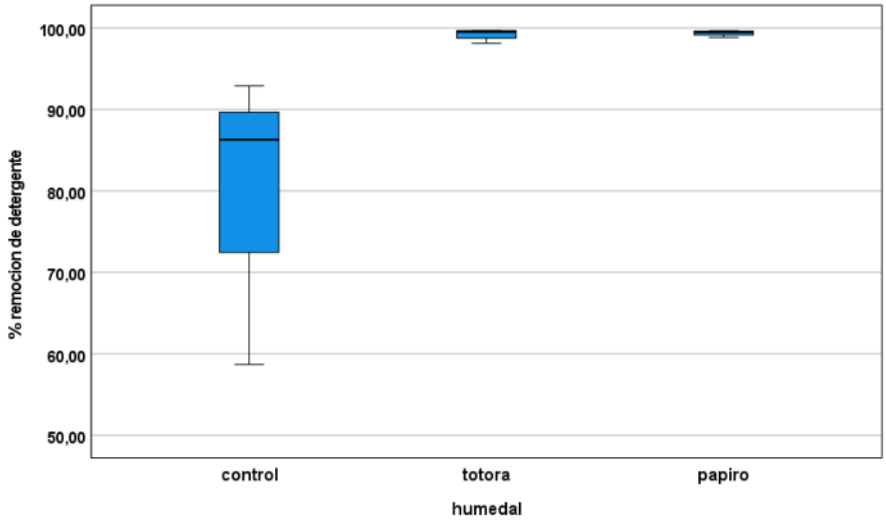
Nota. Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05.

La Tabla 12 mostró que existe diferencia significativa (p<0,05) entre el humedal control y humedal papiro; humedal control con el biofiltro totora. El cual es evidente en la Figura 7 donde la mediana del % de remoción de

detergentes en el biofiltro con totora y el biofiltro con papiro son superiores con una mediana cercana al 100%, que la mediana menor del 90% del humedal control.

Figura 7

Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de detergentes



- **Remoción de SST**

La Tabla 13 muestra los resultados descriptivos de la remoción de sólidos suspendidos totales. La trampa de grasas logró atrapar a una concentración <5,0 mg/L, en la primera semana de una concentración inicial de 18 mg/L, en otras semanas logró atrapar mayor al 28,89%. Por otro lado, el biofiltro control, con papiro y con totora lograron remover de forma similar en toda la semana a una concentración <5,0 mg/L, fuera del límite de detección por ende ya no se realizó el análisis inferencial.

Tabla 13

Remoción de SST

N°	Entrada	Atrapa grasas		Control		Totora		Papiro	
	mg/L	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%
1	18	<5,0	-	<5,0	-	<5,0	-	<5,0	-
2	26	8,5	67,31	<5,0	-	<5,0	-	<5,0	-
3	9,0	5,6	37,78	<5,0	-	<5,0	-	<5,0	-
4	9,0	6,4	28,89	<5,0	-	<5,0	-	<5,0	-

- **Remoción de DBO_5**

La Tabla 14 muestra la remoción de DBO_5, la trampa de grasas logró atrapar como máximo el 16,08% en la semana 4. Mientras la máxima remoción, en el biofiltro control llegó al 63,32% en la cuarta semana, en el biofiltro con totora al 86,51% en la primera semana y en biofiltro con papiro el 64,49% en la cuarta semana, inferior al humedal con totora, pero mayor al humedal control.

Tabla 14

Resultados de la remoción de DBO_5 en cada tratamiento

N°	Entrada	Atrapa grasas		Control		Totora		Papiro	
	mg/L	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%
1	61,3	57,8	5,71	34,8	39,79	7,8	86,51	27,2	52,94
2	88,1	79,1	10,22	32,4	59,04	28,6	63,84	45	43,11
3	63,3	60,9	3,79	36,6	39,90	22,6	62,89	30,3	50,25
4	51,0	42,8	16,08	15,7	63,32	9,7	77,34	15,2	64,49

Para realizar la comparación de la remoción de DBO_5 en biofiltro control, biofiltro con totora y biofiltro con papiro se empleó la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 15), con el cual se verificó la distribución de los datos de la Tabla 14.

Tabla 15

Pruebas de normalidad de datos de remoción de DBO_5

		Shapiro-Wilk			
Parámetro	Biofiltro	Estadístico	gl	Sig.	Decisión
DBO_5	Control	0,807	4	0,115	Tiene distribución normal
	Totora	0,882	4	0,349	Tiene distribución normal
	Papiro	0,967	4	0,824	Tiene distribución normal

Dado que, todos los datos presentan una distribución normal, se empleó el ANOVA. Para demostrar la hipótesis de:

Ha: La distribución del % de remoción de DBO_5 difiere en el biofiltro control, totora y papiro.

Ho: La distribución del % de remoción de DBO_5 es la misma para el biofiltro control, totora y papiro.

α= Nivel de significancia (p=0,05); Para el nivel de confianza de 95%

Tabla 16

ANOVA para la remoción de DBO_5

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1190,033	2	595,016	4,920	0,036
Dentro de grupos	1088,349	9	120,928		
Total	2278,382	11			

En la Tabla 16, se muestra que el p valor de 0,036 es inferior a 0,05 por lo que se admite la hipótesis alterna de que, la distribución del % de remoción de DBO_5 difiere en el humedal control, totora y papiro. Por lo que fue necesario realizar las múltiples comparaciones de la prueba de post hoc de HSD de Tukey, para identificar el humedal que mayor DBO_5 removió.

Tabla 17

Prueba de Tukey para el % de remoción de DBO_5

HSD Tukey[a]			
Humedal	N	**Subconjunto para alfa = 0,05**	
		1	**2**
Control	4	[A] 50,51	
Papiro	4	[A] 52,69	[C] 52,69
Totora	4		[C] 72,64
Sig.		0,958	0,071

Nota. El nivel de significancia es 0,05.

En la Tabla 17, se evidencia que la mayor remoción de DBO_5 fue con el humedal con totora, alcanzando en promedio el 72.64%. Aunque la diferencia entre el humedal con totora y el humedal con papiro (52.69%) no es estadísticamente significativa (p = 0,071), es evidente que el rendimiento del humedal con totora es superior. Por otro lado, la diferencia entre el humedal con totora y el humedal control (50.51%) sí es estadísticamente

significativa, indicando que el humedal con totora tiene un desempeño notablemente mejor.

Remoción de DQO

La Tabla 18 muestra la remoción de DQO, la trampa de grasas logró atrapar como máximo el 19,20% en la semana 4 y como mínimo el 3,67% en la primera semana. Mientras la máxima remoción, en el humedal control llegó al 54,88% en la cuarta semana, en el biofiltro con totora al 83,41% en la primera semana y en biofiltro con papiro el 65,54% en la cuarta semana, inferior al biofiltro con totora, pero mayor al humedal control.

Tabla 18

Remoción de DQO en el biofiltro

N°	Entrada	Atrapa grasas		Control		Totora		Papiro	
	mg/L	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%
1	130,8	126	3,67	58,1	53,89	20,9	83,41	63,2	49,84
2	196,8	180,5	8,28	83,1	53,96	77,2	57,23	74,5	58,73
3	143,0	139,1	2,73	93,9	32,49	42,3	69,59	80,1	42,42
4	136,1	109,7	19,40	49,5	54,88	31,3	71,47	37,8	65,54

Para realizar la comparación de la remoción de DQO en humedad control, biofiltro con totora y papiro se empleó la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 19). para verificar la distribución de los datos presentados en la Tabla 18.

Tabla 19

Pruebas de normalidad de datos de remoción de DQO

		Shapiro-Wilk			
Parámetro		Estadístico	gl	Sig.	Decisión
DQO	Control	0,797	4	0,097	Tiene distribución normal
	Totora	0,749	4	0,038	No tiene distribución normal
	Papiro	0,841	4	0,197	Tiene distribución normal

Según la Tabla 19, los datos de remoción de DQO en el biofiltro con totora no presentan una distribución normal, por lo que, se empleó la estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para demostrar la hipótesis de:

Ha: La distribución del % de remoción de DQO difiere en el biofiltro control, totora y papiro.

Ho: La distribución del % de remoción de DQO es la misma para el biofiltro control, totora y papiro.

α= Nivel de significancia (p=0,05); Para el nivel de confianza de 95%.

Tabla 20

Kruskal-Wallis comparación del biofiltro en la remoción de DQO

	%remoción de DQO
H de Kruskal-Wallis	6,000
gl	2
significancia asintótica	0,050

Nota. prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

En la Tabla 20, se muestra que el p valor de 0,05 es <= 0,05 por lo que, se acepta la Ha, la distribución del % de remoción de DQO difiere en el biofiltro control, totora y papiro. Por lo que fue necesario realizar las múltiples comparaciones del estadístico de Tukey identificando las diferencias en la Tabla 21.

Tabla 21

Comparación de remoción de DQO en los biofiltros

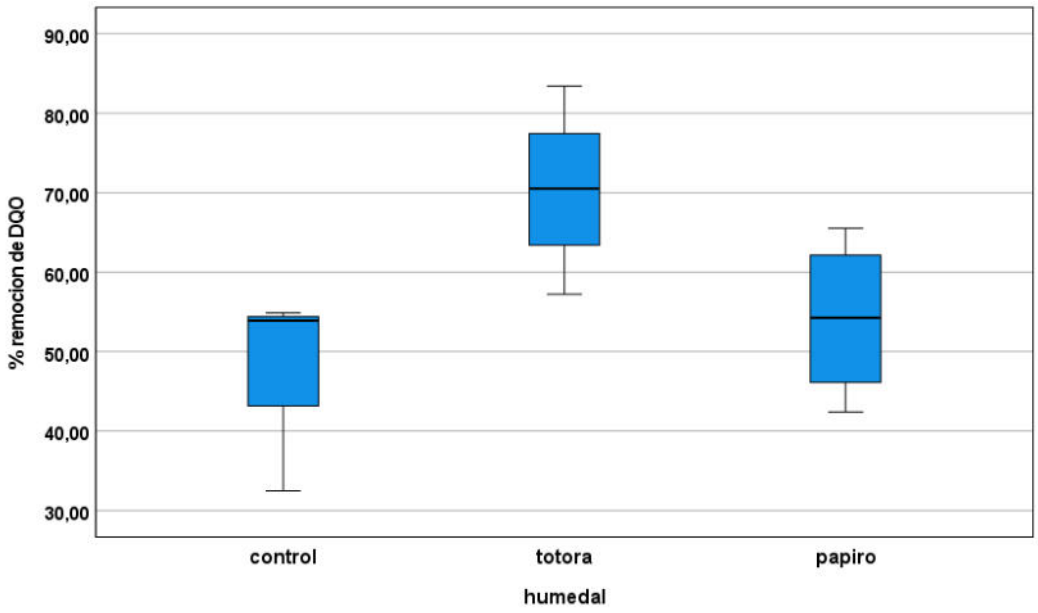
Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Sig.
Control-papiro	-1,500	2,550	,556
Control-totora	-6,000	2,550	,019
Papiro-control	4,500	2,550	,078

Nota. Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05.

La Tabla 21 mostró que existe diferencia significativa (p<0,05) entre el biofiltro control y con papiro; biofiltro control con biofiltro empelando totora. El cual es evidente en la Figura 8 donde la mediana del % de remoción de DQO en el biofiltro con totora (70%) es superior a la mediana del biofiltro control y a su vez a la mediana del biofiltro con papiro.

Figura 8

Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de DQO



4.1.2 Remoción de los metales pesados del agua de lavado vehicular empelando el biofiltro

- **Remoción de bario**

La Tabla 22 muestra la remoción de Ba, donde la trampa de grasas logró atrapar como máximo el 16,08% en la semana 4 y como mínimo el 3,79% en la tercera semana. Mientras la máxima remoción, en el biofiltro control llegó al 88,58% en la primera semana, en el biofiltro con totora al 73,39% en la primera semana, al igual que el biofiltro con papiro del 63,13 que fue inferior al biofiltro con totora, pero mayor al humedal control.

Tabla 22

Remoción de bario en el biofiltro

N°	Entrada	Atrapa grasas		Control		Totora		Papiro	
	mg/L	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%
1	0,198	12,83	5,71	0,020	88,58	0,046	73,39	0,064	63,13
2	0,192	5,06	10,22	0,030	83,42	0,074	59,36	0,103	43,44
3	0,173	4,99	3,79	0,038	76,57	0,073	55,34	0,091	44,42
4	0,230	13,87	16,08	0,044	77,99	0,082	58,81	0,095	51,99

Para realizar la comparación de la remoción de Ba en biofiltro control, con totora y papiro se empleó la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 23), con el cual se verificó la distribución de los datos presentados en la Tabla 22.

Tabla 23

Pruebas de normalidad de datos de remoción de bario

Parámetro		Shapiro-Wilk Estadístico	gl	Sig.	Decisión
Remoción de bario	Control	0,928	4	0,583	Tiene distribución normal
	Totora	0,818	4	0,138	Tiene distribución normal
	Papiro	0,881	4	0,343	Tiene distribución normal

Dado que, todos los datos presentan una distribución normal, se empleó el ANOVA. Para demostrar la hipótesis de:

Ha: La distribución del % de remoción de bario difiere en el biofiltro control, totora y papiro.

Ho: La distribución del % de remoción de bario es la misma para el biofiltro control, totora y papiro.

α= Nivel de significancia (p=0,05); Para el nivel de confianza de 95%.

Tabla 24

Análisis factorial para remoción de bario

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1962,225	2	981,112	16,673	<0,001
Dentro de grupos	529,597	9	58,844		
Total	2491,822	11			

En la Tabla 24, se muestra que el p valor es inferior a 0,05 por lo que se admite la hipótesis alterna de que, la distribución del % de remoción de Ba difiere en el biofiltro control, totora y papiro. Por lo que fue necesario realizar las múltiples comparaciones de la prueba de post hoc de HSD de Tukey, para el humedal que mayor bario removió.

Tabla 25

Prueba de Tukey para el % de remoción de bario

HSD Tukey[a]			
Humedal	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Papiro	4	[A] 50,74	
Totora	4	[A] 61,73	
Control	4		[B] 81,64
Sig.		0,162	1,000

Nota. El nivel de significancia es 0,05.

Según la Tabla 25, se evidencia que la mayor remoción de bario fue con el humedal control, alcanzando en promedio el 81.64%. Esta diferencia es significativa ($p<0,05$) comparada con el humedal con totora (61.73%) y el humedal con papiro (50.74%). Sin embargo, no hay una diferencia significativa entre el humedal con totora y el humedal con papiro ($p = 0,162$).

- **Remoción de hierro**

La Tabla 26 muestra la remoción de Fe, donde la trampa de grasas logró atrapar como máximo el 28,16% en la semana 1 y como mínimo el 1,76% en la tercera semana. Mientras la máxima remoción, en el biofiltro control llegó al 86,56% en la cuarta semana, en el biofiltro con totora al 99,78% en la cuarta semana, al igual que el biofiltro con papiro del 99,55% que fue ligeramente inferior al biofiltro con totora, pero superior al humedal control.

Tabla 26

Remoción de hierro en el biofiltro

N°	Entrada	Atrapa grasas		Control		Totora		Papiro	
	mg/L	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%
1	0,153	0,098	35,95	0,025	74,49	0,013	86,73	0,020	79,59
2	0,468	0,448	4,27	0,085	81,03	0,095	78,79	0,247	44,87
3	0,740	0,727	1,76	0,306	57,91	0,033	95,46	0,046	93,67
4	1,243	0,893	28,16	0,12	86,56	0,002	99,78	0,004	99,55

Para realizar la comparación de la remoción de Fe en biofiltro control, totora y papiro se empleó la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 27), con el cual se verificó la distribución de los datos de la Tabla 26.

Tabla 27

Pruebas de normalidad de datos de remoción de hierro

Parámetro		Shapiro-Wilk Estadístico	gl	Sig.	Decisión
Remoción de hierro	Control	0,934	4	0,617	Tiene distribución normal
	Totora	0,963	4	0,800	Tiene distribución normal
	Papiro	0,884	4	0,358	Tiene distribución normal

Dado que, todos los datos presentan una distribución normal, se empleó el ANOVA. Para demostrar la hipótesis de:

Ha: La distribución del % de remoción de hierro difiere en el biofiltro control, totora y papiro.

Ho: La distribución del % de remoción de hierro es la misma para el biofiltro control, totora y papiro.

α= Nivel de significancia (p=0,05); Para el nivel de confianza de 95%.

Tabla 28

Análisis factorial para remoción de hierro

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	488,485	2	244,242	0,870	0,451
Dentro de grupos	2526,006	9	280,667		
Total	3014,491	11			

En la Tabla 28, se muestra que el p valor de 0,451 es mayor a 0,05 por lo que se admite la hipótesis nula de que, la distribución del % de remoción de hierro es la misma para el humedal control, totora y papiro. Por tanto, no fue necesario realizar las múltiples comparaciones entre biofiltros.

- **Remoción de manganeso**

La Tabla 29 muestra la remoción de Mn, donde la trampa de grasas logró atrapar como máximo el 28,25% en la semana 4 y como mínimo el 6,48% en la tercera semana. Mientras la máxima remoción, en el biofiltro control llegó al 97,10% en la segunda semana, al igual que el biofiltro con totora (99,98%) y el biofiltro con papiro (99,98%).

Tabla 29

Remoción de manganeso en el biofiltro

N°	Entrada	Atrapa grasas		Control		Totora		Papiro	
	mg/L	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%
1	0,384	0,327	14,81	0,036	89,16	0,006	98,23	0,022	93,18
2	0,316	0,259	18,04	0,008	97,10	0,000	99,98	0,000	99,98
3	0,215	0,201	6,48	0,009	95,76	0,003	98,62	0,012	93,92
4	0,315	0,226	28,25	0,007	96,81	0,005	97,88	0,014	94,03

Para realizar la comparación de la remoción de Mn en biofiltro control, totora y papiro se empleó la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 30), con el cual se verificó la distribución de los datos de la Tabla 29.

Tabla 30

Pruebas de normalidad de datos de remoción de manganeso

		Shapiro-Wilk			
Parámetro		Estadístico	gl	Sig.	Decisión
Remoción de manganeso	Control	0,755	4	0,043	No tiene distribución normal
	Totora	0,897	4	0,416	Tiene distribución normal
	Papiro	0,736	4	0,028	No tiene distribución normal

Dado que, para totora, los datos no presentan una distribución normal, se empleó la estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para demostrar la hipótesis de:

Ha: La distribución del % de remoción de manganeso difiere en el humedal control, totora y papiro.

Ho: La distribución del % de remoción de manganeso es la misma para el humedal control, totora y papiro.

α= Nivel de significancia (p=0,05); Para el nivel de confianza de 95%.

Tabla 31

Prueba Kruskal-Wallis para la remoción de manganeso

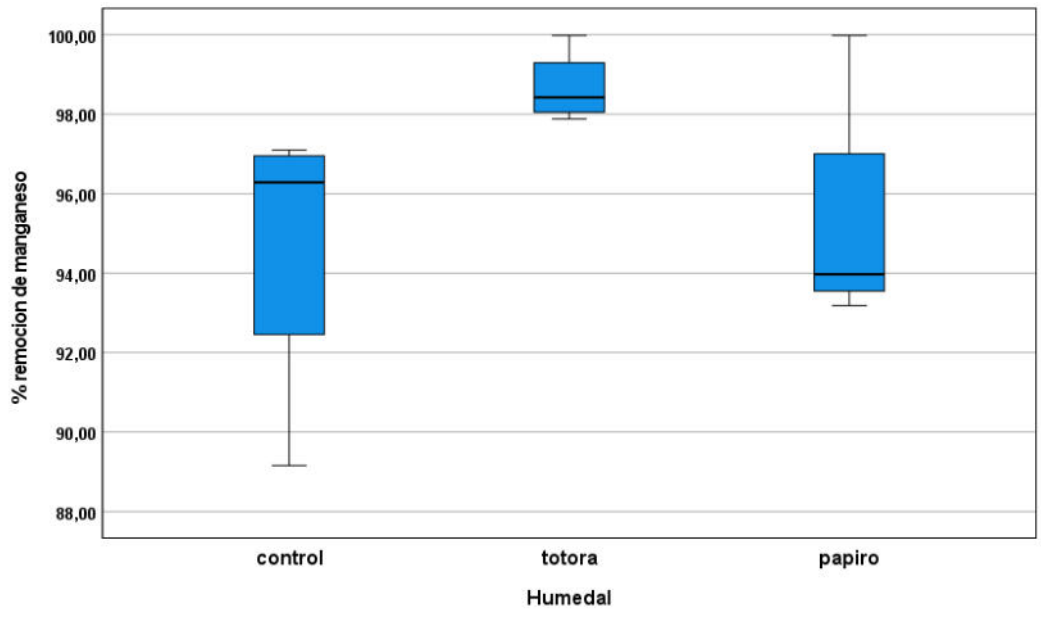
	% Remoción de manganeso
H de Kruskal-Wallis	4,545
gl	2
significancia asintótica	0,103

Nota: prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

En la Tabla 31, se muestra que el p valor (0,103) es mayor a 0,05, por lo que, se acepta la Ho, la distribución del % de remoción de manganeso es la misma para el humedal control, totora y papiro. Por lo que el porcentaje de remoción de Mn en cada humedal no difieren de manera significativa. Pero, como se muestra en la Figura 9 la mediana del % de remoción de Mn en el l biofiltro con totora (>98%) es superior a la mediana del biofiltro control y a su vez a la mediana del biofiltro con papiro.

Figura 9

Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de Mn



- **Remoción de silicio**

La Tabla 32 muestra la remoción de Si, donde la trampa de grasas logró atrapar como máximo el 9,22% en la semana 4 y como mínimo el 0,01%

en la tercera semana. Mientras la máxima remoción, en el biofiltro control llegó al 38,45% en la segunda semana, el biofiltro con totora al 56,16% en la cuarta semana y el biofiltro con papiro al 14,80% en la segunda semana.

Tabla 32

Remoción de silicio en el biofiltro

N°	Entrada	Atrapa grasas		Control		Totora		Papiro	
	mg/L	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%	mg/L	%
1	30,66	29,24	4,65	22,91	21,63	17,86	38,91	26,54	9,21
2	30,51	30,50	0,03	18,77	38,45	19,05	37,54	25,98	14,80
3	29,08	29,08	0,01	19,69	32,31	15,21	47,69	28,01	3,67
4	30,66	27,83	9,22	19,54	29,79	12,20	56,16	25,63	7,94

Para realizar la comparación de la remoción de Silicio en biofiltro control, totora y papiro se empleó la prueba de Shapiro-Wilk (Tabla 33), con el cual se verificó la distribución de los datos de la Tabla 32.

Tabla 33

Pruebas de normalidad de datos de remoción de silicio

		Shapiro-Wilk			
Parámetro		Estadístico	gl	Sig.	Decisión
Remoción de silicio	Control	0,985	4	0,932	Tiene distribución normal
	Totora	0,905	4	0,459	Tiene distribución normal
	Papiro	0,978	4	0,890	Tiene distribución normal

Dado que, todos los datos presentan una distribución normal, se empleó la ANOVA. Para demostrar la hipótesis de:

Ha: La distribución del % de remoción de silicio difiere en el biofiltro control, totora y papiro.

Ho: La distribución del % de remoción de silicio es la misma para el biofiltro control, totora y papiro.

α= Nivel de significancia (p=0,05); Para el nivel de confianza de 95%

Tabla 34

Análisis factorial para remoción de silicio

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2650.239	2	1325,120	27,522	<0,001
Dentro de grupos	433.331	9	48,148		
Total	3083.570	11			

En la Tabla 34, se muestra que el p valor es inferior a 0,05 por lo que se admite la hipótesis alterna de que, la distribución del % de remoción de silicio difiere en el biofiltro control, totora y papiro. Por lo que, fue necesario realizar las múltiples comparaciones de la prueba de post hoc de HSD de Tukey, para el humedal que mayor silicio removió.

Tabla 35

Prueba de Tukey para el % de remoción de silicio

HSD Tukey[a]				
Humedal	N	**Subconjunto para alfa = 0.05**		
		1	**2**	**3**
Papiro	4	[A] 8,91		
Control	4		[B] 30,55	
Totora	4			[C] 45,08
Sig.		1,00	1,00	1,00

Nota. El nivel de significancia es 0,05.

Se evidencia que la mayor remoción de silicio fue con el humedal con totora alcanzando 45,08%, difiere de manera significativa (p<0,05) del humedal control (30,55%), y a la vez difiere de manera significativa del humedal con papiro (8,91%).

4.1.3 Variación de los parámetros de pH, conductividad y temperatura en el tratamiento del agua

En la Tabla 36 y Figura 10 se muestra que los niveles de pH en el ingreso fueron entre 8,22 a 8,34, manteniéndose cercano a ese rango en la trampa de grasas y en el biofiltro control; mientras que hubo una reducción a 7,11-

7,66 en el biofiltro con papiro y aun mayor reducción a 6,88-6,93 en el biofiltro con totora.

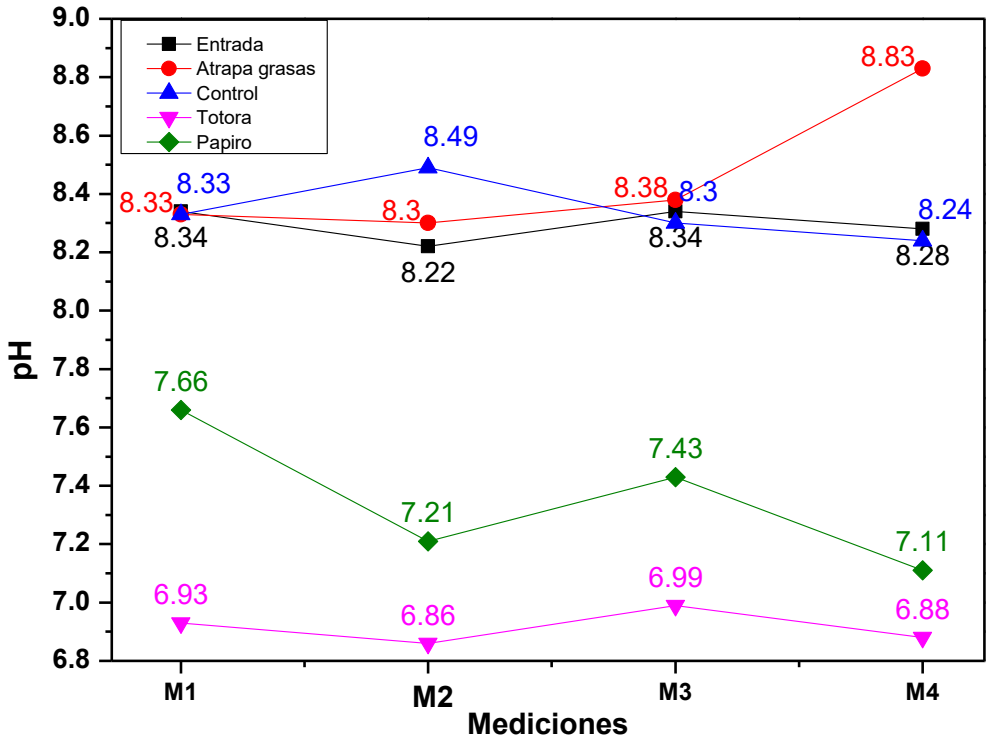
Tabla 36

Variación de pH en el tratamiento del agua

N°	Entrada	Atrapa grasa	Control	Totora	Papiro
1	8,34	8,33	8,33	6,93	7,66
2	8,22	8,3	8,49	6,86	7,21
3	8,34	8,38	8,3	6,99	7,43
4	8,28	8,83	8,24	6,88	7,11

Figura 10

Comparación grafica de la variación de pH en cada biofiltro



En la Tabla 37 y Figura 11 se muestra la variación de la temperatura (°C) en el tratamiento del agua. Se observa que la temperatura al ingreso en cada semana se mantuvo sin una variación considerable en la trampa de grasas, el biofiltro control, biofiltro con totora y papiro.

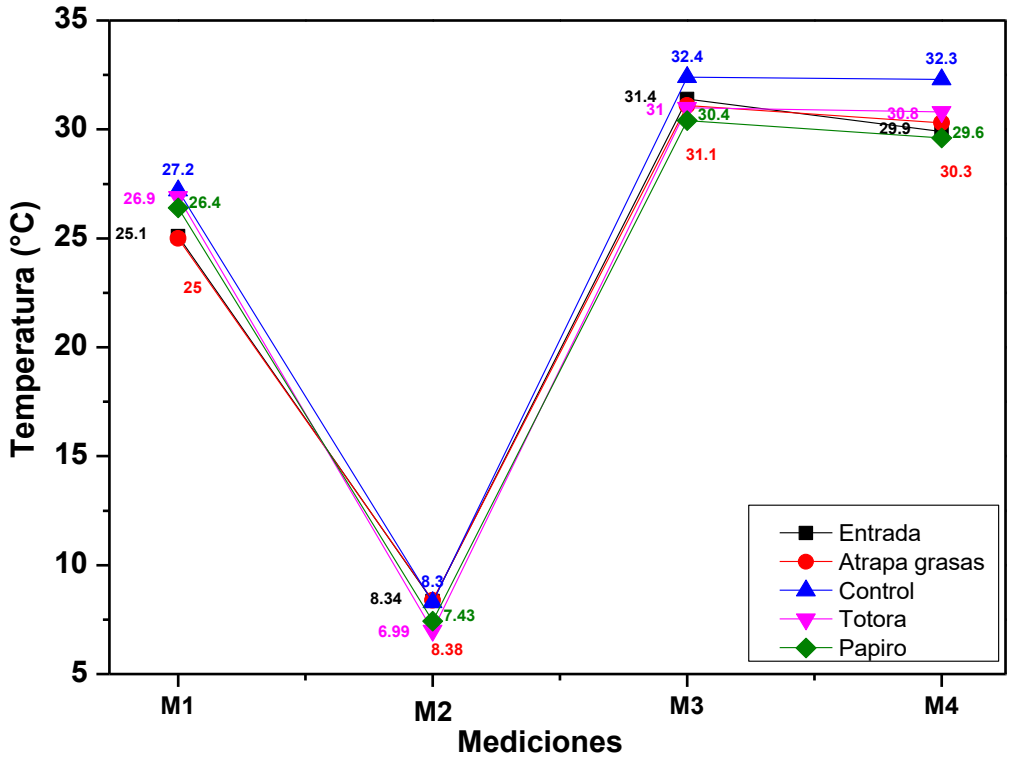
Tabla 37

Variación de temperatura (°C) en el tratamiento del agua

N°	Entrada	Atrapa grasa	Control	Totora	Papiro
1	25,1	25	27,2	26,9	26,4
2	8,34	8,38	8,3	6,99	7,43
3	31,4	31,1	32,4	31	30,4
4	29,9	30,3	32,3	30,8	29,6

Figura 11

Comparación grafica de la variación de pH en cada biofiltro



La conductividad eléctrica como se muestra en la Tabla 38 y Figura 12, en cada semana incrementó al pasar por trampa de grasas, siguiendo el incremento en el biofiltro control, aun mas en el biofiltro totora y, por último, al biofiltro con papiro, de manera ascendente.

Tabla 38

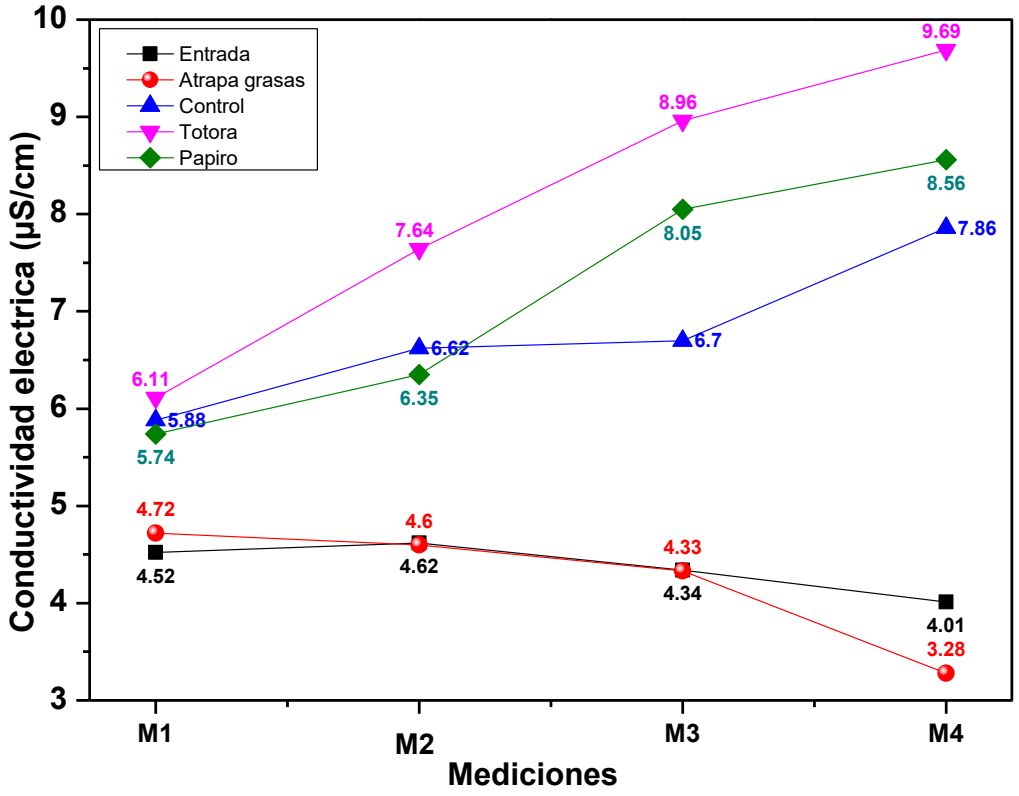
Variación de la conductividad eléctrica (uS/cm) en el tratamiento del agua

N°	Entrada	Atrapa grasa	Control	Totora	Papiro
1	4,52	4,72	5,88	6,11	5,74
2	4,62	4,6	6,62	7,64	6,35

3	4,34	4,33	6,7	8,96	8,05
4	4,01	3,28	7,86	9,69	8,56

Figura 12

Comparación grafica de la variación de pH en cada biofiltro



4.1.4 Factibilidad de reutilización del agua tratada con el biofiltro vertical

En la Tabla se muestra la comparación de las características fisicoquímicas del agua residual inicial (ingreso al humedal), salida de trampa de grasas, biofiltro control, biofiltro con totora y papiro con el ECA del D. S. N° 004-2017-MINAM de subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación en particular, B1. Contacto primario y B2. Contacto secundario. Se muestra mayormente en el biofiltro con totora el cumplimiento del ECA en todas las semanas.

Tabla 39

Comparación de parámetros fisicoquímicos del agua con el ECA

	ECA: B1	ECA: B2	Inicial	Trampa de grasas	control	Totora	Papiro
Detergentes (mg/L)	0,5	Ausencia de espuma persistente	7,018	6,234	0,860	0,020	0,022
			7,116	6,185	0,440	0,022	0,026
			3,519	3,431	1,417	0,020	0,020
			6,104	5,212	0,709	0,099	0,060
SST (mg/L)	*VMA: 500 mg/L		18	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
			26	8,5	<5,0	<5,0	<5,0
			9,0	5,6	<5,0	<5,0	<5,0
			9,0	6,4	<5,0	<5,0	<5,0
DBO (mg/L)	5	10	61,3	57,8	34,8	7,8	27,2
			88,1	79,1	32,4	28,6	45
			63,3	60,9	36,6	22,6	30,3
			51,0	42,8	15,7	9,7	15,2
DQO (mg/L)	30	50	130,8	126	58,1	20,9	63,2
			196,8	180,5	83,1	77,2	74,5
			143,0	139,1	93,9	42,3	80,1
			136,1	109,7	49,5	31,3	37,8
pH	6-9	-	8,33	8,33	6,93	7,66	8,33
			8,3	8,49	6,86	7,21	8,3
			8,38	8,3	6,99	7,43	8,38
			8,83	8,24	6,88	7,11	8,83

Nota. B1. Contacto primario y B2. Contacto secundario

Tabla 40

Comparación de metales pesados del agua con el ECA

	ECA: B1	ECA: B2	Entrada	Trampa de grasas	control	Totora	papyrus
Bario (mg/L)	0,7	-	0,198	0,173	0,020	0,046	0,064
			0,192	0,182	0,030	0,074	0,103
			0,173	0,164	0,038	0,073	0,091
			0,230	0,198	0,044	0,082	0,095

Hierro (mg/L)	0,3	-	0,153	0,098	0,025	0,013	0,020
			0,468	0,448	0,085	0,095	0,247
			0,740	0,727	0,306	0,033	0,046
			1,243	0,893	0,12	0,002	0,004
Manganeso (mg/L)	0,1	-	0,384	0,327	0,036	0,006	0,022
			0,316	0,259	0,008	0,000	0,000
			0,215	0,201	0,009	0,003	0,012
			0,315	0,226	0,007	0,005	0,014

4.2 Discusión

Para la remoción de detergentes del agua residual en servicentros de lavado vehicular, se logró la máxima remoción del 99,68% con el humedal con totora, que fue ligeramente superior al humedal con papiro de 99,65%; ambos resultados fueron significativamente ($p<0,05$) superiores al humedal control que logro la máxima remoción de 86,20%; mientras que la trampa de grasas solo atrapó como máximo el 14,61%. Resultados similares obtuvo Nacar et al. (2022), en el tratamiento del agua de lavado de autos por medio de la aplicación de carrizo en el humedal artificial subterráneo, logrando hasta un 90% de eliminación de detergente con la vegetación con una tasa de carga de 75 L/m^2. Por lo que, el agua tratada puede reutilizarse o considerar en el uso de riego de vegetales. Mientras que Mendez y Severino (2022), en el tratamiento de agua de lavado de vehicular empleando un biofiltro con “papiro enano” *C. haspan*, lograron remover más del 99% de detergentes, facilitado por la presencia de otros elementos en el biofiltro, como plantas acuáticas y trampas de grasa, que interfirieron en el proceso de eliminación de contaminantes, como fue el caso de la presente investigación.

Por otro lado, en la remoción de sólidos suspendidos totales del agua de lavado vehicular, todos los biofiltros de control, totora y papiro lograron remover < al 5,0 mg/L, evidenciando una reducción por debajo del límite de detección. Mientras que en la remoción de DBO_5 la trampa de grasas logró atrapar como máximo el 16,08% en la semana 4. En el biofiltro control llegó

al 63,32% en la cuarta semana, en el biofiltro con totora al 86,51% en la primera semana y en biofiltro con papiro el 64,49% en la cuarta semana. La remoción de DBO_5 en el biofiltro con totora fue significativamente diferente y superior al humedal control. Por otro lado, la trampa de grasas logró atrapar como máximo el 19,20% de DQO en la semana 4 y como mínimo el 3,67% en la primera semana. Mientras la máxima remoción, en el humedal control fue del 54,88%, en el biofiltro con totora al 83,41% en la primera semana y en biofiltro con papiro el 65,54% en la cuarta semana, y tras la comparación estadística se ha identificado que la remoción de DQO en el biofiltro con papiro es superior y difiere significativamente ($p<0,05$) del humedal control y a la vez es superior al humedal con papiro, aunque esta diferencia no es significativa. Esto indica que la presencia de estas plantas en los biofiltros tiene un impacto positivo en la calidad del agua tratada. Específicamente, el biofiltro con totora, lo que sugiere que puede ser una opción más eficaz para el tratamiento de aguas residuales en términos de eliminación de materia orgánica. Aunque la trampa de grasas mostró cierta eficacia en la retención de DBO_5, sus resultados fueron inferiores en comparación con los biofiltros. Resultados cercanos reportó Collivignarelli et al. (2020), aplicando biofiltro con macrófitos, *Carex oshimensis , Cyperus papyrus* "papiro" *y Phragmites australis* "carrizo" mostraron resultados muy similares en el tratamiento del agua del agua residual y al experimentar *Carex oshimensis y Cyperus papiro* el humedal a escala piloto proporcionó rendimientos de eliminación muy altos en turbidez (> 92 %), SST (> 85 %), DQO (> 89 %) y DBO_5 (>88%).

En ese sentido, como señala Torres et al. (2017), las plantas emergentes tienen la capacidad natural de absorber y metabolizar compuestos orgánicos presentes en el agua, lo que contribuye significativamente a la eliminación de materia orgánica, como se ha demostrado en estudios previos (Sánchez et al., 2022; Mendez y Severino, 2022), Además, la estructura porosa de las raíces de estas plantas proporciona un hábitat ideal para el crecimiento de microorganismos beneficiosos, como bacterias y hongos, que participan en procesos de biodegradación y mineralización de contaminantes orgánicos. Esta simbiosis entre las plantas y los microorganismos beneficia el rendimiento del tratamiento, mejorando la

capacidad de los biofiltros para eliminar DBO_5 y DQO. En resumen, los resultados obtenidos en esta investigación confirman que los biofiltros verticales con plantas como totora y papiro son efectivos en la remoción significativa de aceites y grasas, detergentes, sólidos suspendidos, DBO_5 y DQO del agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo. La alta eficiencia de remoción observada (superior al 99% en algunos casos) y la significativa diferencia en comparación con el humedal control apoyan la aceptación de la hipótesis planteada en este estudio, validando el uso de biofiltros verticales para la fitorremediación y reutilización del agua residual en estos contextos.

En cuanto a la remoción de metales pesados, para el bario, se tuvo en promedio una remoción del 81,64% en humedal control que fue mayor y significativamente diferente que la remoción media del biofiltro con papiro (50,74%) y totora (61,73). En cuanto a la remoción de hierro se tuvo una remoción mayor al 45% llegando hasta 99% en los tres biofiltros y no tuvieron una diferencia significativa al comparar la remoción de Fe. Por otro lado, para el manganeso, aunque no se tuvo una diferencia significativa, en el biofiltro con totora se logró una mayor remoción con una mediana >98% que el biofiltro control y a su vez que la mediana del biofiltro con papiro. En cuanto a la remoción de silicio se logró una remoción de totora 45,08%, que es superior de forma significativa que el control y papiro. Estos resultados son similares al obtenido por Hussain et al. (2018), en humedales construidos de flujo vertical sembrando *Brachiaria mutica* “pasto” que removió metales pesados [Cr(97%), Fe (89 %), Ni (88 %), Cd (72 %)]. Esto evidencia que las plantas pueden acumular metales pesados dependiendo la especie. Como la totora, una planta acuática, puede remover metales pesados del agua a través de mecanismos como la absorción, bioacumulación y facilitación de la precipitación. Sus raíces y tejidos tienen la capacidad de absorber y acumular metales pesados, mientras que su presencia en el medio puede promover cambios químicos que facilitan la precipitación de estos contaminantes. Esto la convierte en una opción efectiva para la fitorremediación y el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados. Por ende, los resultados obtenidos en esta investigación confirman que los biofiltros verticales con plantas como totora

y papiro son efectivos en la remoción significativa de metales pesados del agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo. La alta eficiencia de remoción observada y las diferencias significativas en comparación con el humedal control apoyan la aceptación de la hipótesis planteada en este estudio, validando el uso de biofiltros verticales para la fitorremediación y reutilización del agua residual en estos contextos.

En cuanto a la variación del de pH en el ingreso fue entre 8,22 a 8,34 manteniéndose cercano a ese rango en la trampa de grasas y en el biofiltro control; mientras que hubo una reducción a 7,66-7,11 en el biofiltro con papiro y aun mayor reducción a 6,88-6,93 en el biofiltro con totora. Así mismo en la variación de la temperatura en el tratamiento del agua. Se observa que la temperatura al ingreso en cada semana se mantuvo sin una variación considerable en la trampa de grasas, el biofiltro control, biofiltro con totora y papiro, variando entre 25 a 32°C a excepción de la semana 2 que estuvo por debajo de 10°C. Con respecto a la conductividad eléctrica, encada semana incremento al pasar por trampa de grasas, siguiendo el incremento en el biofiltro control, aun mas en el biofiltro totora y por último, al biofiltro con papiro, de manera ascendente. Estos resultados presentan un panorama diverso en cuanto a eficiencia y efectividad. La estabilidad en la temperatura del agua a través de los distintos tratamientos sugiere una menor influencia de este parámetro en la eficacia de los biofiltros, mientras que la conductividad eléctrica incrementó de forma progresiva, indicando posibles acumulaciones de iones o minerales. Estos hallazgos sugieren diferencias en la capacidad de filtrado y tratamiento entre los materiales utilizados, alineándose con estudios previos que demuestran la variabilidad en la efectividad de diferentes especies vegetales en sistemas de humedales construidos. Como señala Torres et al. (2017), en la evaluación de especies *Cyperus Papyrus* y *Phragmites Australis* en el tratamiento de AR utilizando humedales tectónicos el pH se mantuvo cercano a 7,8, temperatura de 21°C y turbidez de 130 UNT, para una eficacia en la eliminación de DBO_5 y una turbidez un 77% más baja en comparación con *Phragmites Australis*. Mientras que la temperatura, puede variar según el tipo de contaminantes presentes en el agua, como señala Sánchez et al.

(2022) que encontró una eficiencia de eliminación de DQO que osciló entre un 32,44 % y un 78,13 %, con temperaturas del agua residual entre 11 °C y 15 °C, empleando berro (*Nasturtium officinale*). Por ello, se confirman que, aunque los parámetros de pH, temperatura y conductividad presentan variaciones, estos cambios no afectan significativamente la eficiencia general del biofiltro vertical en el tratamiento del agua residual. La estabilidad observada en la temperatura y las variaciones del pH en los diferentes biofiltros destacan la capacidad de las plantas como la totora y el papiro para influir en la calidad del agua tratada. Esto respalda la aceptación de la hipótesis planteada, validando el uso de biofiltros verticales para la fitorremediación y reutilización del agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo.

En cuanto a la factibilidad de reutilización del agua tratada con el biofiltro vertical se determinó que en el biofiltro con totora el cumplimiento del ECA en todas las semanas observadas. Este resultado se alinea con varios antecedentes que sugieren la eficacia de diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales en la eliminación de contaminantes y en la mejora de la calidad del agua para su reutilización. En primer lugar, Guamanquispe (2017) describe un modelo de planta de tratamiento que logra cumplir con los parámetros de calidad del agua establecidos por la normativa, aunque presenta concentraciones elevadas de DQO y DBO_5. Esto sugiere que, si bien el sistema puede mejorar la calidad del agua, aún hay margen para optimizar su eficiencia en la remoción de contaminantes orgánicos. Por otro lado, Collivignarelli et al. (2020) y Nacar et al. (2022) presentan estudios que destacan la eficacia de los humedales artificiales en la eliminación de contaminantes, especialmente en términos de DQO, DBO_5 y otros parámetros físico-químicos. Estos estudios respaldan la idea de que los humedales artificiales, como el biofiltro vertical mencionado, pueden ser una solución efectiva para el tratamiento de aguas residuales. Además, Aguilar (2020) y Martinez (2018) proponen sistemas de tratamiento que logran cumplir con los estándares de calidad del agua establecidos, lo que indica que es posible diseñar sistemas eficientes para la remoción de contaminantes y la reutilización del agua tratada. Estos

sistemas incorporan diferentes etapas de tratamiento, desde el pretratamiento hasta el tratamiento secundario, lo que demuestra la importancia de un enfoque integral para garantizar la eficacia del proceso. Estos confirman que el agua tratada con el biofiltro vertical, especialmente el biofiltro con totora, es apta para su reutilización en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo. La consistencia en el cumplimiento de los ECA para la categoría 1 subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación, a lo largo de las semanas observadas respalda la hipótesis específica planteada, validando la efectividad del biofiltro vertical en el tratamiento y reutilización de aguas residuales en este contexto.

IV. CONCLUSIONES

1. El biofiltro vertical de totora demuestra ser eficiente en la fitorremediación de aguas residuales en servicentros de lavado vehicular, superando a los humedales de papiro y control en la remoción de detergentes, SST, DBO_5 y DQO. Además, mostró una mayor capacidad para eliminar metales pesados como silicio y manganeso, mientras que el biofiltro control fue más efectivo en la remoción de bario. Aunque se observaron cambios en el pH, la temperatura y la conductividad eléctrica, estos no fueron considerables, reafirmando la potencialidad de los biofiltros, especialmente el de totora, para mejorar la calidad del agua y cumplir con los ECA de agua para recreación de contacto primario, confirmando su viabilidad para la reutilización segura.
2. La remoción de detergentes en el agua residual de los servicentros de lavado vehicular es altamente efectiva, con el humedal de totora alcanzando una remoción del 99,68%, ligeramente superior al humedal de papiro con un 99,65%. Ambos resultados fueron significativamente superiores al humedal control, que logró una remoción máxima del 86,20%. El biofiltro de totora también mostró una eficacia notable en la remoción de sólidos suspendidos totales y DBO_5, con remociones significativamente ($p<0,05$) superiores al humedal control, y una remoción superior de DQO en comparación con el humedal control y el de papiro.
3. En la remoción de metales pesados como silicio y manganeso, el humedal de totora tuvo una mayor eficacia, mientras que la remoción de bario fue más efectiva en el humedal control. Esto evidencia la afinidad de absorción específica de cada tipo de biofiltro, destacando la efectividad de las plantas de totora en la fitoextracción de metales pesados.
4. No se observa variaciones significativas en el pH y la temperatura del agua a lo largo del tratamiento en los biofiltros. Aunque hubo una reducción del pH en el biofiltro de totora, esta no fue considerable.

Además, la conductividad eléctrica aumentó progresivamente en todos los biofiltros, siendo más pronunciada en el biofiltro de totora.

5. La factibilidad de reutilización del agua tratada con el biofiltro vertical, especialmente el de totora, se confirma al demostrar el cumplimiento del ECA en específico en las dos últimas semanas de muestreo. Esto sugiere que el biofiltro con totora no solo es viable desde el punto de vista ambiental, sino también como una opción efectiva para el tratamiento y la reutilización del agua residual en aplicaciones que requieren cumplir con estrictas normativas de calidad.

IV. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar humedales con totora o papiro para la remoción de detergentes en aguas residuales de servicentros de lavado vehicular, dado su alto nivel de eficacia demostrado en la eliminación de estos compuestos. Estos humedales ofrecen una solución efectiva y sostenible para mejorar la calidad del agua residual en este tipo de instalaciones.
2. Se sugiere priorizar la instalación de biofiltros con totora en sistemas de tratamiento de aguas residuales para vehículos, debido a su capacidad superior para remover sólidos suspendidos totales y DBO_5. Estos biofiltros muestran una eficacia significativamente mayor en comparación con otros métodos de tratamiento, lo que los convierte en una opción óptima para mejorar la calidad del agua residual en este contexto.
3. Recomendamos considerar la utilización de humedales controlados como parte de estrategias de remediación ambiental en áreas afectadas por contaminación con metales pesados. Aunque los biofiltros no mostraron la misma eficacia que el humedal control en la remoción de estos contaminantes, aún ofrecen un método viable y sostenible para reducir la presencia de metales pesados en el agua residual.
4. Se sugiere monitorear de cerca los cambios en el pH, la temperatura y la conductividad eléctrica del agua tratada en los biofiltros, especialmente en aquellos con totora. Estos parámetros pueden indicar alteraciones en las propiedades del agua que podrían afectar su uso futuro, por lo que es importante comprender y gestionar adecuadamente estos cambios para garantizar la calidad del agua tratada.
5. Se recomienda considerar el uso de biofiltros verticales con totora para la reutilización del agua tratada en aplicaciones donde se requiera cumplir con estándares de calidad ambiental. La capacidad demostrada por estos biofiltros para cumplir con los requisitos del ECA en todas las semanas observadas respalda su viabilidad como una opción efectiva

y sostenible para el tratamiento de aguas residuales con miras a su reutilización.

VI. REFERENCIAS

Hussain, Z., Arslan, M., Hasan Malik, M., Mohsin, M., & Iqbal , S. (2018). Treatment of the textile industry effluent in a pilot-scale vertical flow constructed wetland system augmented with bacterial endophytes. *Science of The Total Environment, 645*, 966-973. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.163

Abu Shmeis, R. (2018). Water Chemistry and Microbiology. *Comprehensive Analytical Chemistry, 81*, 1-56. https://doi.org/10.1016/bs.coac.2018.02.001

Aguilar Arias, D. (2020). *Diseño de un humedal artificial de flujo subsuperficial para el tratamiento de las aguas residuales de la universidad internacional SEK.* [Tesis de Mestria, Universidad Internacional SEK], Repositorio Institucional UISEK. From https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3829/1/Diana%20Elizabeth%20Aguilar%20Arias.pdf

Arias Gonzáles, J., & Covinos Gallardo, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación.*

Arias Martinez, S., Betancur Toro, F., Gómez Rojas, G., Salazar Giraldo, J., & Hernandez Ángel, M. (2010). Fitorremediación con humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales porcinas. *1-11*.

Astonista, Y. E. (2018). *Propuesta de un sistema de tratamiento de agua residual en la empresa PEVASTAR S.A para disminuir el impacto ambiental.* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. From https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/7559

Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2018). Métodologia para la determinación del indice de calidad del agua ICA-PE aplicado a los cueros de agua continentales superficiales. From https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._068-2018-ana.pdf

Blackstock, J. (1989). The physical chemistry of aqueous systems. 11-19. https://doi.org/10.1016/B978-0-7236-1151-6.50008-X

Bulta, A., & Micheal, G. (2019). Evaluation of the efficiency of ceramic filters for water treatment in Kambata Tabaro zone, southern Ethiopia. *Environ Syst Res, 8*(1). https://doi.org/0.1186/s40068-018-0129-6

Collivignarelli, M., Miino, M., Gomez , F., Torretta , V., Rada , E., & Sorlini, S. (2020). Horizontal Flow Constructed Wetland for Greywater Treatment and Reuse: An Experimental Case. *Int. J. Environ. Res. Public Health, 17*(7), 2317. https://doi.org/10.3390/ijerph17072317

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2018). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y SaneamientoDiseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Humedales Artificiales.* Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento.

Cooperacion Austriaca para el desarrollo . (2006). *Biofiltro: Una opción sostenible para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas localidades.* From https://documents1.worldbank.org/curated/es/943351468247792589/pdf/360810WSP0rev0biofiltro01PUBLIC1.pdf

Cuadrado, W., Vicuña, C., & Torres , E. (2014). Evaluación de la planta Scirpus californicus (Totora) en la eficiencia de remoción de fierro en un prototipo de humedal construido de flujo superficial. *Prospecto universitaria, 11*, 42-48. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/320750000_Evaluacion_de_la_planta_Scirpus_californicus_Totora_en_la_eficiencia_de_remocion_de_fierro_en_un_prototipo_de_humedal_construido_de_flujo_superficial

Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L., & Andrade, M. (2010). *Depuracion de aguas residuales por medio de humedales artificiales.* Nelson Antequera Durán. Retrieved from https://core.ac.uk/download/pdf/48017573.pdf

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA]. (2014). *Cyperus papyrus L.* From https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=CYPA8

Ecosostenible. (2022, Diciembre 15). *Un mundo sostenible*. From https://antropocene.it/es/2022/12/15/cyperus-papyrus-3/

El cojo ilustrado. (2005). El papiro de Egipto en los jardines de Caracas. *Acta Botanica de Venezuela, 28*(2). From http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0084-59062005000200017

Emma, P. (2018). Practical Approach to Sampling. *Sampling and Analysis of Environmental Chemical Pollutants*, 145-225. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803202-2.00004-5

García-Ávila, F., Patiño-Chávez, J., Zhinín-Chimbo, F., Donoso-Moscoso, S., Flores del Pino, L., & Avilés-Añazco, A. (2019). Performance of Phragmites Australis and Cyperus Papyrus in the treatment of municipal wastewater by vertical flow subsurface constructed wetlands. *International Soil and Water Conservation Research, 7*(3), 286-296. https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2019.04.001

Ghosh, D., & Gopal, B. (2010). Effect of hydraulic retention time on the treatment of secondary effluent in a subsurface flow constructed wetland. *Ecological Engineering, 36*(8), 1044-1051. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.04.017

Guamanquispe Tigse, S. (2017). *Diseño de una planta de tratamiento de agua proveniente del lavado de autos en la lavadora "La Unión" en el Sector la Joya.* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato], Repositorio institucional UTA. From https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26496

Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos.* McGrwaHill. https://doi.org/978-970-10-6526-6

Hernandez, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores.

Hidalgo, J. (2007). *Aprovechamiento de la Totora como Material de construcción.* Universidad de Cuenca. From http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/6180

INIA. (2011). Manual Técnico de Viveros Forestales y Ornamentales del Perú .

Jones, E., van Vliet, M., Qadir, M., & Bierkens, M. (2020). Spatially-explicit estimates of global wastewater production, collection, treatment and re-use. *Earth System*. https://doi.org/10.5194/essd-2020-156

Kanti, T., & Poater, A. (2021). Review on the Use of Heavy Metal Deposits from Water Treatment Waste towards Catalytic Chemical Syntheses. *Int J Mol Sci., 22*(24). https://doi.org/10.3390/ijms222413383

Kuan, W.-H., Hu, C.-Y., Ke, L.-W., & Wu, J.-M. (2022). A Review of On-Site Carwash Wastewater Treatment. *Sustainability, 14*, 5764. https://doi.org/10.3390/su14105764

Lara, J. (1999). Depuracion de aguas residuales municipales con humedales artificales. From https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2011/06/depuracionaguasresidualesconhumedales artificiales.pdf

Lukas, E., Philippe, C., Roland, R., & Zurbrügg, C. (2019). Humedal artificial de flujo vertical. *Tecnologias de A&S*. Retrieved from https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-saneamiento/tratamiento-semi-centralizado/humedal-artificial-de-flujo-vertical

Lumba Noriega, M. P. (2022). *Implementación de un sistema de tratamiento primario para la remoción de parámetros físico-químicos generado por aguas residuales del lavadero AQUA-Moyobamba.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín], Repositorio Institucional. From https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/4885/1/ING.%20SANITARIA%20%20-%20Menen%20Pool%20Lumba%20Noriega.pdf

Martinez Vega, B. (2018). *Propuesta de un sistema de tratamiento para la reutilización de aguas residuales, producto del servicio de lavado de vehículos en la empresa servicentro Martinez S.A.C.* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo], Repositorio Institucional. From https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/5765/1/TL_MartinezVeg%20Brayan.pdf

Mburu, N., Rousseau, D., van Bruggen, J., & Piet N.L., L. (2015). Use of the Macrophyte Cyperus papyrusin Wastewater Treatment. *Springer, Cham.* https://doi.org/10.1007/978-3-319-08177-9_20

Mejia, A., & Carrillo, Y. (2017). Remocion de contaminantes organicos presentes en agua residual domestica mediante prototipo a escala de laboratorio. *La Granja, 26*(2). From https://www.redalyc.org/journal/4760/476052525007/476052525007.pdf

Mendez Martinez, J., & Severino Correa, D. (2022). *Remoción de contaminantes de aguas residuales por la influencia del área del biofiltro subsuperficial de flujo vertical en el servicentro Very Wash, San Juan de Lurigancho, 2020.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Callao], Repositorio institucional UNAC. From https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/7559

MINAM. (2010). Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM .- Límites Máximos Permisibles (LMP). From https://sinia.minam.gob.pe/normas/limites-maximos-permisibles-lmp-efluentes-plantas-tratamiento-aguas

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2010). *Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.* From https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.* From https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-estandares-de-calidad-ambiental-eca-para-agua-y-e-decreto-supremo-n-004-2017-minam-1529835-2/

Monney, I., Donkor, E., & Buamah, R. (2020). Clean vehicles, polluted waters: empirical estimates of water consumption and pollution loads of the carwash industry. *Heliyon, 6*(5). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03952

Nacar, T., Ucar, D., & Sapci Ayas, Z. (2022). Removal of detergents in car wash wastewater by sub-surface flow constructed wetland. *Bitlis*

Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11(3), 820 - 827. https://doi.org/10.17798/bitlisfen.1108112

Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M. R., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis.* Bogota: Ediciones de la U .

Pabón, G., Rodes, R., Pérez, L., Vásquez , L., & Ortega , E. (2019). Relaciones morfológicas en Schoenoplectus californicus (Cyperaceae) en lagos alto-andinos de Ecuador. *40*, 109-119. Retrieved from https://revistas.uh.cu/rjbn/article/view/6655

Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas [WWAP]. (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado.* Paris: UNESCO.

Qasem, N., Mohammed, R., & Lawal, D. (2021). Removal of heavy metal ions from wastewater: a comprehensive and critical review. *npj Clean Water volume , 4*(36). https://doi.org/0.1038/s41545-021-00127-0

Sánchez Araujo, V., Sáez Huaman, W., & Palomino Pastrana, P. (2022). Evaluación del humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal con berros (Nasturtium officinale) en la remoción de materia orgánica a escala piloto de las aguas residuales del distrito de Yauli-Huancavelica. *Revista Universidad y Sociedad*, 641-649. https://doi.org/https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2807

Sarango Araujo, O., & Sánchez Ramírez , J. (2016). *Diseño y construcción de dos biofiltros con Eichhornia crassipes y Lemna minor para la evaluación de la degradación de contaminantes en aguas residuales de la extractora Río Manso EXA S.A. "Planta la Comuna".* Escuela Superior Politécnico de Chmborazo.

Sarmadi, M., Foroughi, M., Najafi Saleh, H., Sanaei, D., Allah Zarei, A., Ghahrchi, M., & Bazrafshan, E. (2020). Efficient technologies for carwash wastewater treatment: a systematic review. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-17. https://doi.org/10.1007/s11356-020-09741-w

Stefanakis, Akratos, & Tsihrintzis. (2014). *Vertical Flow Constructed Wetlands: Eco-Engineering Systems for Wastewater and Sludge Treatment.* Novedad.

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [Sunass]. (2022). *Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el ámbito de las empresas prestadoras 2022.* Periférica. From https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2022/06/Informe-de-diagnostico-de-las-Plantas-de-Tratamiento-de-Aguas-Residuales-PTAR_VdigitalConcomentario.pdf

Torres Guerra, J., Magno Vargas, J., Pineda, R., & Cuz Huaranga, M. (2017). Evaluación de la eficiencia en el tratamiento de aguas residuales para riego mediante humedalesArtificiales de flujo libre superficial (FLS) con las especies Cyperus Papyrus y Phragmites Australis,en Carapongo-Lurigancho. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*. https://doi.org/10.17162/rictd.v1i2.954

van Duijn, G. (2014). Oils and Fats. 325-345. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381504-0.00013-5

von Sperling, M., Verbyla, M. E., & Oliveira, S. M. (2020). *Assessment of Treatment Plant Performance and Water Quality Data: A Guide for Students, Researchers and Practitioners.* https://doi.org/10.2166/9781780409320_0181

Zarza, L. (2023). *Iagua*. From https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-residuales#:~:text=Las%20aguas%20residuales%20son%20cualquier,que%20se%20dispone%20de%20ella.

Zuñiga Del Canto, J. (2004). *Influencia del Soporte y Tipo de Macrófita en la Remoción de Materia Orgánica y Nutrientes en Humedales Construidos de Flujo Subsuperficial Horizontal.* [Tesis de magister, Universidad Nacional del Valparaiso].

VII. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Tema: DESEMPEÑO DEL BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023.

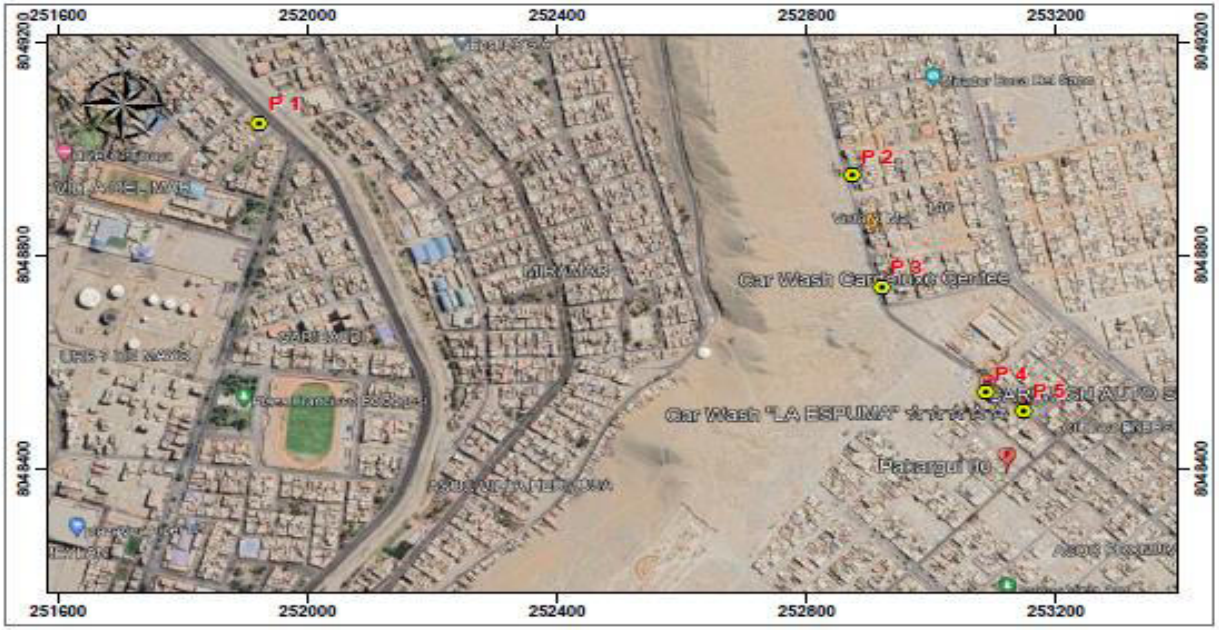
Problema	Objetivos	Hipótesis	Método
Problema general ¿Cuál es el desempeño del biofiltro vertical en la fitorremediación de agua residual de lavado para la reutilización en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023?	**Objetivo general** Evaluar el desempeño del biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023.	**Hipótesis general** El biofiltro subsuperficial de flujo vertical tendrá un alto porcentaje de remoción de contaminantes y será apto para la reutilización de AR, en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023**.**	**Tipo** Aplicativa **Enfoque** Cuantitativo **Diseño** Experimental **Nivel o alcance** Descriptiva-explicativo **Muestra** 0.02 m³/día de agua residual de lavado vehicular **Técnica** La observación
Problemas específicos ¿Cuál es el desempeño en la remoción de los contaminantes de Aceites y Grasas, Detergentes, Solidos Suspendidos, DBO_5 y DQO, utilizando un biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, ¿2023? ¿Cuál es el desempeño en la remoción de metales pesados, utilizando un biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en	**Objetivos específicos** Determinar el desempeño en la remoción de los contaminantes de Aceites y Grasas, Detergentes y Solidos Suspendidos, DBO_5 y DQO, utilizando un biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023. Determinar el desempeño en la remoción de los metales pesados, utilizando un biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en	**Hipótesis específicas** Existe desempeño en la remoción significativa de Aceites y Grasas, Detergentes, Solidos Suspendidos, DBO_5 y DQO, utilizando un biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023. Existe desempeño en la remoción significativa de metales pesados, utilizando un biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua	

servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023? ¿En qué medida varían los parámetros de pH, conductividad y temperatura al utilizar un biofiltro para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023? ¿Es factible la reutilización del agua tratada con el biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023?	servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023. Establecer la variación de los parámetros de pH, conductividad y temperatura al utilizar un biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023. Establecer la factibilidad de reutilización del agua tratada con el biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023.	residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023. Los parámetros pH, conductividad y temperatura no varía significativamente al utilizar un biofiltro vertical en el tratamiento de agua residual procedente de servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023. El agua tratada con el biofiltro vertical es apta para los servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023.	**Instrumento** Ficha de observación

Anexo 2. Tabla de operacionalización de variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Variable independiente: Desempeño del biofiltro subsuperficial de flujo vertical	Un biofiltro es un método autosuficiente para limpiar el agua, Los principios básicos de la biofiltración son simples. La materia viva natural, como las plantas se utiliza para filtrar los contaminantes dañinos u ofensivos; en ese sentido, los humedales artificiales se consideran la técnica económica y sostenible más deseable que proporciona procesos físicos, químicos y biológicos para el tratamiento de diversas aguas residuales (Stefanakis et al., 2014); como el Cyperus papyrus "papiro" y *Schoenoplectus Californicus* " totora" son los macrófitos emergentes, su capacidad para utilizar los nutrientes de las aguas residuales y la incorporación de sustancias orgánicas a su fitomasa, la convierten en las plantas más adecuadas para la fitorremediación de aguas residuales (Mburu et al., 2015; Cuadrado et al., 2014).	El desempeño será evaluado, mediante el porcentaje de eliminación de un determinado constituyente en una planta o unidad de tratamiento se suele expresar como el porcentaje (%) de eficiencia de eliminación (von Sperling et al., 2020). La eficiencia de biofiltro subsuperficial de flujo vertical, se medirá a través el porcentaje (%) de eliminación de los contaminantes mediante la siguiente formula (Bulta & Micheal, 2019): $Eficiencia\ (\%) = \frac{Co - Cf}{Co} \times 100$	Eficiencia	% de contaminante removido del agua residual	%
			Características de las especies vegetales: *Cyperus papyrus* y *Schoenoplectus Californicus*	Tamaño de la raíz	cm
				Tamaño del tallo	cm
				grosor	cm
				Edad	días
			Diseño del humedal artificial de flujo vertical	Dimensiones	m
				Pendiente	%
				Tiempo de retención hidráulica	días
				Sustrato	m^3
				Grava	m^3
				Cauda	m3/dia
Variable dependiente: Tratamiento de agua de lavado vehicular	Las aguas residuales derivadas del lavado vehicular tienen como principal problema por la presencia de partículas suspendidas que se originan en la suciedad de los vehículos, el aceite en el exterior de los vehículos, el aceite y la grasa generados por la cera de los autos y los tensioactivos aniónicos causados por el uso de detergentes y materia orgánica; considerados una fuente importante de contaminación del agua que pueden tener un gran impacto en el medio ambiente si no se gestionan y vierten adecuadamente (Kuan et al., 2022; Sarmadi et al., 2020)	Se medirán a través de los parámetros fisicoquímicos, metales pesadfos y parámetros de control antes y después de utilizar el biofiltro; además de comparar con los LMP.	Parámetros fisicoquímicos del agua residual	Aceites y grasas	mg/L
				Detergentes	mg/L
				SST	mg/L
				DQO	mg/L
				DBO_5	mg/L
			Metales pesados	Concentración de los iones metálicos	mg/L= ppm
			Parámetros de control	Conductividad eléctrica	µS/cm
				Temperatura	ºC
				Potencial de hidrogeno (pH)	0 – 14
			ECA	Concentración de los contaminantes del agua tratada para reutilización	Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM

Anexo 3: Plano de los puntos de muestreo





Leyenda

- PUNTOS
- PROVINCIAS ILO
- Departamentos
- Paises

PUNTOIS	PUNTOS DE MUESTREO	ESTE	NORTE
P1	CARWASH FORT APACHE (M & L)	251923	8049047
P2	CAR WHASH HAPPY CAR	252874	8048950
P3	Car Wash Cardeluxe Centee	252921	8048741
P4	CARWASH AUTO SPA	253088	8048543
P5	Car Wash "LA ESPUMA"	253149	8048510



UBICACIÓN			
Provincia: Ilo	UNAM UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL		
Departamento: Moquegua	TESIS: EFICIENCIA DEL BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023		
Pais: Peru	PLANO: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO		
	PROYECCION CARTOGRAFICA: UTM	FECHA: Septiembre del 2023	LAMINA N° P-01
	DATUM: WGS-84 / ZONA: 19 K	ESCALA: INDICADA	

Anexo 4: Conservación y preservación de muestra de agua en función del parámetro evaluado

PARÀMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	CONDICIONES DE PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO	TIEMPO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO
Químico - Físicos			
pH	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente *in situ.*	24 horas
Temperatura	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente *in situ*	Inmediatamente
Conductividad eléctrica	Plástico o vidrio	Analizar preferentemente *in situ*	24 horas
Demanda bioquímica de oxígeno	Plástico o vidrio	Llenar recipiente y sellar sin burbujas. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	24 horas
	Plástico	Congelar por debajo de -18° C. Almacenar a oscuras o usar botellas oscuras.	1 mes (6 meses si>50 mg/L)
Demanda química de oxígeno	Plástico o vidrio	Acidificar a pH 1-2 con H_2SO_4	6 meses
	Plástico	Congelar por debajo de -18°C	6 meses
Sólidos suspendidos totales	Plástico o vidrio		2 días
Metales y metaloides			
Corrida de metales totales	PE-HD o PTFE/ PFA o FEP	Acidificar a pH 1-2 con HNO_3	1 mes
Orgánicos			
Aceites y grasas	Vidrio, boca ancha	Acidificar a pH 1 – 2 con HCl, HNO_3 o H_2SO_4	1 mes
Detergentes	Vidrio		2 días
		Agregar solución de formaldehido	4 días
		Congelar por debajo de -18° C	1 mes

Fuente (ANA,2016)

Anexo 5: Instrumentos de recolección de datos

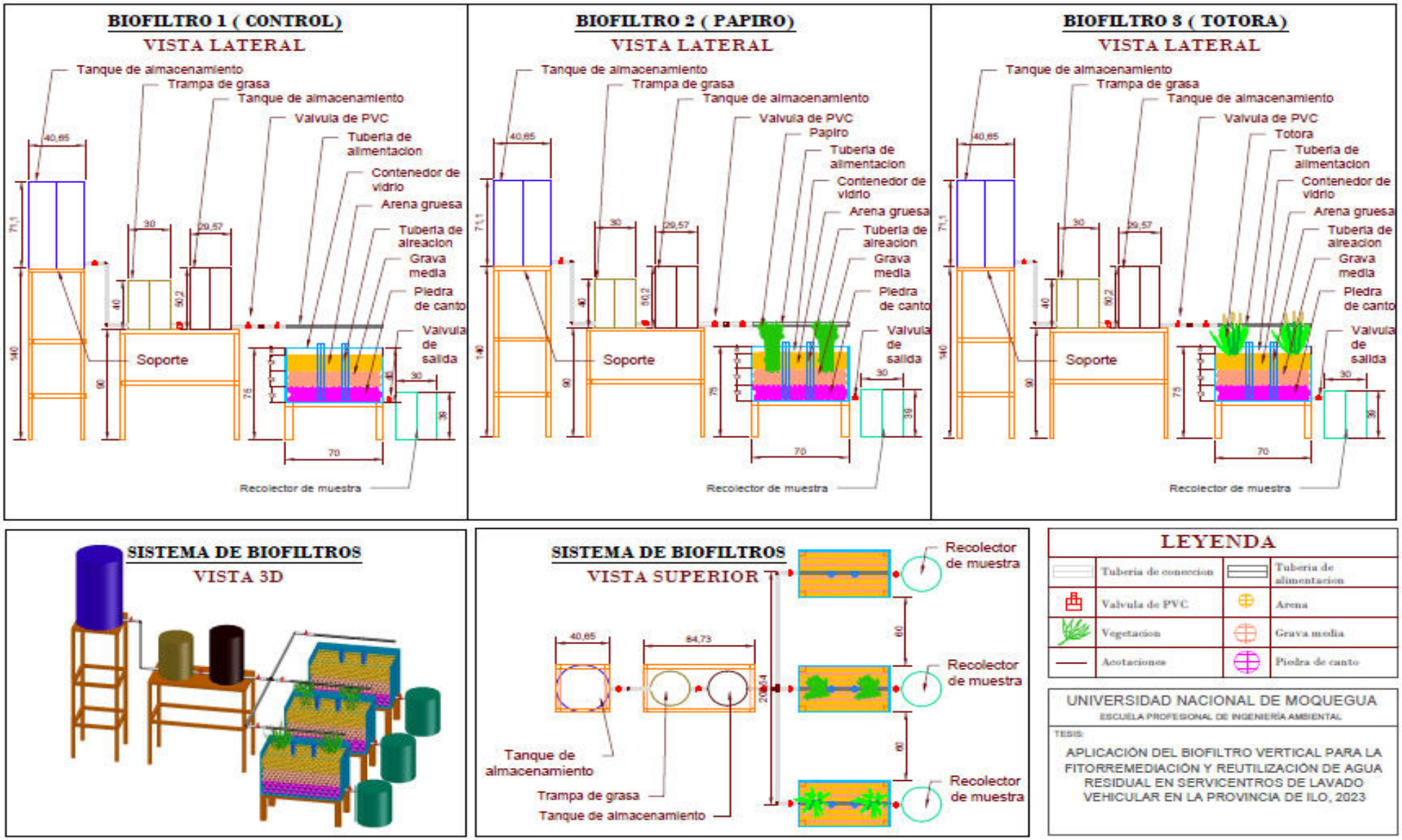
Ficha N°1. Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del lavado vehicular antes del tratamiento									
Autores									
Titulo	Desempeño del biofiltro vertical para la fitorremediación y reutilización de agua residual en servicentros de lavado vehicular en la provincia de Ilo, 2023.								
Línea de Investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales								
Asesor									
Lugar									
Fecha									
Variable dependiente	Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual								
Tratamiento de agua residual domestica	pH	Conductividad Eléctrica (µS/cm)	Temperatura (°C)	Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO5)	Demanda Química de Oxigeno (DQO)	Solidos totales suspendidos (SST)	Detergentes	Aceites y grasas	Metales pesados

Ficha 2° Análisis de las parámetros fisicoquímicos y control en el tratamiento del agua residual del lavado vehicular

Fechas	PARAMETROS QUISICOQUIMICOS																			
	SST				ACEITES Y GRASAS				(DBO5)				(DQO)				(OD)			
	Entrada	A. Grasas	Papiro	Control	Entrada	A. Grasas	Papiro	Control	Entrada	A. Grasas	Papiro	Control	Entrada	A. Grasas	Papiro	Control	Entrada	A. Grasas	Papiro	Control
M1																				
M2																				
M3																				
M4																				
M5																				
M6																				
M7																				
M8																				
M9																				
Promedio																				

Fechas	PARAMETROS DE CONTROL												Metales pesados			
	PH (Medición en campo)				Temperatura				Conductividad Eléctrica							
	Entrada	A. Grasas	Papiro	Control	Entrada	A. Grasas	Papiro	Control	Entrada	A. Grasas	Papiro	Control	Entrada	A. Grasas	Papiro	Control
M1																
M2																
M3																
M4																
M5																
M6																
M7																
M8																
M9																
PROMEDIO																

Anexo 6: Diseño de los biofiltros subsuperficiales de flujo vertical



Anexo 7: Panel fotográfico

Especies vegetales

Fotografía 1: papiro (*Cyperus Payrus*)



Fotografía 2: totora (*Schoenoplectus californicus*)



Materiales para la construcción del proyecto

Fotografía 3: caños, codos y tuberías de 1/2 “



Fotografía 4: Malla raschel para separar las capas de material filtrante



Fotografía 5: Vidrio para atrapa grasas



Fotografía 6: Material filtrante para el biofiltro



Construcción del biofiltro

Fotografía 7: Instalación de materiales en el lugar de ejecución



Fotografía 8: Perforación de baldes para la instalación de atrapa grasas



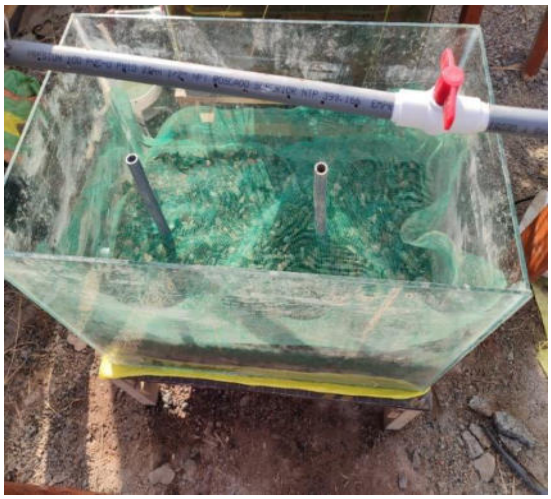
Fotografía 9: Perforación de pecera para la instalación de caño



Fotografía 10: Colocación de canto rodado en pecera



Fotografía 11: Aplicación de grava media, malla raschel y tubos de aireación



Fotografía 12: Aplicación de arena gruesa en los biofiltros



Fotografía 13: Perforación de tubería para la caída por gravedad del agua residual



Fotografía 14: Instalación de los papiros en las peceras



Fotografía 15: Instalación de totoras en los biofiltros



Fotografía 16: Nivelación de arena gruesa en los biofiltros



Operatividad y toma de muestras

Fotografía 17: Proceso de aclimatación de los biofiltros



Fotografía 18: Proliferación de las totoras en el biofiltro



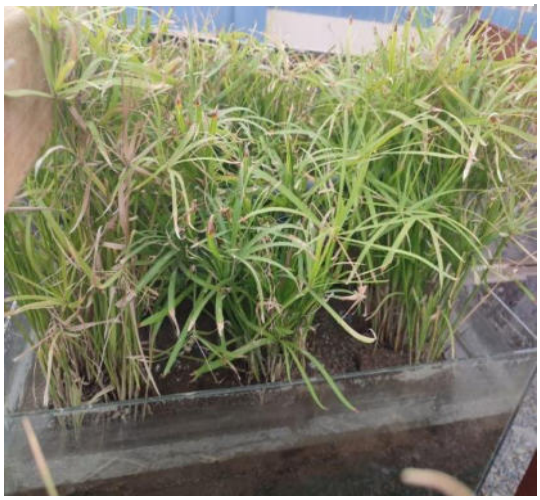
Fotografía 19: Vista frontal del sistema de los biofiltros



Fotografía 20: Vista lateral del sistema de los biofiltros



Fotografía 21: Proliferación de los biofiltros



Fotografía 22: Descarga del agua de caño a través del biofiltro



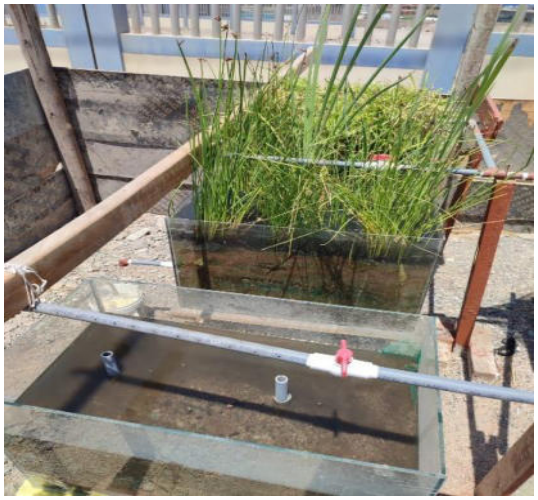
Fotografía 23: Utilización del agua residual para el biofiltro



Fotografía 24: Ingreso del agua residual por el atrapa grasas



Fotografía 25: Ingreso del agua residual a los biofiltros



Fotografía 26: Salida del agua residual de los biofiltros



Fotografía 27: Toma de muestras del agua residual



Fotografía 28: Conservación de agua de proceso en envases



Fotografía 29: Preservantes (H_2SO_4, HNO_3) para conservación de muestra



Fotografía 30: Adición de preservantes en parámetros fisicoquímicos



Fotografía 31: Conservación de las muestras en cooler



Fotografía 32: Multiparámetro para el análisis de los parámetros de control



Fotografía 33: Validación que acredita la calibración del multiparámetro



Fotografía 34: Análisis de parámetros de control de los puntos de muestreo



Fotografía 35: Muestras de agua de los puntos de muestreo



Anexo 8: Informes de laboratorio

ALAB
ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO Nº LE - 096

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 096

IAS ACCREDITED Testing Laboratory IAS TL-1007

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30200

Nº Id.: 0000098365

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: Jose Carlos Medrano Silva
2.-DIRECCIÓN	: Ciudad Nueva E-1 / Ilo - Moquegua
3.-PROYECTO	: DESEMPEÑO DEL BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DDE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023
4.-PROCEDENCIA	: PACOCHA- ILO - MOQUEGUA
5.-SOLICITANTE	: JOSE CARLOS MEDRANO SILVA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000006965-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2024-01-11

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua Residual,Agua de Proceso
2-NÚMERO DE MUESTRAS	: 5
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2023-12-21
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2023-12-21 al 2024-01-11

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo estan relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos 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.
Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30200

Nº Id.: 0000098365

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Aceites y Grasas (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520B, 24th Ed. 2023.	Oil and Grease by Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Aceites y Grasas [2]	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520B, 24th Ed. 2023.	Oil and Grease by Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
Demanda Bioquímica de Oxígeno [2]	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
Demanda Química de Oxígeno [2]	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023.	Chemical Oxygen Demand by Closed Reflux, Colorimetric Method.
Demanda Química de Oxígeno (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023.	Chemical Oxygen Demand by Closed Reflux, Colorimetric Method.
Detergentes (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 24th Ed. 2023.	Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.
Detergentes (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 24th Ed. 2023.	Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.
Metales Totales ICP-MS (*)	Method 200.8, Revision 5.4 1994. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: Bi, B, Ca, Ce, Cs, Fe, Ga, Ge, Hf, K, La, Li, Lu, Mg, Na, Nb, P, Rb, Si, Sn, Sr, Ta, Te, Ti, W, Yb, Zr), 2021.	Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
Sólidos Suspendidos Totales (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.
Sólidos Suspendidos Totales [2]	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

"APHA" : American Public Health Association

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

[2] Ensayo acreditado por el IAS

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30200

Nº Id.: 0000098365

IV. RESULTADOS

ITEM				1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-23-98335	M-23-98336	M-23-98337	M-23-98338
CÓDIGO DEL CLIENTE:				AP-01	AP-02	AP-03	AP-04
COORDENADAS:				E:0251741	E:0251741	E:0251740	E:0251739
UTM WGS 84:				N:8052385	N:8052386	N:8052386	N:8052386
PRODUCTO:				Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO:				Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO :				20-12-2023 15:40	20-12-2023 16:00	20-12-2023 16:31	20-12-2023 16:50
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (**)	mg/L	0,4	2,0	57,8	34,8	7,8	27,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno [2]	mg/L	0,4	2,0	-	-	-	-
Aceites y Grasas (**)	mg/L	0,30	0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Aceites y Grasas [2]	mg/L	0,30	0,50	-	-	-	-
Sólidos Suspendidos Totales (**)	mg/L	2,0	5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Sólidos Suspendidos Totales [2]	mg/L	2,0	5,0	-	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (**)	mg/L	2,0	5,0	126,0	58,1	20,9	63,2
Demanda Química de Oxígeno [2]	mg/L	2,0	5,0	-	-	-	-
Detergentes (*)	mg/L	0,007	0,020	-	-	-	-
Detergentes (**)	mg/L	0,007	0,020	6,234	0,860	<0,020	0,022
Metales Totales ICP-MS							
Aluminio (*)	mg/L	0,001	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Antimonio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Arsénico (*)	mg/L	0,0002	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Bario (*)	mg/L	0,00008	0,00030	0,17250	0,01970	0,04590	0,06360
Berilio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Bismuto (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Boro (*)	mg/L	0,0003	0,0010	9,3053	10,9199	11,8810	10,7104
Cadmio (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Calcio (*)	mg/L	0,001	0,004	316,559	323,354	424,058	396,740

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado
[2] Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30200

Nº Id.: 0000098365

ITEM				1	2	3	4
			CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-23-98335	M-23-98336	M-23-98337	M-23-98338
			CÓDIGO DEL CLIENTE:	AP-01	AP-02	AP-03	AP-04
			COORDENADAS:	E:0251741	E:0251741	E:0251740	E:0251739
			UTM WGS 84:	N:8052385	N:8052386	N:8052386	N:8052386
			PRODUCTO:	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
			SUB PRODUCTO:	Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada
			INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA			
			FECHA y HORA DE MUESTREO:	20-12-2023 15:40	20-12-2023 16:00	20-12-2023 16:31	20-12-2023 16:50
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**			
Cerio (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cesio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Cobalto (*)	mg/L	0,0005	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Cobre (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0098	0,0479	0,0206	0,0607
Cromo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Erbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Estaño (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Estroncio (*)	mg/L	0,00002	0,00005	2,37990	2,25860	3,20560	2,74730
Europio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Fosforo (*)	mg/L	0,002	0,006	0,494	0,429	0,406	0,413
Gadolinio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Galio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Germanio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Hafnio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Hierro (*)	mg/L	0,001	0,002	0,098	0,025	0,013	0,020
Holmio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Indio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Iterbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Itrio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Lantano (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Litio (*)	mg/L	0,00003	0,00010	1,38410	1,71110	1,90690	1,68470
Lutecio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Magnesio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	66,4128	90,4197	94,6483	95,7531
Manganeso (*)	mg/L	0,00002	0,00005	0,32740	0,03550	0,00580	0,02233
Mercurio (*)	mg/L	0,000033	0,000100	<0,000100	<0,000100	<0,000100	<0,000100

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30200

Nº Id.: 0000098365

ITEM		1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO:		M-23-98335	M-23-98336	M-23-98337	M-23-98338
CÓDIGO DEL CLIENTE:		AP-01	AP-02	AP-03	AP-04
COORDENADAS:		E:0251741	E:0251741	E:0251740	E:0251739
UTM WGS 84:		N:8052385	N:8052386	N:8052386	N:8052386
PRODUCTO:		Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO:		Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:		NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO:		20-12-2023 15:40	20-12-2023 16:00	20-12-2023 16:31	20-12-2023 16:50
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**	
Molibdeno (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Neodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Niobio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Niquel (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Plata (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Plomo (*)	mg/L	0,0008	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Potasio (*)	mg/L	0,003	0,010	47,787	97,583	64,542	71,079
Praseodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Renio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Rubidio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Samario (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Selenio (*)	mg/L	0,001	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Silicio (*)	mg/L	0,0002	0,0007	29,2374	22,9134	17,8598	26,5439
Sodio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	656,4328	801,2928	777,5788	734,9908
Talio (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Tántalo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Telurio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Titanio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Torio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Uranio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Vanadio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Wolframio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Zirconio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Azufre (**)	mg/L	0,006	0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Sílice (**)	mg/L	0,001	0,002	62,652	49,100	38,271	56,880

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30200

Nº Id.: 0000098365

ITEM				1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-23-98335	M-23-98336	M-23-98337	M-23-98338
CÓDIGO DEL CLIENTE:				AP-01	AP-02	AP-03	AP-04
COORDENADAS:				E:0251741	E:0251741	E:0251740	E:0251739
UTM WGS 84:				N:8052385	N:8052386	N:8052386	N:8052386
PRODUCTO:				Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO:				Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO:				20-12-2023 15:40	20-12-2023 16:00	20-12-2023 16:31	20-12-2023 16:50
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**			

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30200

Nº Id.: 0000098365

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-98334
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AR-01
COORDENADAS:	E:0251739
UTM WGS 84:	N:8052385
PRODUCTO:	Agua Residual
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :	20-12-2023 15:18

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Demanda Bioquímica de Oxígeno (**)	mg/L	0,4	2,0	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno ²	mg/L	0,4	2,0	61,3
Aceites y Grasas (**)	mg/L	0,30	0,50	-
Aceites y Grasas ²	mg/L	0,30	0,50	<0,50
Sólidos Suspendidos Totales (**)	mg/L	2,0	5,0	-
Sólidos Suspendidos Totales ²	mg/L	2,0	5,0	18,0
Demanda Química de Oxígeno (**)	mg/L	2,0	5,0	-
Demanda Química de Oxígeno ²	mg/L	2,0	5,0	130,8
Detergentes (*)	mg/L	0,007	0,020	7,018
Detergentes (**)	mg/L	0,007	0,020	-
Metales Totales ICP-MS				
Aluminio (*)	mg/L	0,001	0,003	0,027
Antimonio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	<0,0020
Arsénico (*)	mg/L	0,0002	0,0010	<0,0010
Bario (*)	mg/L	0,00008	0,00030	0,19790
Berilio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Bismuto (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010
Boro (*)	mg/L	0,0003	0,0010	8,9250
Cadmio (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado
² Ensayo acreditado por el IAS
L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30200

Nº Id.: 0000098365

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-98334
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AR-01
COORDENADAS:	E:0251739
UTM WGS 84:	N:8052385
PRODUCTO:	Agua Residual
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO:	20-12-2023 15:18

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Calcio (*)	mg/L	0,001	0,004	317,674
Cerio (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010
Cesio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Cobalto (*)	mg/L	0,0005	0,0020	<0,0020
Cobre (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0044
Cromo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Erbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Estaño (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Estroncio (*)	mg/L	0,00002	0,00005	2,41070
Europio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Fosforo (*)	mg/L	0,002	0,006	0,510
Gadolinio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Galio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Germanio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Hafnio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Hierro (*)	mg/L	0,001	0,002	0,153
Holmio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Indio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Iterbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Itrio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Lantano (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Litio (*)	mg/L	0,00003	0,00010	1,33990
Lutecio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Magnesio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	62,2919
Manganeso (*)	mg/L	0,00002	0,00005	0,38430

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30200

Nº Id.: 0000098365

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-98334
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AR-01
COORDENADAS:	E:0251739
UTM WGS 84:	N:8052385
PRODUCTO:	Agua Residual
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO:	20-12-2023 15:18

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Mercurio (*)	mg/L	0,000033	0,000100	<0,000100
Molibdeno (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Neodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Niobio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Niquel (*)	mg/L	0,0001	0,0004	0,0069
Plata (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Plomo (*)	mg/L	0,0008	0,0010	<0,0010
Potasio (*)	mg/L	0,003	0,010	43,907
Praseodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Renio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Rubidio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Samario (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Selenio (*)	mg/L	0,001	0,002	<0,002
Silicio (*)	mg/L	0,0002	0,0007	30,6648
Sodio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	643,7348
Talio (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004
Tántalo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Telurio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Titanio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Torio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Uranio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Vanadio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Wolframio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002
Zirconio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Azufre (**)	mg/L	0,006	0,020	<0,020

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado
L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30200

Nº Id.: 0000098365

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-98334
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AR-01
COORDENADAS:	E:0251739
UTM WGS 84:	N:8052385
PRODUCTO:	Agua Residual
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO:	20-12-2023 15:18

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Sílice (**)	mg/L	0,001	0,002	65,710

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

ALAB

CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA

I.:	F-GPE-142
R.:	01
V.:	2020-Feb-03

Datos del cliente

Razón Social:

Persona de contacto: JOSE CARLOS MEDRANO SILVA Correo / Teléfono: 922380513

Nombre del proyecto: DESEMPEÑO DEL BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE I.C. 2023

Orden de servicio: 6965 Pág.____ de____

Plan de Monitoreo: CC-23-74879

Informe de ensayo: IG-23-30978

Procedencia o lugar de muestreo: Pacocha - Ilo -Moquegua

Preservante		H2SO4		H2SO4			HNO3																

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA									PARAMETROS DE ENSAYO															PARAMETRO IN SITU					
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación		Ubicación	Nº Frascos			Aceites y Grasas	DBO5	DQO	Detergentes	Sólidos Totales	Metales Totales									T° Mtra (°C)	pH (Unidad de pH)	CE (us/cm) Salinidad (ppt)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L) Cloro Total (mg/L)	OBSERVACIONES
				Grupo	Sub-grupo	Coordenadas (UTM)	V	P																					
1	AP-01	4-23 100329	F: 27/12/2023 H: 14:40	AP		N: 8062385 E: 251739	1	5		X	X	X	X	X	X														
2	AP-01	100330	F: 27/12/2023 H: 15:15	AP		N: 8062385 E: 251741	1	5		X	X	X	X	X	X														
3	AP-02	100331	F: 27/12/2023 H: 15:30	AP		N: 8062386 E: 251741	1	5		X	X	X	X	X	X														
4	AP-03	100332	F: 27/12/2023 H: 15:55	AP		N: 8062386 E: 251740	1	5		X	X	X	X	X	X														
5	AP-04	100333	F: 27/12/2023 H: 16:30	AP		N: 8062386 E: 251739	1	5		X	X	X	X	X	X														
6			F: H:			N: E:																							
7			F: H:			N: E:																							
8			F: H:			N: E:																							

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Leyenda

F: Fecha N: Norte V: Vidrio T° Mtra: Temperatura de Muestra CE: Conductividad Eléctrica
H: Hora E: Este P: Plástico T° Amb: Temperatura ambiente OD: Oxígeno Disuelto

	Muestreado por:	Cliente:
Nombre:	EIMY ESTEFANI CORDOVA QUISPE	
Fecha:	27/12/2023	
Firma:		

RECEPCIÓN DE MUESTRAS
28 DIC 2023
Hora: 14:00

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L. AREQUIPA

Clasificacion de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042

GRUPO	SUB - GRUPO
AM: Aguas Naturales	SUBTERRANEA (Manantial - Termal)
AM: Aguas Residuales	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AH: Aguas para Uso y Consumo Humano	PISCINA Y LAGUNA ARTIFICIAL BEBIDA (Potable, Mesa, Envasada)
AS: Aguas Salinas	MAR - SALOBRES - SALMUERA
AP: Aguas de Proceso	AGUA INYECCION Y REINYECCION CIRCULACION O ENFRIAMIENTO - AGUA DE CALDERAS ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LAVADO/AGUA AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REINYECCION

Muestreado por: ☐ ALAB ☒ Cliente

Observaciones / Comentarios

Documento controlado. Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización de ALAB.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30978

Nº Id.: 0000099143

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: Jose Carlos Medrano Silva
2.-DIRECCIÓN	: Ciudad Nueva E-1 / Ilo - Moquegua
3.-PROYECTO	: DESEMPEÑO DE BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023
4.-PROCEDENCIA	: PACOCHA-ILO-MOQUEGUA
5.-SOLICITANTE	: JOSE CARLOS MEDRANO SILVA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000006965-2023-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2024-01-13

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua Residual,Agua de Proceso
2-NÚMERO DE MUESTRAS	: 5
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2023-12-28
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2023-12-28 al 2024-01-13

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo estan relacionados con los items ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos 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.
Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30978

Nº Id.: 0000099143

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Aceites y Grasas (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520B, 24th Ed. 2023.	Oil and Grease by Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Aceites y Grasas [2]	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520B, 24th Ed. 2023.	Oil and Grease by Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
Demanda Bioquímica de Oxígeno [2]	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
Demanda Química de Oxígeno [2]	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023.	Chemical Oxygen Demand by Closed Reflux, Colorimetric Method.
Demanda Química de Oxígeno (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023.	Chemical Oxygen Demand by Closed Reflux, Colorimetric Method.
Detergentes (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 24th Ed. 2023.	Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.
Detergentes (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 24th Ed. 2023.	Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.
Metales Totales ICP-MS (*)	Method 200.8, Revision 5.4 1994. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: Bi, B, Ca, Ce, Cs, Fe, Ga, Ge, Hf, K, La, Li, Lu, Mg, Na, Nb, P, Rb, Si, Sn, Sr, Ta, Te, Ti, W, Yb, Zr), 2021.	Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
Sólidos Suspendidos Totales (**)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.
Sólidos Suspendidos Totales [2]	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

"APHA" : American Public Health Association

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

[2] Ensayo acreditado por el IAS

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30978

Nº Id.: 0000099143

IV. RESULTADOS

ITEM		1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-23-100396	M-23-100397	M-23-100398	M-23-100399
CÓDIGO DEL CLIENTE:		AP-01	AP-02	AP-03	AP-04
COORDENADAS:		E:0251741	E:0251741	E:0251740	E:0251739
UTM WGS 84:		N:8052385	N:8052386	N:8052386	N:8052386
PRODUCTO:		Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO:		Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:		NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO :		27-12-2023 15:15	27-12-2023 15:30	27-12-2023 15:55	27-12-2023 16:30
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (**)	mg/L	0,4	2,0	79,1	32,4	28,6	45,0
Demanda Bioquímica de Oxigeno [2]	mg/L	0,4	2,0	-	-	-	-
Aceites y Grasas (**)	mg/L	0,30	0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Aceites y Grasas [2]	mg/L	0,30	0,50	-	-	-	-
Sólidos Suspendidos Totales (**)	mg/L	2,0	5,0	8,5	<5,0	<5,0	<5,0
Sólidos Suspendidos Totales [2]	mg/L	2,0	5,0	-	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (**)	mg/L	2,0	5,0	180,5	83,1	77,2	74,5
Demanda Química de Oxígeno [2]	mg/L	2,0	5,0	-	-	-	-
Detergentes (*)	mg/L	0,007	0,020	-	-	-	-
Detergentes (**)	mg/L	0,007	0,020	6,185	0,440	0,022	0,026
Metales Totales ICP-MS							
Aluminio (*)	mg/L	0,001	0,003	0,010	0,008	0,011	0,009
Antimonio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Arsénico (*)	mg/L	0,0002	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Bario (*)	mg/L	0,00008	0,00030	0,18210	0,03020	0,07400	0,10300
Berilio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Bismuto (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Boro (*)	mg/L	0,0003	0,0010	8,6428	11,2237	16,1520	11,3660
Cadmio (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Calcio (*)	mg/L	0,001	0,004	302,032	316,593	571,664	444,720

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado
[2] Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30978

Nº Id.: 0000099143

ITEM		1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO:		M23-100396	M23-100397	M23-100398	M23-100399
CÓDIGO DEL CLIENTE:		AP-01	AP-02	AP-03	AP-04
COORDENADAS:		E:0251741	E:0251741	E:0251740	E:0251739
UTM WGS 84:		N:8052385	N:8052386	N:8052386	N:8052386
PRODUCTO:		Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO:		Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:		NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO:		27-12-2023 15:15	27-12-2023 15:30	27-12-2023 15:55	27-12-2023 16:30
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**	
Cerio (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cesio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Cobalto (*)	mg/L	0,0005	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Cobre (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0031	0,0862	<0,0002	<0,0002
Cromo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Erbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Estaño (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Estroncio (*)	mg/L	0,00002	0,00005	2,30430	2,32820	4,14400	2,92800
Europio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Fosforo (*)	mg/L	0,002	0,006	0,515	0,162	0,084	3,210
Gadolinio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Galio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Germanio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Hafnio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Hierro (*)	mg/L	0,001	0,002	0,448	0,085	0,095	0,247
Holmio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Indio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Iterbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Itrio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Lantano (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Litio (*)	mg/L	0,00003	0,00010	1,30630	1,73720	2,00500	1,62000
Lutecio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Magnesio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	65,0707	102,0580	131,6090	107,3020
Manganeso (*)	mg/L	0,00002	0,00005	0,25900	0,00750	<0,00005	<0,00005
Mercurio (*)	mg/L	0,000033	0,000100	<0,000100	<0,000100	<0,000100	<0,000100

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30978

Nº Id.: 0000099143

ITEM			1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO			M23-100396	M23-100397	M23-100398	M23-100399
CÓDIGO DEL CLIENTE:			AP-01	AP-02	AP-03	AP-04
COORDENADAS:			E:0251741	E:0251741	E:0251740	E:0251739
UTM WGS 84:			N:8052385	N:8052386	N:8052386	N:8052386
PRODUCTO:			Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO:			Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO:			27-12-2023 15:15	27-12-2023 15:30	27-12-2023 15:55	27-12-2023 16:30
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**			
Molibdeno (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Neodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Niobio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Niquel (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Plata (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Plomo (*)	mg/L	0,0008	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Potasio (*)	mg/L	0,003	0,010	43,530	108,772	65,901	61,896
Praseodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Renio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Rubidio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Samario (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Selenio (*)	mg/L	0,001	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Silicio (*)	mg/L	0,0002	0,0007	30,5001	18,7724	19,0493	25,9845
Sodio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	647,6580	858,9980	1 105,6500	852,1080
Talio (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Tántalo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Telurio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Titanio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Torio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	0,0659	0,0827	0,2210	0,1840
Uranio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0100	<0,0003
Vanadio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Wolframio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Zirconio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Azufre (**)	mg/L	0,006	0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Sílice (**)	mg/L	0,001	0,002	65,999	18,798	40,820	55,681

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado
L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30978

Nº Id.: 0000099143

ITEM				1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO				M23-100396	M23-100397	M23-100398	M23-100399
CÓDIGO DEL CLIENTE:				AP-01	AP-02	AP-03	AP-04
COORDENADAS:				E:0251741	E:0251741	E:0251740	E:0251739
UTM WGS 84:				N:8052385	N:8052386	N:8052386	N:8052386
PRODUCTO:				Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO:				Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO:				27-12-2023 15:15	27-12-2023 15:30	27-12-2023 15:55	27-12-2023 16:30
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**			

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30978

Nº Id.: 0000099143

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-100395
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AR-01
COORDENADAS:	E:0251739
UTM WGS 84:	N:8052385
PRODUCTO:	Agua Residual
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :	27-12-2023 14:48

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Demanda Bioquímica de Oxígeno (**)	mg/L	0,4	2,0	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno [2]	mg/L	0,4	2,0	88,1
Aceites y Grasas (**)	mg/L	0,30	0,50	-
Aceites y Grasas [2]	mg/L	0,30	0,50	<0,50
Sólidos Suspendidos Totales (**)	mg/L	2,0	5,0	-
Sólidos Suspendidos Totales [2]	mg/L	2,0	5,0	26,0
Demanda Química de Oxígeno (**)	mg/L	2,0	5,0	-
Demanda Química de Oxígeno [2]	mg/L	2,0	5,0	196,8
Detergentes (*)	mg/L	0,007	0,020	7,116
Detergentes (**)	mg/L	0,007	0,020	-
Metales Totales ICP-MS				
Aluminio (*)	mg/L	0,001	0,003	0,008
Antimonio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	<0,0020
Arsénico (*)	mg/L	0,0002	0,0010	<0,0010
Bario (*)	mg/L	0,00008	0,00030	0,19180
Berilio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Bismuto (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010
Boro (*)	mg/L	0,0003	0,0010	8,5899
Cadmio (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado
[2] Ensayo acreditado por el IAS
L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30978

Nº Id.: 0000099143

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M23-100395
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AR-01
COORDENADAS:	E:0251739
UTM WGS 84:	N:8052385
PRODUCTO:	Agua Residual
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO:	27-12-2023 14:48

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Calcio (*)	mg/L	0,001	0,004	320,966
Cerio (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010
Cesio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Cobalto (*)	mg/L	0,0005	0,0020	<0,0020
Cobre (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002
Cromo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Erbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Estaño (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Estroncio (*)	mg/L	0,00002	0,00005	2,31540
Europio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Fosforo (*)	mg/L	0,002	0,006	0,630
Gadolinio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Galio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Germanio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Hafnio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Hierro (*)	mg/L	0,001	0,002	0,468
Holmio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Indio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Iterbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Itrio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Lantano (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Litio (*)	mg/L	0,00003	0,00010	1,22970
Lutecio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Magnesio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	63,9965
Manganeso (*)	mg/L	0,00002	0,00005	0,31600

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30978

Nº Id.: 0000099143

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M23-100395
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AR-01
COORDENADAS:	E:0251739
UTM WGS 84:	N:8052385
PRODUCTO:	Agua Residual
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO:	27-12-2023 14:48

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Mercurio (*)	mg/L	0,000033	0,000100	<0,000100
Molibdeno (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Neodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Niobio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Niquel (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004
Plata (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Plomo (*)	mg/L	0,0008	0,0010	<0,0010
Potasio (*)	mg/L	0,003	0,010	42,794
Praseodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Renio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Rubidio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Samario (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Selenio (*)	mg/L	0,001	0,002	<0,002
Silicio (*)	mg/L	0,0002	0,0007	30,5088
Sodio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	628,1920
Talio (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004
Tántalo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Telurio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Titanio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Torio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	0,0684
Uranio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Vanadio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Wolframio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002
Zirconio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Azufre (**)	mg/L	0,006	0,020	<0,020

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado
L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-30978

Nº Id.: 0000099143

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M23-100395
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AR-01
COORDENADAS:	E:0251739
UTM WGS 84:	N:8052385
PRODUCTO:	Agua Residual
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Industrial
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO:	27-12-2023 14:48

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Sílice (**)	mg/L	0,001	0,002	65,376

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 618 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

ALAB

CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA

L.:	F-OPE-1.4.2
R.:	01
I.V.:	2020-Feb-13

Datos del cliente

Razón Social:

Persona de contacto: JOSE CARLOS MEDRANO SILVA Correo / Teléfono: 922380513

Nombre del proyecto: DESEMPEÑO DEL BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023.

Orden de servicio: 6965 Pág. ____ de ____

Plan de Monitoreo: CC-23-74879

Informe de ensayo: IE-23-30978

Procedencia o lugar de muestreo: Pacocha - Ilo -Moquegua

Preservante		H2SO4		H2SO4			HNO3																
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA								PARAMETROS DE ENSAYO													PARAMETRO IN SITU					
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación		Ubicación	Nº Frascos			Aceites y Grasas	DBO5	DQO	Detergentes	Solidos Totales	Metales Totales								T° Mtra (°C)	pH (Unidad de pH)	CE (us/cm)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	OBSERVACIONES
				Grupo	Sub-grupo	Coordenadas (UTM)	V	P																	Salinidad (ppt)		Cloro Total (mg/L)	
		M-23																										
1	AR-01	100329	F: 27/12/2023 H: 14:48	AR		N: 8052385 E: 251739	1	5		x	x	x	x	x	x													
2	AP-01	100330	F: 27/12/2023 H: 15:15	AP		N: 8052385 E: 251741	1	5		x	x	x	x	x	x													
3	AP-02	100331	F: 27/12/2023 H: 15:30	AP		N: 8052386 E: 251741	1	5		x	x	x	x	x	x													
4	AP-03	100332	F: 27/12/2023 H: 15:55	AP		N: 8052386 E: 251740	1	5		x	x	x	x	x	x													
5	AP-04	100333	F: 27/12/2023 H: 16:30	AP		N: 8052386 E: 251739	1	5		x	x	x	x	x	x													
6			F: H:			N: E:																						
7			F: H:			N: E:																						
8			F: H:			N: E:																						

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Leyenda

F: Fecha N: Norte V: Vidrio T° Mtra: Temperatura de Muestra CE: Conductividad Eléctrica
H: Hora E: Este P: Plástico T° Amb: Temperatura ambiente OD: Oxigeno Disuelto

	Muestreado por:	Cliente:
Nombre:	EIMY ESTEFANI CORDOVA QUISPE	
Fecha:	27/12/2023	
Firma:		

Recepción de muestras RECEPCIÓN DE MUESTRAS 28 DIC 2023 Hora: 14:00 ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L. AREQUIPA

Clasificacion de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042

GRUPO		SUB - GRUPO
AR:	Aguas Naturales	SUBTERRANEA (Manantial - Termal)
AR:	Aguas Residuales	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AH:	Aguas para Uso y Consumo Humano	PISCINA, Y LAGUNA ARTIFICIAL BEBIDA (Potable, Mesa, Envasada)
AS:	Aguas Salinas	MAR - SALOBRES - SALMUERA AGUA INYECCION Y REINYECCION
AP:	Aguas de Proceso	CIRCULACION O ENFRIAMIENTO - AGUA DE CALDERAS ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LIXIVIACION AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REINYECCION

Muestreado por: ☐ ALAB ☒ Cliente

Observaciones / Comentarios

Prolongación Zarumilla Mz D2 Lt 3. Asociación Daniel Alcides Carrión, Bellavista, Callao, Lima
Web site: www.alab.com.pe E-mail: grupo.comercial@alab.com.pe - RUC : 20600551901 - T: (01)4531389 - (01)7130636 Cel.: 940598588 - 932646458

Documento controlado. Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización de ALAB.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-163

Nº Id.: 0000099826

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL	: Jose Carlos Medrano Silva
2.- DIRECCIÓN	: Ciudad Nueva E-1 / Ilo - Moquegua
3.- PROYECTO	: DESEMPEÑO DEL BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACION Y REUTILIZACION DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023
4.- PROCEDENCIA	: PACOCHA - ILO MOQUEGUA
5.- SOLICITANTE	: JOSE CARLOS MEDRANO SILVA
6.- PRODUCTO	: Agua Residual,Agua de Proceso

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000006965-2023-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2024-01-23

III.- DATOS DEL ÍTEMS DE ENSAYO

1.- MUESTREADO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
2- NÚMERO DE MUESTRAS	: 5
3.- FECHA DE RECEPCIÓN	: 2024-01-04
4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN	: En buen estado de conservación y preservación
5.- PERÍODO DE ENSAYO	: 2024-01-04 al 2024-01-23

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory Los resultados de los ensayos 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.
Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-163

Nº Id.: 0000099826

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	LUGAR DE ANÁLISIS
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520B, 24th Ed. 2023.	Oil and Grease by Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method	IAS TL-1007 AREQUIPA
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520B, 24th Ed. 2023.	Oil and Grease by Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method	SIN ACREDITACION
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	IAS TL-1007 AREQUIPA
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	SIN ACREDITACION
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023.	Chemical Oxygen Demand by Closed Reflux, Colorimetric Method.	IAS TL-1007 AREQUIPA
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023.	Chemical Oxygen Demand by Closed Reflux, Colorimetric Method.	SIN ACREDITACION
Detergentes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 24th Ed. 2023.	Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.	SIN ACREDITACION
Detergentes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 24th Ed. 2023.	Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.	INACAL LE-096 ZARUMILLA
Metales Totales ICP-MS	Method 200.8, Revision 5.4 1994. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: Bi, B, Ca, Ce, Cs, Fe, Ga, Ge, Hf, K, La, Li, Lu, Mg, Na, Nb, P, Rb, Si, Sn, Sr, Ta, Te, Ti, W, Yb, Zr), 2021.	Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	INACAL LE - 096 CHALACA
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	SIN ACREDITACION
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	IAS TL-1007 AREQUIPA

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
"APHA" : American Public Health Association
"APHA" : American Public Health Association

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-163

Nº Id.: 0000099826

V.- RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-00573	M-24-00574	M-24-00575	M-24-00576
CÓDIGO CLIENTE (A)	AR-01	AP-01	AP-02	AP-03
COORDENADAS - UTM WGS 84 (A)	E:0251739 N:8052385	E:0251741 N:8052385	E:0251741 N:8052386	E:0251740 N:8052386
PRODUCTO (A)	Agua Residual	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO (A)	Efluente Industrial	Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada
FECHA y HORA DE MUESTREO (A)	03-01-2024 14:50	03-01-2024 15:00	03-01-2024 15:30	03-01-2024 16:05

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (**)	mg/L	0,4	2,0	-	60,9	36,6	22,6
Demanda Bioquímica de Oxígeno [2]	mg/L	0,4	2,0	63,3	-	-	-
Aceites y Grasas (**)	mg/L	0,30	0,50	-	<0,50	<0,50	<0,50
Aceites y Grasas [2]	mg/L	0,30	0,50	<0,50	-	-	-
Sólidos Suspendidos Totales (**)	mg/L	2,0	5,0	-	5,6	<5,0	<5,0
Sólidos Suspendidos Totales [2]	mg/L	2,0	5,0	9,0	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (**)	mg/L	2,0	5,0	-	139,1	93,9	42,3
Demanda Química de Oxígeno [2]	mg/L	2,0	5,0	143,0	-	-	-
Detergentes (*)	mg/L	0,007	0,020	3,519	-	-	-
Detergentes (**)	mg/L	0,007	0,020	-	3,431	1,417	<0,020
Metales Totales ICP-MS							
Aluminio (*)	mg/L	0,001	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Antimonio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Arsénico (*)	mg/L	0,0002	0,0010	<0,0010	<0,0010	0,0240	0,0465
Bario (*)	mg/L	0,00008	0,00030	0,17250	0,16390	0,03840	0,07320
Berilio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Bismuto (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Boro (*)	mg/L	0,0003	0,0010	8,4705	8,6120	11,0141	15,9131
Cadmio (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado
[2] Ensayo acreditado por el IAS
L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-163

Nº Id.: 0000099826

ITEM		1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-24-00573	M-24-00574	M-24-00575	M-24-00576
CÓDIGO CLIENTE (A)		AR-01	AP-01	AP-02	AP-03
COORDENADAS - UTM WGS 84 (A)		E:0251739 N:8052385	E:0251741 N:8052385	E:0251741 N:8052386	E:0251740 N:8052386
PRODUCTO (A)		Agua Residual	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO (A)		Efluente Industrial	Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada
FECHA y HORA DE MUESTREO (A)		03-01-2024 14:50	03-01-2024 15:00	03-01-2024 15:30	03-01-2024 16:05
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**	
Calcio (*)	mg/L	0,001	0,004	263,802	261,789	317,061	523,425
Cerio (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cesio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Cobalto (*)	mg/L	0,0005	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Cobre (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0002	0,0015	0,0512	0,0163
Cromo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Erbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Estaño (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Estroncio (*)	mg/L	0,00002	0,00005	1,97930	1,97460	2,38250	4,08070
Europio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Fosforo (*)	mg/L	0,002	0,006	0,239	0,238	0,331	0,061
Gadolinio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Galio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Germanio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Hafnio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Hierro (*)	mg/L	0,001	0,002	0,740	0,727	0,306	0,033
Holmio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Indio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Iterbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Itrio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Lantano (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Litio (*)	mg/L	0,00003	0,00010	1,18070	1,14900	1,84330	2,81930
Lutecio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Magnesio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	56,5283	55,5090	85,5642	126,5092
Manganeso (*)	mg/L	0,00002	0,00005	0,21460	0,20070	0,00850	0,00276

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

2 Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-163

Nº Id.: 0000099826

ITEM		1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-24-00573	M-24-00574	M-24-00575	M-24-00576
CÓDIGO CLIENTE (A)		AR-01	AP-01	AP-02	AP-03
COORDENADAS - UTM WGS 84 (A)		E:0251739 N:8052385	E:0251741 N:8052385	E:0251741 N:8052386	E:0251740 N:8052386
PRODUCTO (A)		Agua Residual	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO (A)		Efluente Industrial	Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada
FECHA y HORA DE MUESTREO (A)		03-01-2024 14:50	03-01-2024 15:00	03-01-2024 15:30	03-01-2024 16:05
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**	
Mercurio (*)	mg/L	0,000033	0,000100	<0,000100	<0,000100	<0,000100	<0,000100
Molibdeno (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Neodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Niobio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Niquel (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Plata (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Plomo (*)	mg/L	0,0008	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Potasio (*)	mg/L	0,003	0,010	40,763	40,007	103,044	87,131
Praseodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Renio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Rubidio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Samario (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Selenio (*)	mg/L	0,001	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Silicio (*)	mg/L	0,0002	0,0007	29,0838	29,0832	19,6851	15,2129
Sodio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	552,0468	548,9768	851,9028	1 024,1438
Talio (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Tántalo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Telurio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Titanio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Torio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Uranio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Vanadio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Wolframio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Zirconio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

2 Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-163

Nº Id.: 0000099826

ITEM		1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-24-00573	M-24-00574	M-24-00575	M-24-00576
CÓDIGO CLIENTE (A)		AR-01	AP-01	AP-02	AP-03
COORDENADAS - UTM WGS 84 (A)		E:0251739 N:8052385	E:0251741 N:8052385	E:0251741 N:8052386	E:0251740 N:8052386
PRODUCTO (A)		Agua Residual	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO (A)		Efluente Industrial	Agua Purificada	Agua Purificada	Agua Purificada
FECHA y HORA DE MUESTREO (A)		03-01-2024 14:50	03-01-2024 15:00	03-01-2024 15:30	03-01-2024 16:05
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**	
Azufre (**)	mg/L	0,006	0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Sílice (**)	mg/L	0,001	0,002	62,323	63,457	42,182	54,028

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

[2] Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-163

Nº Id.: 0000099826

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-00577
CÓDIGO CLIENTE (A)	AP-04
COORDENADAS - UTM WGS 84 (A)	E:0251739 N:8052386
PRODUCTO (A)	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO (A)	Agua Purificada
FECHA y HORA DE MUESTREO (A)	03-01-2024 16:25

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Demanda Bioquímica de Oxígeno (**)	mg/L	0,4	2,0	30,3
Demanda Bioquímica de Oxígeno ²	mg/L	0,4	2,0	-
Aceites y Grasas (**)	mg/L	0,30	0,50	<0,50
Aceites y Grasas ²	mg/L	0,30	0,50	-
Sólidos Suspendidos Totales (**)	mg/L	2,0	5,0	<5,0
Sólidos Suspendidos Totales ²	mg/L	2,0	5,0	-
Demanda Química de Oxígeno (**)	mg/L	2,0	5,0	80,1
Demanda Química de Oxígeno ²	mg/L	2,0	5,0	-
Detergentes (*)	mg/L	0,007	0,020	-
Detergentes (**)	mg/L	0,007	0,020	<0,020
Metales Totales ICP-MS				
Aluminio (*)	mg/L	0,001	0,003	<0,003
Antimonio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	<0,0020
Arsénico (*)	mg/L	0,0002	0,0010	0,0605
Bario (*)	mg/L	0,00008	0,00030	0,09110
Berilio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Bismuto (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010
Boro (*)	mg/L	0,0003	0,0010	12,4770

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado
² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-163

Nº Id.: 0000099826

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-00577
CÓDIGO CLIENTE (A)	AP-04
COORDENADAS - UTM WGS 84 (A)	E:0251739 N:8052386
PRODUCTO (A)	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO (A)	Agua Purificada
FECHA y HORA DE MUESTREO (A)	03-01-2024 16:25

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Cadmio (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002
Calcio (*)	mg/L	0,001	0,004	494,726
Cerio (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010
Cesio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Cobalto (*)	mg/L	0,0005	0,0020	<0,0020
Cobre (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0247
Cromo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Erbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Estaño (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Estroncio (*)	mg/L	0,00002	0,00005	3,36090
Europio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Fosforo (*)	mg/L	0,002	0,006	5,066
Gadolinio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Galio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Germanio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Hafnio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Hierro (*)	mg/L	0,001	0,002	0,046
Holmio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Indio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Iterbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Itrio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Lantano (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Litio (*)	mg/L	0,00003	0,00010	2,12480
Lutecio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

[2] Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-163

Nº Id.: 0000099826

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-00577
CÓDIGO CLIENTE (A)	AP-04
COORDENADAS - UTM WGS 84 (A)	E:0251739 N:8052386
PRODUCTO (A)	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO (A)	Agua Purificada
FECHA y HORA DE MUESTREO (A)	03-01-2024 16:25

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Magnesio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	118,8012
Manganeso (*)	mg/L	0,00002	0,00005	0,01220
Mercurio (*)	mg/L	0,000033	0,000100	<0,000100
Molibdeno (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Neodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Niobio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Niquel (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004
Plata (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Plomo (*)	mg/L	0,0008	0,0010	<0,0010
Potasio (*)	mg/L	0,003	0,010	85,343
Praseodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Renio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Rubidio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Samario (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Selenio (*)	mg/L	0,001	0,002	<0,002
Silicio (*)	mg/L	0,0002	0,0007	28,0127
Sodio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	881,7998
Talio (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004
Tántalo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Telurio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Titanio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Torio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Uranio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Vanadio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado
2 Ensayo acreditado por el IAS
L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-163

Nº Id.: 0000099826

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-00577
CÓDIGO CLIENTE (A)	AP-04
COORDENADAS - UTM WGS 84 (A)	E:0251739 N:8052386
PRODUCTO (A)	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO (A)	Agua Purificada
FECHA y HORA DE MUESTREO (A)	03-01-2024 16:25

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Wolframio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002
Zirconio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Azufre (**)	mg/L	0,006	0,020	<0,020
Sílice (**)	mg/L	0,001	0,002	60,027

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado
2 Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA

ALAB

I.:	F-OPE-1.4.2
R:	01
I.V.:	2020-Feb-13

Datos del cliente

Razón Social:

Persona de contacto: JOSE CARLOS MEDRANO SILVA Correo / Teléfono: 922380513

Nombre del proyecto: DESEMPEÑO DEL BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023.

Orden de servicio: 6965 Pág.____ de ____

Plan de Monitoreo: CC- 75572

Informe de ensayo: IG-24163

Procedencia o lugar de muestreo: Pacocha - Ilo -Moquegua

Preservante		H_2SO_4		H_2SO_4			HNO_3																

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA											PARAMETROS DE ENSAYO															PARAMETRO IN SITU					
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio M-24	Muestreo	Clasificación		Ubicación	Nº Frascos				Aceites y Grasas	DBO5	DQO	Detergentes	Solidos Totales	Metales Totales										T° Mtra (°C)	pH (Unidad de pH)	CE (us/cm) / Salinidad (ppt)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L) / Cloro Total (mg/L)	OBSERVACIONES
				Grupo	Sub-grupo	Coordenadas (UTM)	V	P																						
1	AR-01	573	F: 3/01/2024 H: 14:50	AR		N: 8052385 E: 251739	1	5			x	x	x	x	x	x														
2	AP-01	574	F: 3/01/2024 H: 15:00	AP		N: 8052385 E: 251741	1	5			x	x	x	x	x	x														
3	AP-02	575	F: 3/01/2024 H: 15:30	AP		N: 8052386 E: 251741	1	5			x	x	x	x	x	x														
4	AP-03	576	F: 3/01/2024 H: 16:05	AP		N: 8052386 E: 251740	1	5			x	x	x	x	x	x														
5	AP-04	577	F: 3/01/2024 H: 16:25	AP		N: 8052386 E: 251739	1	5			x	x	x	x	x	x														
6			F: H:			N: E:																								
7			F: H:			N: E:																								
8			F: H:			N: E:																								

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Leyenda

F: Fecha	N: Norte	V: Vidrio	T° Mtra: Temperatura de Muestra	CE: Conductividad Eléctrica
H: Hora	E: Este	P: Plástico	T° Amb: Temperatura ambiente	OD: Oxigeno Disuelto

	Muestreado por:	Cliente:
Nombre:	EIMY ESTEFANI CORDOVA QUISPE	
Fecha:	3/01/2024	
Firma:		

Recepción de Muestra: RECEPCIÓN DE MUESTRAS 04 ENE 2024 Hora 12:43 (ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L. - AREQUIPA -)

Clasificacion de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042

GRUPO		SUB - GRUPO
AN:	Aguas Naturales	SUBTERRANEA (Manantial - Termal)
AR:	Aguas Residuales	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AH:	Aguas para Uso y Consumo Humano	PISCINA Y LAGUNA ARTIFICIAL BEBIDA (Potable, Mesa, Envasada)
AS:	Aguas Salinas	MAR - SALOBRES - SALMUERA AGUA INYECCION Y REINYECCION
AP:	Aguas de Proceso	CIRCULACION O ENFRIAMIENTO - AGUA DE CALDERAS ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LIXIVIACION AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REINYECCION

Muestreado por: [ ] ALAB [X] Cliente

Observaciones / Comentarios

Documento controlado. Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización de ALAB.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-735

Nº Id.: 0000100398

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL	: Jose Carlos Medrano Silva
2.- DIRECCIÓN	: Ciudad Nueva E-1 / Ilo - Moquegua
3.- PROYECTO	: DESEMPEÑO DEL BIOFILTRO PARA LA FITORREMEDIACION Y REUTILIZACION DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023.
4.- PROCEDENCIA	: PACOCHA - ILO - MOQUEGUA
5.- SOLICITANTE	: JOSE CARLOS MEDRANO SILVA
6.- PRODUCTO	: Agua Residual / Agua de Proceso

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000006965-2023-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2024-01-23

III.- DATOS DEL ÍTEMS DE ENSAYO

1.- MUESTREADO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
2- NÚMERO DE MUESTRAS	: 5
3.- FECHA DE RECEPCIÓN	: 2024-01-11
4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN	: En buen estado de conservación y preservación
5.- PERÍODO DE ENSAYO	: 2024-01-11 al 2024-01-23

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory Los resultados de los ensayos 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.
Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-735

Nº Id.: 0000100398

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	LUGAR DE ANÁLISIS
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520B, 24th Ed. 2023.	Oil and Grease by Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method	IAS TL-1007 AREQUIPA
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520B, 24th Ed. 2023.	Oil and Grease by Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method	SIN ACREDITACION
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	IAS TL-1007 AREQUIPA
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023.	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	SIN ACREDITACION
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023.	Chemical Oxygen Demand by Closed Reflux, Colorimetric Method.	IAS TL-1007 AREQUIPA
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023.	Chemical Oxygen Demand by Closed Reflux, Colorimetric Method.	SIN ACREDITACION
Detergentes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 24th Ed. 2023.	Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.	SIN ACREDITACION
Detergentes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 24th Ed. 2023.	Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.	INACAL LE-096 ZARUMILLA
Metales Totales ICP-MS	Method 200.8, Revision 5.4 1994. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: Bi, B, Ca, Ce, Cs, Fe, Ga, Ge, Hf, K, La, Li, Lu, Mg, Na, Nb, P, Rb, Si, Sn, Sr, Ta, Te, Ti, W, Yb, Zr), 2021.	Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	INACAL LE - 096 CHALACA
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	SIN ACREDITACION
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.	IAS TL-1007 AREQUIPA

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
"APHA" : American Public Health Association
"APHA" : American Public Health Association

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-735

Nº Id.: 0000100398

V.- RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-01695	M-24-01696	M-24-01697	M-24-01698
CÓDIGO CLIENTE (A)	AR-01	AP-01	AP-02	AP-03
COORDENADAS - UTM WGS 84 (A)	E:0251739 N:8052385	E:0251741 N:8052385	E:0251741 N:8052386	E:0251740 N:8052386
PRODUCTO (A)	Agua Residual	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO (A)	Agua Residual Industrial	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
FECHA y HORA DE MUESTREO (A)	10-01-2024 15:10	10-01-2024 15:30	10-01-2024 15:50	10-01-2024 16:30

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (**)	mg/L	0,4	2,0	-	42,8	15,7	9,7
Demanda Bioquímica de Oxígeno [2]	mg/L	0,4	2,0	51,0	-	-	-
Aceites y Grasas (**)	mg/L	0,30	0,50	-	<0,50	<0,50	<0,50
Aceites y Grasas [2]	mg/L	0,30	0,50	<0,50	-	-	-
Sólidos Suspendidos Totales (**)	mg/L	2,0	5,0	-	6,4	<5,0	<5,0
Sólidos Suspendidos Totales [2]	mg/L	2,0	5,0	9,0	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (**)	mg/L	2,0	5,0	-	109,7	49,5	31,3
Demanda Química de Oxígeno [2]	mg/L	2,0	5,0	136,1	-	-	-
Detergentes (*)	mg/L	0,007	0,020	6,104	-	-	-
Detergentes (**)	mg/L	0,007	0,020	-	5,212	0,709	0,099
Metales Totales ICP-MS							
Aluminio (*)	mg/L	0,001	0,003	0,227	0,004	<0,003	<0,003
Antimonio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Arsénico (*)	mg/L	0,0002	0,0010	0,0036	<0,0010	0,0131	0,0218
Bario (*)	mg/L	0,00008	0,00030	0,23000	0,19810	0,04360	0,08160
Berilio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Bismuto (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Boro (*)	mg/L	0,0003	0,0010	8,2939	8,1479	13,9460	16,9268
Cadmio (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

[2] Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-735

Nº Id.: 0000100398

ITEM				1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-01695	M-24-01696	M-24-01697	M-24-01698
CÓDIGO CLIENTE [A]				AR-01	AP-01	AP-02	AP-03
COORDENADAS - UTM WGS 84 [A]				E:0251739 N:8052385	E:0251741 N:8052385	E:0251741 N:8052386	E:0251740 N:8052386
PRODUCTO [A]				Agua Residual	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO [A]				Agua Residual Industrial	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
FECHA y HORA DE MUESTREO [A]				10-01-2024 15:10	10-01-2024 15:30	10-01-2024 15:50	10-01-2024 16:30
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**			
Calcio (*)	mg/L	0,001	0,004	295,330	217,964	436,344	583,852
Cerio (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Cesio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Cobalto (*)	mg/L	0,0005	0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020
Cobre (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0181	0,0120	0,0414	0,0023
Cromo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Erbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Estaño (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Estroncio (*)	mg/L	0,00002	0,00005	2,14230	1,86940	3,48500	4,61640
Europio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Fosforo (*)	mg/L	0,002	0,006	1,084	0,097	0,140	0,014
Gadolinio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Galio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Germanio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Hafnio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Hierro (*)	mg/L	0,001	0,002	1,243	0,893	0,122	0,002
Holmio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Indio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Iterbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Itrio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Lantano (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Litio (*)	mg/L	0,00003	0,00010	1,03380	1,10090	2,26950	3,17950
Lutecio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Magnesio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	54,1280	51,9581	108,1210	153,3020
Manganeso (*)	mg/L	0,00002	0,00005	0,31500	0,22600	0,00720	0,00480

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

[2] Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

[A]Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-735

Nº Id.: 0000100398

ITEM				1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-01695	M-24-01696	M-24-01697	M-24-01698
CÓDIGO CLIENTE (A)				AR-01	AP-01	AP-02	AP-03
COORDENADAS - UTM WGS 84 (A)				E:0251739 N:8052385	E:0251741 N:8052385	E:0251741 N:8052386	E:0251740 N:8052386
PRODUCTO (A)				Agua Residual	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO (A)				Agua Residual Industrial	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
FECHA y HORA DE MUESTREO (A)				10-01-2024 15:10	10-01-2024 15:30	10-01-2024 15:50	10-01-2024 16:30
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**			
Mercurio (*)	mg/L	0,000033	0,000100	<0,000100	<0,000100	<0,000100	<0,000100
Molibdeno (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Neodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Niobio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Niquel (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Plata (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Plomo (*)	mg/L	0,0008	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Potasio (*)	mg/L	0,003	0,010	36,006	34,702	115,569	95,406
Praseodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Renio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Rubidio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Samario (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Selenio (*)	mg/L	0,001	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Silicio (*)	mg/L	0,0002	0,0007	30,6613	27,8348	19,5432	12,2036
Sodio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	523,9500	433,4550	1 018,7610	1 163,3710
Talio (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Tántalo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Telurio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Titanio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Torio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Uranio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Vanadio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	0,0140	0,0029
Wolframio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Zirconio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

2 Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-735

Nº Id.: 0000100398

ITEM				1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-01695	M-24-01696	M-24-01697	M-24-01698
CÓDIGO CLIENTE (A)				AR-01	AP-01	AP-02	AP-03
COORDENADAS - UTM WGS 84 (A)				E:0251739 N:8052385	E:0251741 N:8052385	E:0251741 N:8052386	E:0251740 N:8052386
PRODUCTO (A)				Agua Residual	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO (A)				Agua Residual Industrial	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso
FECHA y HORA DE MUESTREO (A)				10-01-2024 15:10	10-01-2024 15:30	10-01-2024 15:50	10-01-2024 16:30
ENSAYO	**UNIDAD**	**L.D.M.**	**L.C.M.**	**RESULTADOS**			
Azufre (**)	mg/L	0,006	0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Sílice (**)	mg/L	0,001	0,002	65,703	46,789	35,450	47,579

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado
2 Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-735

Nº Id.: 0000100398

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-01699
CÓDIGO CLIENTE (A)	AP-04
COORDENADAS - UTM WGS 84 (A)	E:0251739 N:8052386
PRODUCTO (A)	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO (A)	Agua de Proceso
FECHA y HORA DE MUESTREO (A)	10-01-2024 17:00

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Demanda Bioquímica de Oxígeno (**)	mg/L	0,4	2,0	15,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno [2]	mg/L	0,4	2,0	-
Aceites y Grasas (**)	mg/L	0,30	0,50	<0,50
Aceites y Grasas [2]	mg/L	0,30	0,50	-
Sólidos Suspendidos Totales (**)	mg/L	2,0	5,0	<5,0
Sólidos Suspendidos Totales [2]	mg/L	2,0	5,0	-
Demanda Química de Oxígeno (**)	mg/L	2,0	5,0	37,8
Demanda Química de Oxígeno [2]	mg/L	2,0	5,0	-
Detergentes (*)	mg/L	0,007	0,020	-
Detergentes (**)	mg/L	0,007	0,020	0,060
Metales Totales ICP-MS				
Aluminio (*)	mg/L	0,001	0,003	<0,003
Antimonio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	<0,0020
Arsénico (*)	mg/L	0,0002	0,0010	0,0672
Bario (*)	mg/L	0,00008	0,00030	0,09510
Berilio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Bismuto (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010
Boro (*)	mg/L	0,0003	0,0010	12,2760

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

[2] Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-735

Nº Id.: 0000100398

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-01699
CÓDIGO CLIENTE (A)	AP-04
COORDENADAS - UTM WGS 84 (A)	E:0251739 N:8052386
PRODUCTO (A)	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO (A)	Agua de Proceso
FECHA y HORA DE MUESTREO (A)	10-01-2024 17:00

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Cadmio (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002
Calcio (*)	mg/L	0,001	0,004	523,748
Cerio (*)	mg/L	0,003	0,010	<0,010
Cesio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Cobalto (*)	mg/L	0,0005	0,0020	<0,0020
Cobre (*)	mg/L	0,0001	0,0002	0,0137
Cromo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Erbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Estaño (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Estroncio (*)	mg/L	0,00002	0,00005	3,60530
Europio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Fosforo (*)	mg/L	0,002	0,006	5,672
Gadolinio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Galio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Germanio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Hafnio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Hierro (*)	mg/L	0,001	0,002	0,004
Holmio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Indio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Iterbio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Itrio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Lantano (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Litio (*)	mg/L	0,00003	0,00010	2,05190
Lutecio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado
2 Ensayo acreditado por el IAS
L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-735

Nº Id.: 0000100398

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-01699
CÓDIGO CLIENTE (A)	AP-04
COORDENADAS - UTM WGS 84 (A)	E:0251739 N:8052386
PRODUCTO (A)	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO (A)	Agua de Proceso
FECHA y HORA DE MUESTREO (A)	10-01-2024 17:00

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Magnesio (*)	mg/L	0,0006	0,0020	132,2970
Manganeso (*)	mg/L	0,00002	0,00005	0,01350
Mercurio (*)	mg/L	0,000033	0,000100	<0,000100
Molibdeno (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Neodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Niobio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Niquel (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004
Plata (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Plomo (*)	mg/L	0,0008	0,0010	<0,0010
Potasio (*)	mg/L	0,003	0,010	87,979
Praseodimio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Renio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Rubidio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Samario (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Selenio (*)	mg/L	0,001	0,002	<0,002
Silicio (*)	mg/L	0,0002	0,0007	25,6254
Sodio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	1 000,4510
Talio (*)	mg/L	0,0001	0,0004	<0,0004
Tántalo (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Telurio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Titanio (*)	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Torio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Uranio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Vanadio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	0,0083

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

[2] Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-735

Nº Id.: 0000100398

ITEM	5
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-01699
CÓDIGO CLIENTE (A)	AP-04
COORDENADAS - UTM WGS 84 (A)	E:0251739 N:8052386
PRODUCTO (A)	Agua de Proceso
SUB PRODUCTO (A)	Agua de Proceso
FECHA y HORA DE MUESTREO (A)	10-01-2024 17:00

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Wolframio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Zinc (*)	mg/L	0,0001	0,0002	<0,0002
Zirconio (*)	mg/L	0,0001	0,0003	<0,0003
Azufre (**)	mg/L	0,006	0,020	<0,020
Sílice (**)	mg/L	0,001	0,002	54,912

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
(**) El Ensayo indicado no ha sido acreditado
2 Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.
"-": No ensayado

(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 717 5802
Cel.: 977 515 129

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3, Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz. E Lt. 9, Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 952 361 941

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17, Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 952 617 762

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A Lt. 29, Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 961 768 828

www.alab.com.pe

ALAB

CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA

I.:	F-OPE-I.4.2
R.:	01
EV.:	2020-Feb-13

Datos del cliente

Razón Social:

Persona de contacto: JOSE CARLOS MEDRANO SILVA Correo / Teléfono: 922380513

Nombre del proyecto: DESEMPEÑO DEL BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023.

Orden de servicio: 6965 Pág.____ de ____

Plan de Monitoreo: EC-24-76147

Informe de ensayo: IE-24-735

Procedencia o lugar de muestreo: Pacocha - Ilo -Moquegua

Preservante		H2SO4		H2SO4			HNO3											

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA									PARAMETROS DE ENSAYO																	PARAMETRO IN SITU					
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación		Ubicación	N° Frascos			Aceites y Grasas	DBO5	DQO	Detergentes	Solidos Totales	Metales Totales											T° Mtra (°C)	pH (Unidad de pH)	CE (ms/cm) / Salinidad (ppt)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L) / Cloro Total (mg/L)	OBSERVACIONES
				Grupo	Sub-grupo	Coordenadas (UTM)	V	P																						
1	AR-01	01695	F: 10/01/2024 H: 15:10	AR		N: 8052385 E: 251739	1	5		x	x	x	x	x	x															
2	AP-01	01696	F: 10/01/2024 H: 15:30	AP		N: 8052385 E: 251741	1	5		x	x	x	x	x	x															
3	AP-02	01697	F: 10/01/2024 H: 15:50	AP		N: 8052386 E: 251741	1	5		x	x	x	x	x	x															
4	AP-03	01698	F: 10/01/2024 H: 16:30	AP		N: 8052386 E: 251740	1	5		x	x	x	x	x	x															
5	AP-04	01699	F: 10/01/2024 H: 17:00	AP		N: 8052386 E: 251739	1	5		x	x	x	x	x	x															
6			F: H:			N: E:																								
7			F: H:			N: E:																								
8			F: H:			N: E:																								

Descripción de equipos utilizados:

Ítem	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Leyenda

F: Fecha N: Norte V: Vidrio T° Mtra: Temperatura de Muestra CE: Conductividad Electrica
H: Hora E: Este P: Plástico T° Amb: Temperatura ambiente OD: Oxigeno Disuelto

	Muestreado por:	Cliente:
Nombre:	EIMY ESTEFANI CORDOVA QUISPE	
Fecha:	10/01/2024	
Firma:		

LABORATORIO ANALYTICAL CHEMISTRY S.A.C. E.I.R.L. - AREQUIPA - Recepción de muestras RECEPCION DE MUESTRAS 11 ENE 2024 11:39 Hora

Clasificacion de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042

GRUPO		SUB - GRUPO
AN:	Aguas Naturales	SUBTERRANEA (Manantial - Tomul)
AR:	Aguas Residuales	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AH:	Aguas para Uso y Consumo Humano	PISCINA Y LAGUNA ARTIFICIAL BEBIDA (Potable, Mesa, Envasada)
AS:	Aguas Salinas	AGUA DE MAR - SUPERFICIAL - SUBTERRANEA AGUA INYECCION Y REINYECCION
AP:	Aguas de Proceso	CIRCULACION O ENFRIAMIENTO - AGUA DE CALDEROS ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LUBRICACION AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REINYECCION

Muestreado por: ☐ ALAB ☒ Cliente

Observaciones / Comentarios

Prolongación Zarumilla Mz D2 Lt 3, Asociación Daniel Alcides Carrión, Bellavista, Callao, Lima
Web site: www.alab.com.pe E-mail: grupo.comercial@alab.com.pe - RUC: 20600601891 - Tf: (01)4521389 - (01)7133638 Cel.: 940596568 - 932644158

Anexo 9: Constancia de uso de laboratorio de universidad

CONSTANCIA DE USO DE LABORATORIO

Laboratorio de Procesos Industriales y Ambientales
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental
Universidad Nacional de Moquegua

Se hace constar que los bachilleres Eimy Estefani Córdova Quispe y Jose Carlos Medrano Silva han utilizado las instalaciones del Laboratorio de Procesos Industriales y Ambientales de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental para el desarrollo de su investigación titulada: "DESEMPEÑO DEL BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023."

Dicha investigación fue supervisada por el Ing. encargado, Leonel Alonso Paccosonco Sucapuca, y se realizaron análisis de control en las fechas de diciembre de 2023 y enero de 2024, que consistieron en la medición de pH, conductividad eléctrica y temperatura.

Equipos Utilizados

- Conductímetro para medir la conductividad eléctrica del agua
- pH-metro para medir el pH del agua
- Termómetro para medir la temperatura del agua

Metodología

- Las mediciones se realizaron siguiendo los procedimientos estándar para la toma y preservación de muestras de agua, de acuerdo a los requisitos establecidos:
- Las muestras fueron recolectadas en frascos de plástico limpios y debidamente rotulados.
- Para la medición de pH y conductividad eléctrica, las muestras se analizaron in situ utilizando los equipos calibrados.
- La temperatura se midió directamente en el punto de muestreo usando el termómetro.
- Los datos obtenidos fueron registrados en una bitácora para su posterior análisis.

Ilo - Moquegua, 01/ 08/ 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA - UNAM

Ing. Leonel Alonso Paccosonco Sucapuca
DNI 72482099

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos	: **EIMY ESTEFANI CORDOVA QUISPE**
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N°	: 75988633
Correo electrónico	: EECORDOVA.06@GMAIL.COM
Teléfono/Celular	: 937387269

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis (X)
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico ( )

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título : DESEMPEÑO DEL BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 2.07.00
c) Fecha de publicación : 2024

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : MILKO RAUL RIVERA CAMPANO
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 29414070
c) ORCID : 0000-0002-4313-037X

FIRMA : 

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 75988633
NOMBRES Y APELLIDOS : EIMY ESTEFANI CORDOVA QUISPE

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 75988633

NOMBRES Y APELLIDOS : EIMY ESTEFANI CORDOVA QUISPE

FECHA : 02 / 08 / 2024



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS / TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Yo, EIMY ESTEFANI CORDOVA QUISPE,
bachiller de la Escuela Profesional de: INGENIERIA AMBIENTAL,
de la Universidad Nacional de Moquegua, identificado(a) con DNI Nº 75988633, autor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis / Trabajo de suficiencia profesional, denominado:

DESEMPEÑO DEL BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo de investigación es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, que no se ha copiado, que no se ha utilizado ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, sacadas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc., (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor. Por tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado total ni parcialmente.
2. El trabajo de investigación no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación constituirán aporte a la realidad investigada.

Soy consciente de que, el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades en el trabajo de investigación, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Moquegua, 02 / 08 / 2024



Huella digital

Nombres y Apellidos: EIMY ESTEFANI CORDOVA QUISPE
DNI: 75988633

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

INFORME FINAL BIOFILTROS EIMY JOSE

6% Textos sospechosos

3% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
< 1% entre las fuentes mencionadas
4% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: INFORME FINAL BIOFILTROS EIMY JOSE.pdf
ID del documento: ce12b397fa6b109620923bd9ac5df481d6acf9b5
Tamaño del documento original: 3,97 MB

Depositante: MILKO RAUL RIVERA CAMPANO
Fecha de depósito: 11/5/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 11/5/2024

Número de palabras: 23.192
Número de caracteres: 154.712

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.unac.edu.pe https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/7559/TESIS_MENDEZ_SEVERINO.pd... 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (85 palabras)
2	dspace.espoch.edu.ec http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/18492/1/20T01686.pdf 5 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (58 palabras)
3	bibdigital.epn.edu.ec https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/22066/1/CD 11572.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (65 palabras)
4	repositorio.unfv.edu.pe https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/20.500.13084/1930/1/TESIS_ANDREA QUISPE PULIDO.pdf 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (42 palabras)
5	dspace.ucuenca.edu.ec http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/42228/1/Trabajo-de-Titulación.pdf 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (42 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	revistas.upeu.edu.pe https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/article/view/637/609	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
2	repositorio.unsm.edu.pe http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/2467/1/Tesis 30.10.2017.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
3	Documento de otro usuario #7aa36c El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)
4	repositorio.unsaac.edu.pe http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/20.500.12918/8410/1/253T20230816_TC.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (25 palabras)
5	repositorio.untels.edu.pe https://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/186/1/Cardenas_Daniel_Trabajo_Sufici...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1 https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.163
2 https://doi.org/10.1016/bs.coac.2018.02.001
3 https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3829/1/Diana
4 https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._068
5 https://doi.org/10.1016/B978-0-7236-1151-6.50008-X

DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES
"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA Nº 644 -2024-UNAM/CO

Moquegua, 26 de septiembre de 2024

LA COMISIÓN ORGANIZADORA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

VISTOS:

El Acuerdo de Sesión Ordinaria de Comisión Organizadora de fecha 26 de setiembre de 2024; PROVEÍDO N° 11279-2024 de fecha 25 de septiembre de 2024 emitido por la Presidencia de la Comisión Organizadora; INFORME N° 498-2024-UNAM-CO-P/SG de fecha de recepción 26 de septiembre de 2024 emitido por la Secretaria General; CARTA Nº 156-2024-GYT/UNAM-PCAS de fecha de 24 de septiembre de 2024 emitido por el Área de Grados y Títulos; Sobre el otorgamiento del Título Profesional de Ingeniero Ambiental y demás documentos que escoltan el expediente administrativo, y;

CONSIDERANDO:

Que, la Constitución Política del Perú en su artículo 18º prevé que cada Universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico, y el artículo 8º de la Ley Nº 30220, Ley Universitaria, establece que la referida autonomía inherente a las Universidades, se ejerce de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República e implica las organizaciones de su sistema académico, económico y administrativo, así como la administración de sus bienes y rentas, elaborar su presupuesto y aplicar sus fondos con la responsabilidad que impone la Ley;

Que, de conformidad con la Ley N° 28520 de fecha 23/05/2005, se creó la Universidad Nacional de Moquegua, cuyo artículo 1º dispone: "créase la Universidad Nacional de Moquegua como persona jurídica de derecho público interno, con sede en la ciudad de Moquegua, Provincia de Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua". Asimismo, a través de la Resolución del Consejo Directivo N° 103-2017-SUNEDU/CD, el Concejo Directivo de la SUNEDU, le otorgó la Licencia Institucional a la Universidad Nacional de Moquegua; la misma que fue modificada a través de la Resolución del Consejo Directivo N° 135-2022-SUNEDU/CD;

Que, el artículo 29° de la Ley Universitaria, Ley N° 30220, establece que, aprobada la ley de creación de una universidad pública, el Ministerio de Educación (MINEDU), constituye una Comisión Organizadora integrada por tres (3) académicos de reconocido prestigio, que cumplan los mismos requisitos para ser Rector (…). Esta Comisión tiene a su cargo la aprobación del estatuto, reglamentos y documentos de gestión académica y administrativa de la universidad, formulados en los instrumentos de planeamiento, así como su conducción y dirección hasta que se constituyan los órganos de gobierno que, de acuerdo a la presente Ley, le correspondan";

Que, mediante Resolución Viceministerial Nº 011-2024-MINEDU de fecha 31/01/2024, se reconformó la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Moquegua, integrada por los académicos: Dr. Jorge Lázaro Franco Medina, como Presidente; Dr. Edwin Molina Porcel, como Vicepresidente Académico y Dr. Avid Roman Gonzalez, como Vicepresidente de Investigación;

Que, el artículo 58° de la Ley Universitaria, Ley Nº 30220, concordado con el artículo 14º del Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua, aprobado con Resolución de Comisión Organizadora Nº 578-2021-UNAM, establecen que el **Consejo Universitario es el máximo órgano de gestión, dirección y ejecución académica y administrativa de la universidad.** En el caso de la Universidad Nacional de Moquegua, dada su condición y naturaleza, corresponde ejercer dicha atribución a la Comisión

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe

Organizadora quien hace las veces de Consejo Universitario, disposición relacionada con la Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU y sus modificatorias;

Que, el artículo 44° de la Ley Nº 30220, Ley Universitaria, señala que las universidades otorgan los grados académicos de Bachiller, Maestro, Doctor y los Títulos Profesionales que correspondan, a nombre de la Nación (...);

Que, el numeral 45.2 del artículo 45° de la Ley Nº 30220, Ley Universitaria, precisa **los requisitos mínimos para la obtención del título profesional, como son: el grado de Bachiller y la aprobación de una tesis** o trabajo de suficiencia profesional. Asimismo, establece que el título profesional solo se puede obtener en la universidad en la cual se haya obtenido el grado de bachiller;

Que, mediante Resolución de Comisión Organizadora Nº 1153-2021-UNAM, se aprobó el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, el mismo que fue modificado a través de las Resoluciones de Comisión Organizadora N° 410, 453 y 890-2022; N° 880-2023 y N° 081, 484-2024-UNAM el cual establece los requisitos y norma los procedimientos para la obtención de los grados académicos y títulos profesionales conferidos por esta Casa Superior de Estudios;

Que, mediante la Carta Nº 156-2024-GYT/UNAM-PCAS de fecha 24.09.2024, el Especialista del Área de Grados y Títulos, remite a Secretaria General, la relación de tres (3) bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, quienes se encuentran aptos para la expedición del Título Profesional de Ingeniero Ambiental por la modalidad de sustentación de tesis, al haber cumplido satisfactoriamente con los requisitos legales y reglamentarios[1], exigidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, conforme lo señala la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, razón por la cual la Secretaría General a petición de la PCO incluye el expediente como punto de agenda para ser tratado en Sesión de Comisión Organizadora de fecha 26 de septiembre de 2024;

Que, se ha establecido como atribución de la Comisión Organizadora de la UNAM, la facultad de conferir los grados académicos y los títulos profesionales (...), por lo que en mérito al pedido del

---

[1] Artículo 122°. - Requisitos para la obtención del Título Profesional
Para obtener el Título Profesional el interesado deberá presentar ante su Escuela Profesional un expediente con la siguiente documentación:

a. Solicitud dirigida al Director de la Escuela Profesional o quien haga sus veces, indicando la fecha y numero de comprobante de pago.
b. Dos (2) fotografías de frente, tamaño pasaporte a color con fondo blanco (con traje formal); para garantizar la seguridad ciudadana.
c. Dos ejemplares de la Tesis, del Trabajo de Suficiencia Profesional o Informe del Examen Profesional en físico, uno para la Biblioteca y otro para la Escuela Profesional, y un CD con la versión digital.
d. Formulario de autorización del graduado para la publicación de la Tesis, Trabajo de Suficiencia Profesional o Informe de Examen Profesional en el repositorio.
e. Declaración Jurada de originalidad de la Tesis, Trabajo de Suficiencia Profesional o Informe de Examen Profesional.

La Escuela Profesional es responsable de completar el expediente del bachiller en un plazo máximo de 3 días hábiles y derivar a la Oficina de Secretaría General, adjuntando los siguientes documentos:

a. Copia del acta de sustentación indicando la modalidad de obtención del título profesional.
b. Constancia de "no adeudo" de Bienes a la Universidad, bienes a los Laboratorios Básicos y de Especialidad, material bibliográfico; dichos documentos deberán ser refrendados por los responsables a cargo.

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe

///... **Resolución de Comisión Organizadora Nº 644-2024-UNAM/CO**

Secretario General y debatido el caso en Sesión Ordinaria de fecha 26 de septiembre de 2024, se acordó por unanimidad **conferir a nombre de la Nación el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, por la modalidad de la Sustentación de Tesis, a tres (3) Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Moquegua**;

Que, estando en uso de las facultades y atribuciones conferidas en el artículo 18° de la Constitución Política del Perú; la Ley N° 30220, Ley Universitaria; el Documento Normativo denominado: "Disposiciones para la Constitución y Funcionamiento de las Comisiones Organizadoras de las Universidades Públicas en proceso de Constitución", aprobado mediante la Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU y sus modificatorias, y en la Resolución Viceministerial Nº 011-2024-MINEDU, así como en el Estatuto de la Universidad Nacional de Moquegua y demás normas concordantes;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO: CONFERIR, a nombre de la Nación el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL** por la modalidad de Sustentación de Tesis, a los Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de Moquegua, que se consigna en el listado siguiente:

1. **EIMY ESTEFANI CORDOVA QUISPE**

   TESIS : "DESEMPEÑO DEL BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023", cuyo Asesor fue el Dr. Milko Raul Rivera Campano.

2. **JOSE CARLOS MEDRANO SILVA**

   TESIS : "DESEMPEÑO DEL BIOFILTRO VERTICAL PARA LA FITORREMEDIACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL EN SERVICENTROS DE LAVADO VEHICULAR EN LA PROVINCIA DE ILO, 2023", cuyo Asesor fue el Dr. Milko Raul Rivera Campano.

3. **LUIS SANTIAGO MALDONADO RONDO**

   TESIS : "CARACTERIZACIÓN DE VIBRIOS MARINOS AISLADOS DE Acanthopleura echinata (Barnes, 1824) EN PLAYAS DEL LITORAL DE LA PROVINCIA DE ILO - 2023", cuyo Asesor fue el Dr. Hebert Hernan Soto Gonzales.

ARTÍCULO SEGUNDO: AUTORIZAR, a la Secretaría General de la Universidad Nacional de Moquegua, expedir y registrar el Diploma correspondiente para su otorgamiento.

ARTÍCULO TERCERO: ENCARGAR al Área de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Moquegua, para que realice las acciones pertinentes conducentes, relacionadas con la inscripción de los grados y títulos en el Registro de Grados y Títulos de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - SUNEDU.

ARTÍCULO CUARTO: NOTIFICAR, la presente Resolución a todas las instancias y dependencias administrativas y académicas de la Universidad Nacional de Moquegua, para su conocimiento, cumplimiento y demás fines pertinentes.

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe

///... **Resolución de Comisión Organizadora Nº 644-2024-UNAM/CO**

ARTÍCULO QUINTO: ENCARGAR, a la Oficina de Tecnología de la Información, la publicación de la presente Resolución en el portal de transparencia de la Universidad Nacional de Moquegua.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, CÚMPLASE Y ARCHÍVESE.

DR. JORGE LAZARO FRANCO MEDINA
Presidente de la Comisión Organizadora
Universidad Nacional de Moquegua

ABOG. KEVIN YUVER CHIHUAN QUISPE
Secretario General
Universidad Nacional de Moquegua

Domicilio Fiscal: Prolongación Av., Ancash S/N - Moquegua
RUC: 20449347448 - Teléfono: (053) 670168
Página Web: www.unam.edu.pe