



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Eficiencia de fitorremediación de *Schoenoplectus californicus* y
Lemna minor en la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río
Santa Lucía, Juliaca -2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORES:

Coaquira Quispe, Cesar (ORCID: 0000-0003-3802-2507)

Cauna Peralta, Hilario (ORCID: 0000-0002-5066-0686)

ASESORA:

Mg. Haydeé Suárez Alvites (ORCID: 0000-0003-2750-0980)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria:

Esta tesis es dedicada para nuestras madres María y Azunta; quienes siempre han estado presente en cada uno de nuestros proyectos a realizarse.

También la dedicamos a nuestros padres Lorenzo y Basilio; quienes están pendientes de nosotros impulsándonos a seguir avanzando en nuestra carrera profesional.

También dedicamos a nuestras compañeras de toda la vida, Luz Marina y Sonia; que nos acompañan en todo momento, fortaleciéndonos ante las adversidades y motivándonos a superarnos.

También dedicamos a todos nuestros familiares quienes estuvieron en forma incondicional para que sigamos adelante hasta concluir este proyecto.

Agradecimiento:

En primer lugar, damos las gracias a Dios, por darnos la oportunidad de poder concluir este proyecto, para seguir escalando un peldaño más en nuestra formación académica.

Agradecemos a nuestra asesora Mg. Haydee Suarez Alvites por el apoyo para que se realice este proyecto.

Agradecimiento especial a los profesionales que nos apoyaron, a los Biólogos Abel Limachi y Darwin Calla y al Ing. Químico Marco Velásquez, por sus consejos académicos en esta investigación.

Agradecemos a todos las amistades por el apoyo incondicional que tuvieron para concluir este proyecto.

Agradecimiento especial a la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo, por su interés en contar con buenos profesionales.

Índice de Contenido

Dedicatoria:	ii
Agradecimiento:	iii
Índice de Contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y Operacionalización	14
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	14
3.4. Técnica e instrumento de la recolección de datos	15
3.5. Procedimiento de la obtención de datos	18
3.6. Método de análisis de datos	20
3.7. Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN	46
VI. CONCLUSIONES	48
VII. RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS	51
ANEXOS	57

Índice de tablas

Tabla 1. Mecanismos de fitorremediación.....	11
Tabla 2. Técnica e instrumentos para recolección de datos.	15
Tabla 3. Instrumentos de recolección de datos.....	17
Tabla 4. Promedio de la validación de instrumento	17
Tabla 5. Ubicación de los puntos de muestreo.....	19
Tabla 6. Características físico-químicos de la desembocadura laguna Lagunillas.	22
Tabla 7. Características microbiológicas de la desembocadura laguna Lagunillas	25
Tabla 8. Valores obtenidos con cálculo del ICA-PE respecto al mercurio.....	27
Tabla 9. Valores obtenidos con cálculo del ICA-PE respecto al arsénico	28
Tabla 10. Valores obtenidos con cálculo del ICA-PE respecto al plomo	29
Tabla 11. Valores obtenidos con cálculo del ICA-PE respecto a coliformes termotolerantes.....	30
Tabla 12. Valor inicial y final de PH - <i>Schoenoplectus californicus</i>	31
Tabla 13. Valor inicial y final de Mercurio - <i>Schoenoplectus californicus</i>	32
Tabla 14. Valor inicial y final de Plomo - <i>Schoenoplectus californicus</i>	33
Tabla 15. Valor inicial y final de Arsénico - <i>Schoenoplectus californicus</i>	34
Tabla 16. Valor inicial y final de Coliformes termotolerantes - <i>Schoenoplectus californicus</i>	35
Tabla 17. Valor inicial y final de pH – <i>Lemna minor</i>	36
Tabla 18. Valor inicial y final de Mercurio – <i>Lemna minor</i>	37
Tabla 19. Valor inicial y final de Plomo – <i>Lemna minor</i>	38
Tabla 20. Valor inicial y final de Arsénico – <i>Lemna minor</i>	39
Tabla 21. Valor inicial y final de Coliformes termotolerantes – <i>Lemna minor</i>	40
Tabla 22. Tabla de prueba de medias para la hipótesis general – <i>Schoenoplectus californicus</i>	42
Tabla 23. Tabla de prueba de medias para la hipótesis general – <i>Lemna minor</i>	42
Tabla 24. Tabla de prueba de medias para la hipótesis específica 1	43
Tabla 25. Tabla de prueba de medias para la hipótesis específica 2.....	44
Tabla 26. Tabla de prueba de medias para la hipótesis específica 3.....	44

Índice de figuras

Figura 1.	Etapa del proceso de la investigación	18
Figura 2.	pH de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia y Paratía	22
Figura 3.	Concentración de mercurio en la laguna Lagunilla, del río.....	23
Figura 4.	Concentración de arsénico en la laguna Lagunilla, del río Santa.....	24
Figura 5.	Concentración de plomo en la laguna Lagunilla, del río Santa	25
Figura 6.	Concentración de coliformes termotolerantes en la laguna.....	26
Figura 7.	Calidad del agua respecto a la concentración mercurio	27
Figura 8.	Calidad del agua respecto a la concentración arsénico.....	28
Figura 9.	Calidad de agua respecto a la concentración de plomo	29
Figura 10.	Calidad de agua respecto a la concentración de coliformes termotolerantes.	30
Figura 11.	Porcentaje de eficiencia con Schoenoplectus californicus- pH.....	31
Figura 12.	Porcentaje de eficiencia con Schoenoplectus californicus- Mercurio.....	32
Figura 13.	Porcentaje de eficiencia con Schoenoplectus californicus - Plomo.....	33
Figura 14.	Porcentaje de eficiencia con Schoenoplectus californicus- Arsénico.....	35
Figura 15.	Porcentaje de eficiencia con Schoenoplectus californicus - Coliformes termotolerantes.....	36
Figura 16.	Porcentaje de eficiencia con Lemna minor- pH.....	37
Figura 17.	Porcentaje de eficiencia con Lemna minor- Mercurio.....	38
Figura 18.	Porcentaje de eficiencia con Lemna minor- Plomo.....	39
Figura 19.	Porcentaje de eficiencia con Lemna minor - Arsénico	40
Figura 20.	Porcentaje de eficiencia de con Lemna minor - Coliformes termotolerantes..	41

Resumen

La investigación tiene como objetivo general determinar la Eficiencia de fitorremediación de *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor* en la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca-2021. La investigación determinará los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, en la desembocadura de la laguna Lagunillas.

La construcción del humedal artificial con *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor*, tuvo como finalidad el pase de las aguas con condiciones inadecuadas a fin de obtener la mejora de las mismas. Las características iniciales del agua refieren que el pH, se encontró dentro de los márgenes establecidos en el ECA, mientras que el mercurio, arsénico, plomo, coliformes termotolerantes sobrepasan los estándares. Posterior al tratamiento con *Schoenoplectus californicus* se ha obtenido 93.28 % de eficiencia para arsénico, 99.57 % para mercurio; 94.73% para plomo y 78.71 % para coliformes termotolerantes. En el caso de la fitorremediación con *Lemna minor*, se obtuvo eficiencias de 91.69% para arsénico, 99.57% para mercurio; 94.73% para plomo y 99.72% para coliformes termotolerantes. De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que *Lemna minor* es más eficiente que *Schoenoplectus californicus*, mejorando de esta manera la calidad del agua.

Palabras clave: Índice de calidad de agua, *Schoenoplectus californicus*, *Lemna minor*, lagunas artificiales.

Abstract

The general objective of the research is to determine the efficiency of Phytoremediation efficiency of *Schoenoplectus californicus* and *Lemna minor* at the mouth of Lagunillas lagoon, Santa Lucía River, Juliaca -2021. The research will determine the physical, chemical and microbiological parameters at the mouth of the Lagunillas lagoon.

The construction of the artificial wetland with *Schoenoplectus californicus* and *Lemna minor*, had as purpose the passage of the waters with inadequate conditions in order to obtain the improvement of the same ones. The initial characteristics of the water refer to the pH, which was found within the margins established in the ACE, while mercury, arsenic, lead, thermotolerant coliforms exceed the standards. After treatment with *Schoenoplectus californicus*, 93.28% efficiency was obtained for arsenic, 99.57% for mercury, 94.73% for lead and 78.71% for thermotolerant coliforms. In the case of phytoremediation with *Lemna minor*, efficiencies of 91.69% were obtained for arsenic, 99.57% for mercury, 94.73% for lead and 99.72% for thermotolerant coliforms. According to the results obtained, it is concluded that *Lemna minor* is more efficient than *Schoenoplectus californicus*, thus improving water quality.

Keywords: Water quality index, *Schoenoplectus californicus*, *Lemna minor*, artificial lagoons.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los impases más trascendentales en aguas superficiales, de carácter medioambiental, que aquejan a la población mundial, considerando como los factores causantes del deterioro del agua es el crecimiento poblacional, siendo los asentamientos urbanos los principales causantes de los problemas en agua, ya que no cuentan con condiciones para realizar el vertimiento de las aguas residuales, por lo que se depositan sin ningún control hacia este medio (GUTIERREZ, 2018).

El agua es muy vital para todo ser vivo de las cuales posibilita la existencia de absolutamente de todos los organismos. En este estudio se dio énfasis en la disponibilidad y el cuidado de su composición química, física y microbiológica, debido que la deficiencia en disponibilidad y calidad, afecta la vida acuática desencadenando un problema de salud cabalmente en todos los ecosistemas. A pesar de su gran importancia, los recursos hídricos están siendo afectados por el intenso y excesivo crecimiento de las industrias por lo cual demanda de agua en calidad y cantidad a fin de ser utilizados en actividades domésticas y económicas (MONTEAGUDO, 2015).

Es de conocimiento que, el factor calidad de agua, incurre de forma directa en la protección y bienestar del medio ambiente sim embargo el crecimiento poblacional genera diferentes grados de deterioro, generado por el aumento de la población, de las cuales gestionan de buena manera los recursos que tenemos, como es del crecimiento de las nuevas necesidades de las industrias: hidrocarburos, agrícola, minero-energético, saneamiento, pesquero y otros sectores.

En los últimos años, la laguna Lagunillas, y de río Santa Lucía, viene siendo afectada por distintas actividades antropogénicas, propias del desarrollo de actividades económicas de los pobladores, se menciona como la principal actividad causante de contaminación de las masas de agua de la actividad minera, siendo el principal factor de muerte de fauna acuática como peces y ranas en los poblados de la laguna Lagunillas y Rio Santa Lucía. LA REPUBLICA (2020) así mismo indica que, estas actividades afectan los recursos y características del recurso hídrico, dañando el normal accionar de las actividades económicas, teniendo en cuenta esta situación se propone el siguiente **problema general**: ¿Cuál es la eficiencia de fitorremediación de la *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor* para mejorar el

índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia Juliaca -2021?, y los **problemas específicos** : ¿Cuál la concentración de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia Juliaca -2021?, ¿Cuál es la eficiencia de fitorremediación de *Schoenoplectus californicus* para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca-2021? y ¿Cuál es la eficiencia de fitorremediación de *Lemna minor* para mejorar la calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca-2021?

La presente investigación es argumentada teóricamente, porque se obtendrá información verídica para posteriores estudios, así mismo hace un aporte sobre la fitorremediación de *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor* en la calidad de agua, puesto que estas especies son muy eficientes para reducir los contaminantes presentes en el agua. Además, se justifica a nivel práctico, por ser un tratamiento sencillo, accesible y rentable a replicar por parte de los pobladores. Además, se justifica a nivel ambiental, por ser una alternativa de carácter sostenible y eco amigable. A su vez, genera un aporte social, debido a que los pobladores contarán con una alternativa para tratar aguas superficiales mediante humedales artificiales haciendo uso de *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor*, logrando la mejora de la calidad de vida, repercutiendo de forma positiva en el estado actual de los ecosistemas.

Para remediar los problemas de contaminación en la laguna de Lagunillas, del río Santa Lucia y Paratía, se tiene como **objetivo general**: Determinar la eficiencia de la fitorremediación con *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor* para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, Juliaca-2021, y como **objetivos específicos**: Determinar los niveles de concentración de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, Juliaca-2021; Evaluar la eficiencia de fitorremediación de *Schoenoplectus californicus* para mejorar los parámetros de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, Juliaca-2021 y Evaluar la eficiencia de fitorremediación de *Lemna minor* para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, Juliaca -2021.

Se definió las siguientes hipótesis: **hipótesis general H1:** La fitorremediación con *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor* mejora de los parámetros de la calidad de agua en un 75 % – 99.9 % en la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca-2021

HO: La fitorremediación con *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor* no mejora el índice de calidad de agua en un 75 % – 99.9 % según de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca-2021. Así mismo se planteó las

hipótesis específicas: Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca -2021, sobrepasan los ECA; La eficiencia de fitorremediación de *Schoenoplectus californicus* para mejorar los parámetros de la calidad de agua en la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca -2021, es superior a 50% y La eficiencia de fitorremediación de *Lemna minor* para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, Juliaca-2021, es superior a 50%.

II. MARCO TEÓRICO

Para conocer mejor los datos se tomó en cuenta las investigaciones en el ámbito internacional:

RODRIGUEZ (2019) midió la cantidad de metales pesados: Níquel, Cadmio, Mercurio, Arsénico, Cobalto y Plomo, tanto en agua-suelo-planta, y analizó la acumulación en la especie *Schoenoplectus californicus*, considerando tres lugares de muestreo, concluyó que la zona denominada Apangora presenta concentraciones de Níquel a 1,510 mg/kg, Cadmio 0,420 mg/kg, Mercurio 0.059 mg/kg, Arsénico 0.285 mg/kg, Cobalto y Plomo no presenta; En la zona denominada Itambi presenta concentraciones de Níquel a 2,636 mg/kg, Cadmio 2,610 mg/kg, Mercurio 0,063 mg/kg, Arsénico 0,071 mg/kg, Cobalto 2,62 mg/kg y Plomo no presenta y finalmente en la zona Desaguadero presenta concentraciones de Níquel a 2,020 mg/kg, Cadmio 0,900 mg/kg, Mercurio 1,392 mg/kg, Arsénico 1,737 mg/kg, Cobalto y Plomo no presenta, menciona que la macrófita no posee la capacidad de fitoacumulación de metales.

BENAVIDES & MENDEZ, (2020) mediante su estudio, evaluaron la concentración de plomo y cromo en muestras de suelo, sedimento y agua relacionados con *Typha latifolia* en la laguna Yahuar cocha. Para evaluar los parámetros, realizaron el muestreo en cinco puntos con una constancia de tres repeticiones. Como resultado, obtuvieron que, los parámetros plomo y cromo presentes en agua de la laguna Yahuar cocha presentan concentraciones que fluctúan entre 4.59 a 13.03 ppm de plomo los resultados esta entre los rangos 3.02 a 12.09 ppm de cromo, dichos datos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

En Ecuador, GUERRA (2018) determinó el porcentaje de remoción de carga contaminantes del *Schoenoplectus californicus*, a través del diseño y construcción de modelos a escala, considero los parámetros físicos, hidráulicos y biológicos, realizo el monitoreo durante 2 meses, a los 15, 30, 45 y 60 días. Donde obtuvo los mejores resultados de remoción, posterior a los 60 días de funcionamiento, ha obtenido un 99.6 % de eficiencia de sólidos suspendidos, 94.3 % de nitrógeno total, 98,2 % de DQO, 98,1 % de DBO5, 99.9 % de aceites y grasas, 85,5 % de solidos totales y un 91,1 % de fosfatos. Concluyendo que, los humedales artificiales de

tatora son una excelente alternativa fitorremediadora de aguas residuales en un clima templado-frío, considerando un adecuado diseño, control y monitoreo.

VERA & RAMOS, (2016) evaluaron el potencial fitorremediador de macrófitas (*Typha dominguensis* (Td) y *Canna generalis* (Cg)) en la remoción de plomo, este potencial fue evaluado a través de humedales a escala laboratorio. Establecieron 9 tratamientos: 3 con plántulas de *Typha dominguensis*, 3 con plántulas de *Canna generalis* y finalmente 3 controles sin presencia de plantas. La retención hidráulica fue por 4 días; monitoreando diariamente los parámetros pH y alcalinidad. Como resultado obtuvieron una eficiencia del plomo del 42.42% mediante la *Typha dominguensis* y 42.96% de eficiencia del plomo mediante la *Canna generalis*, presentes en gran proporción en la raíz.

CAISACHANA, (2020), midió el proceso de fitorremediación de la planta angiosperma *Lemna minor*, esta planta cumplía con el rol de ser un elemento receptor del desagüe en el río Chimbo proveniente de la industria azucarera. Determinó los parámetros físicos: turbidez, temperatura, conductividad y sólidos disueltos totales, y parámetros químicos: pH. Donde realizó 3 ensayos, el primero con 31,4 gr de *Lemna minor*, el segundo con 44,4 gr y el tercero con 62,9 gr. Obteniendo los siguientes resultados: pH de 7,45 a 7,71, temperatura cambio de 17,48 °C a 24,3 °C, la turbidez disminuye de 222 NTU a 3,73 NTU; conductividad de 17,48 µs/cm a 308 µs/cm; y sólidos disueltos totales de 152 mg/L a 147 mg/L. Concluyendo que el segundo tratamiento resultó ser el más efectivo.

En Argentina TELLO & SALVATIERRA, (2015) evaluaron la capacidad fitorremediadora de *Salvinia biloba* Raddi (acordeón de agua) para la eliminación de plomo, donde la especie mostró ser muy eficiente para remover el plomo; de las cuales en un periodo de retención hidráulica de 24 horas logró remover más del 90% del contaminante, especificando que el 50% de eficiencia se logró en las 2 primeras horas, mientras que para concentraciones superiores de plomo (10 y 20 ppm), se concluye que tiene una relación de dos a uno con respecto al tiempo, para poder eliminar el plomo se necesita un tiempo prudencial alto con respecto al tiempo inicial en el agua.

Los antecedentes relacionados con la presente investigación a nivel nacional son: QUINTANA, (2019) determino la actividad fitoremediadora de la planta angiosperma (*Schoenoplectus californicus*) para remover arsénico presente en los pozos del caserío denominado Tranca Fanupe – Mórrope, para ello, el estudio inició con una prueba control de contaminación por arsénico en los pozos, encontrando una concentración de a 0.13 mg/L de arsénico y un pH de 7.640. Posteriormente, realizo 3 repeticiones de tratamiento con 27, 37 y 47 plantas de totora. Por último, pasado 20 días, procedió a evaluar la capacidad fitorremediadora, encontrando como resultado que en el primer tratamiento removió el 95 % del contaminante y el pH descendió a 6.98, y en el segundo tratamiento alcanzó una eficiencia de un 85 % del contaminante y el pH descendió a 7.13, y en el tercer tratamiento removió un 80 % y el pH se redujo a 7.15. Quedando demostrado que la totora es una excelente planta fitoremediadora.

En Junín, PICHUULE (2018) investigó el nivel de eficiencia de remoción de materia orgánica que tiene la especie denominada *Schoenoplectus californicus*, utilizo para remediar aguas en humedales simulados. La investigación se realizó de manera ex situ, siendo de nivel experimental, debido a que se realizaron análisis pre y post tratamiento. Como resultado, encontró una importante reducción de los parámetros de bacterias heterotróficas, coliformes totales y fecales, sólidos totales disueltos y suspendidos totales, turbidez, pH y conductividad. Concluyendo que la *Schoenoplectus californicus* tiene una excelente eficiencia de remoción, pues queda demostrado que llega a reducir la concentración de cada indicador estudiado, en un porcentaje de 99.9% de coliformes totales, 87.66% de coliformes fecales, 84.30% de sólidos totales, 84.43% de sólidos en suspensión, 87.69% de sólidos disueltos, 89.53% Turbidez, 89.53% Turbidez, 45.77% de Conductividad, y el pH se mantiene, obteniendo un agua de categoría III.

ASTO, (2018) determinó la influencia de la totora (*Schoenoplectus californicus*) y putacca (Apiaceae) en la fitoestabilización de material residual de planta de procesamiento (relave). Esta investigación fue de nivel experimental, diseño descriptivo correlacional, porque se comparó la influencia de cada especie, donde concluye que la Totora la cual mediante sus raíces absorbió elevadas concentraciones de plomo en tres tiempos: tiempo inicial (T1: 0.0044mg/L), tiempo medio después de 1 mes (T2: 0.1907 mg/L) y en el tiempo

final (T3: 0.2816 mg/L) y la putacca a través de sus raíces absorbió en tres tiempos: (T1: 0.0043 mg/L), tiempo medio después de 1 mes (T2: 0.0301 mg/L) y en el tiempo final (T3: 0.127 mg/L).

En La Libertad, SAAVEDRA (2017) evaluó la efectividad de rizofiltración de *Schoenoplectus californicus* para la remoción de metales pesados: cadmio, cromo y arsénico. Los resultados demostraron una efectividad de remoción del 50 %, en contraste a la efectividad en época de avenida, obteniendo una importante eficiencia de remoción de cadmio (antes: 0.0886 mg/L, después: 0.00889 mg/L); de arsénico (antes: 0.03950 mg/L; después: 0.01704 mg/L). Y en época de avenida, la remoción de cadmio (antes: 0.0232 mg/L, después: 0.00997 mg/L) y arsénico (antes: 0.19249 mg/L, después: 0.18601 mg/L), en cuanto al cromo, este aumento considerablemente: en época de estiaje, antes: 0.003 mg/L; después: 0.0071 mg/L; en época de avenida, antes: 0.0033 mg/L; después: 0.0077 mg/L.

En Chimbote, PUELLES & NÚÑEZ, (2017) determinaron la capacidad de las macrófitas acuáticas: *Typha sp*, *Eichhornia crassipes*, *Polygonum sp* y *Schoenoplectus californicus* para remover cobre. Utilizaron 1.5 Kg de cada uno de las especies, en un periodo de tiempo de 48 horas (500 g/repetición). Encontraron que, la macrófita con mayor eficiencia de acumulación de cobre con un 90,56 % fue *Eichhornia crassipes*, le sigue, con un 89,08 % *Typha sp*, y con 86,04 % *Schoenoplectus californicus*. Concluyeron que, las especies *Eichhornia crassipes* y *Typha sp*, presentan una alta tasa de absorción del cobre en un 90,57 % y 89,05 % respectivamente.

EDUARDO, (2015) La presente investigación se ejecutó con una humedad experimental, empleando como planta fitorremediadora a *Typha domingensis* Pers, con la finalidad de mitigar la concentración de nitrógeno y fósforo, en un periodo de tiempo de retención hidráulica de seis días. Durante el período de arranque evaluó los parámetros de pH, turbiedad, y la temperatura, en el tiempo de funcionamiento evaluaron: fósforo total (P- total), ortofosfatos, anhídrido fosfórico, nitratos (N-nitratos), nitrógeno total (N-total), nitrógeno amoniacal (N-amoniacal), turbiedad, pH, y temperatura, en muestras de afluente y en muestras de efluente. Obteniéndose como resultado, una eficiencia final de 99.7% de Nitrato; 99.5% de ortofosfatos 94.6% de P-total y 94.4% de anhídrido fosfórico, de 87.9% de N-total, 91% de N-amoniacal.

SAAVEDRA, (2017) determinó las mejoras que aporta un sistema filtro de macrofitas, donde se utilizó especies *Typha angustifolia*, logrando demostrar que el sistema de filtro de macrófitas en flotación posee la función de aumentar los valores en la laguna facultativa, alcanzando detectar una mayor eficiencia de remoción del 65.18% de DBO5, 57.19% de DQO, 72.74 % de STS, 95.53% de coliformes fecales, 30.55% de N total y 6.15% de P total.

En Lima, MELLADO (2019) efectuó el tratamiento de aguas residuales de viviendas, se analizó tres plantas macrófitas: *Typha domingensis*, *Schoenoplectus americanus* y *Phragmites australis*. Para determinar la eficiencia implementó tres humedales artificiales de tipo flujo subsuperficial con plantas de *Typha domingensis*, *Phragmites australis* y *Schoenoplectus americanus*, el experimento se hizo con un tiempo de 46 horas en cada sistema, y posteriormente evaluó la calidad del agua antes del ingreso y después de cada sistema, obteniendo como resultado la eficiencia de remoción para el caso de los Fosfatos, 43.85 %, 35.93 % y 47.95 %; para los Aceites y grasas, 97.12 %, 95.94 % y 96.93 %. Para DBO de 86.9 % con *Typha domingensis*, 83.2 % con *Phragmites australis* y 86 % con *Schoenoplectus americanus*; para DQO se alcanzó, 70.35%, 72.83 % y 70.11 % respectivamente; y para los parámetros como; SST, Amonio, los valores dados cumplían con lo dispuesto.

En Tarapoto BAQUERO & CARRERA, (2019) evaluaron la eficiencia de humedales artificiales con especies macrófitas *Typha Domingensis* y *Chrysopogon Zizanoides*, para tratar parámetros fisicoquímicos de aguas industriales derivadas de la industria cacaotera (aguas mieles). El tiempo de retención fue de 3 días, 6 días y 9 días, durante este periodo de tiempo verificaron el cumplimiento de LMP establecidos en la R.M 253-2011-MINAM. La metodología que utilizó en la investigación es de tipo aplicada – experimental. Como resultado obtuvieron, que el parámetro pH en el humedal con plantas de *Typha Domingensis* en un tiempo dado de 6 días de retención, cumpliendo con los LMP para vertimiento de AR (agua residual industrial), y para los demás parámetros de SST, T, DBO5, DQO y A y G no cumplieron con lo estipulado.

En Chiclayo, VERA (2016), logró identificar la eficacia de la macrófita *Lemna minor* como fitorremediador de aguas residuales, mediante un diseño no experimental, descriptivo de corte transversal, a fin de producir un tratamiento efectivo que

permita reutilizar las aguas residuales para riego restringido. Para ello, tomó 15 litros de agua residual del Dren 2220, que fue llevado a un ambiente cerrado con condiciones ambientales simuladas para evitar variaciones, el desarrollo experimental tuvo tiempo de duración de 21 días, se efectuó el monitoreo semanalmente. Obteniendo como resultado que los parámetros físico-químicos y microbiológicos superen con los estándares de calidad ambiental antes de la fitodepuración, pero posterior al tratamiento logró evidenciar que ocurrió una mejoría en la calidad de agua, posibilitando la reutilización para el riego de vegetales en condición de riego restringido.

En Cajamarca, AYAY (2019) determinó el análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos el grado de contaminación de las aguas residuales en la localidad de Granja Porcón, con la finalidad de dar tratamiento mediante *Lemna minor* y *Pistia stratiotes*. El experimento se hizo durante 30 días, monitoreando cada 10 días. Los resultados indicaron que la muestra 1 y 2 exceden los LMP, sin embargo, la muestra 3 presenta valores por debajo de los LMP para la planta *Lemna minor* en los parámetros: aceites y grasas 8,5 mg/L; DBO 83,4 mg/L; DQO 174,4 mg/L; Coliformes Termotolerantes 3900NMP/100ml; Sólidos Suspendedos Totales 133 ml/L, cumpliendo con todo menos para el parámetro DBO y DQO. En conclusión, la macrófita *Lemna minor* es recomendable utilizar para aguas residuales, la macrófita *Pistia Stratiotes* no tiene mucha efectividad fitoremediadora con respecto a las aguas residuales.

COAQUIRA (2018) logró determinar la eficacia de los humedales artificiales de flujo sub superficial con totora a fin de tratar aguas residuales de la comunidad de San Antonio de Chujura, el estudio comprendió en la etapa de diseño, construcción y análisis. Como resultado, se obtuvo diferencia significativa para los parámetros pH, T°, SST, DBO5, DQO, conteniendo una eficacia del 80 % de DBO, 64.5 % de DQO, 60.4% de SST. Concluyendo que la totora tiene una efectividad de remoción de los parámetros físico-químicos, incrementando la calidad de agua residual.

En cuanto a las teorías vinculadas al presente estudio se tiene que: la fitorremediación es una práctica que consiste en la utilización de las plantas para mitigar problemas de contaminación en los medios: suelo o aguas (MUNIVE, 2018), esta práctica está ganando campo a nivel mundial, debido al incremento de las actividades antropogénicas que están desencadenando en preocupantes

problemas de carácter ambiental que afectan los recursos hídricos y el recurso suelo.

PAPUICO, (2018) en su investigación resalta que el método de fitorremediación tiene una alta efectividad para la remoción de relaves con contenido de metales pesados, la aplicación se puede dar en suelos, aguas y relaves, tiene carácter incipiente, es decir, no se cuenta con suficientes antecedentes y resultados, considerando como principal motivo el tiempo, que generalmente es de larga duración por la dependencia del crecimiento de la planta, la actividad biológica y las condiciones climáticas ARIAS & RAMÍREZ (2015).

Sin embargo, PERALES, (2018) Indica que la metodología de fitorremediación es una técnica, de característica sustentable para rehabilitar efluentes y ambientes contaminados, puesto que, gracias al uso de plantas se puede reducir in situ la concentración de contaminantes de tipo orgánico e inorgánicos, presentes en suelo, agua, aire y sedimentos, debido a mecanismos bioquímicos efectuados por las plantas y los microorganismos asociados presentes en la raíz, que cumplen con absorber, reducir, mineralizar, volatilizar, transformar las sustancias y presentarlas en formas menos tóxicas (ABIDEMI, 2017).

ALCÁNTARA & LLATAS, (2019) mencionan que, la fitorremediación es una técnica de utilización de plantas y microorganismos asociados al sistema de rizosfera de la planta, los mecanismos utilizados por las plántulas fitorremediadoras son la rizofiltración para los contaminantes de tipo inorgánico; fitoextracción, fitoestabilización y fitovolatilización para contaminantes orgánicos e inorgánicos.

VILCAPAZA, (2018) presenta en el siguiente cuadro los mecanismos de fitorremediación:

Tabla 1. Mecanismos de fitorremediación

Tipo	Proceso involucrado	Contaminación tratada
Fito-extracción	Estas diferentes especies de plantas son empleadas para concentrar metales pesados en las raíces y hojas	Cadmio, cromo, níquel, plomo, selenio, mercurio, cobalto, plomo, zinc.
Rizo-filtración	Las raíces tienen la labor de absorber, concentrar y precipitar metales pesados mediante suelos contaminados, efluentes líquidos, con el fin de remover compuestos orgánicos.	Plomo, mercurio, zinc, cobalto, selenio, cadmio, mercurio, cromo, níquel, isótopos radioactivos y compuestos fenólicos.
Fito-estabilización	Las plantas tolerantes a metales pesados se emplean para disminuir el movimiento de los mismos y prevenir su expansión hacia las capas subterráneas y/o atmósfera.	Presentado para compuestos fenólicos y clorados.
Fito-estimulación	Se emplean sustancias liberadas alrededor del medio en las raíces por lo tanto se presentan en la rizosfera con el fin de promover el desarrollo de microorganismos que degradan las sustancias.	Poliaromáticos, Hidrocarburos, benceno, tolueno atrazina, etc.
Fito-volatilización	Las especies vegetales tienen la función de captar y modificar compuestos	Mercurio, selenio, y solventes clorados

	orgánicos, metales pesados liberándolo a la atmosfera.	
Fito-degradación	Las plantas tanto acuáticas y terrestres, almacenan y degradan compuestos orgánicos con fin de proporcionar subproductos con menor concentración de toxicidad	Municiones electroquímicas como (DNT, RDX, TNT nitrotolueno, nitrobenceno), atrazina, solventes clorados, fosfatados, DDT, fenoles pesticidas, y nitrilos, etc.

Fuente: (VILCAPAZA, 2018)

En cuanto a las fases de fitorremediación, una planta fitorremediadora o bioacumuladora puede realizar cualquier mecanismo de fitorremediación siguiendo tres fases (absorción, excreción y desintoxicación de contaminantes).

FLORES, (2018) menciona que la absorción se efectúa mediante las raíces y hojas con las estomas y la cutícula de la epidermis. En las raíces jóvenes la absorción ocurre en la rizodermis, que absorben por osmosis dependiendo de la temperatura y el pH del suelo. Otros factores transcendentales son el peso molecular e hidrofobicidad de los contaminantes, de esto depende que las moléculas atraviesen las membranas celulares de la planta y se distribuyan por toda la planta ZOHAI B (2018). La excreción es la fase en que la planta libera los contaminantes mediante sus hojas (fitovolatización). Finalmente, la fase de la desintoxicación de contaminantes se realiza por mineralización hasta dióxido de carbono en caso de contaminantes químicos orgánicos.

BARRIOS & GARCILAZO, (2019) aluden a la capacidad de remediación, como la propiedad que tienen las plantas fitorremediadoras para absorber metales pesados, definiendo la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de capacidad fitorremediadoras, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Capacidad de remediación} = \frac{\text{Concentración inicial} - \text{Concentración final}}{\text{Concentración inicial}} \times 100$$

Entre las plantas fitodepuradoras se encuentran las macrófitas. EDUARDO, (2015) indican que las macrófitas son vegetales de talla visible que crecen en los humedales, abarcando plantas acuáticas vasculares (angiospermas y helechos), musgos y grandes algas. Las macrófitas son especies vegetales apropiadas para crecer en suelos saturados por agua, debido a que poseen un sistema de grandes espacios aéreos internos. UBUZA & PANDERO (2019) Posee una característica importante denominada capacidad de aislamiento térmico, en la que una capa de tejido muerto cubre la superficie, protegiendo del frío y las bajas temperaturas del agua.

La totora es una planta que se desarrolla en lugares pantanosos, huachaquas y balsares en la costa y sierra del Perú, desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm aproximadamente; es una planta halófitas, pues posee una parte ubicada debajo del nivel de agua y otra parte aérea, estas características permiten que la totora pueda actuar como un filtro que mejora los procesos de separación de partículas, aprovechamiento directo de nutrientes como el Fósforo y Nitrógeno, así como metales, además, actúan como soporte de desarrollo de microorganismos que purifican el agua, y transportan grandes cantidades de oxígeno hasta las raíces y rizomas favoreciendo la actuación de los microorganismos que generan procesos aerobios de degradación (STOUT,2010).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación es de tipo aplicada, BEHAR (2008) indica que este tipo de investigación busca la aplicación de los conocimientos, a fin de confrontar la idea con la realidad.

El diseño de la investigación es experimental, al respecto HERNANDEZ & FERNANDEZ (2014) refieren que una investigación experimental se presenta la intervención por parte del investigador en las variables en estudio.

Es un estudio de alcance correlacional, debido a que en el presente estudio se tiene como finalidad conocer el grado de asociación de dos variables sujeto a un contexto específico, tal como lo indican HERNANDEZ & FERNANDEZ (2014).

3.2. Variables y Operacionalización

- Variables:

Variable independiente (VI): Eficiencia de fitorremediación *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor*

Variable dependiente (VD): Calidad de agua en la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca -2021

- Operacionalización: (Ver Anexo 1)

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

- Población

La población es el conjunto de elementos, que comparten características en común y cuyas propiedades son objeto de análisis. Se representan con la letra (N). (HERNÁNDEZ, y otros, 2014). En la presente investigación, la población son las aguas de la desembocadura de la laguna Lagunillas, río Santa Lucía.

- Muestra

La muestra es un subgrupo o subconjunto de elementos que pertenecen a una población. Teniendo en cuenta que en pocas ocasiones es posible medir a la población, se procede por conveniencia a extraer una muestra

distintiva que debe ser un fiel reflejo de la población (BEHAR, 2008). Para realizar el procedimiento se consideró una muestra representativa de 40 litros de agua superficial, obtenidos de 4 puntos de muestreo en la desembocadura de la laguna Lagunillas, río Santa Lucía.

- Muestreo

El trabajo de investigación estuvo basado en un método de muestreo no probabilístico, técnica que permite seleccionar la muestra por un criterio preestablecido. El muestreo se realizó con la metodología de R. J. N° 084-2020 - ANA de la Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua (ICARHS).

- Unidad de análisis

Se refiere a la entidad o representativa de lo que va ser objeto específico de estudio en una medición y se refiere al qué o quién es objeto de interés en una investigación (HERNÁNDEZ, y otros, 2014). Para la unidad de análisis se consideró como unidad de análisis 01 Muestra 2000 ml de agua. un envase vidrio de 500 ml para análisis de MB, 01 envase PE de 1000 ml, 01 envase PE de 500 ml. Para análisis de FQ. de la laguna Lagunilla.

3.4. Técnica e instrumento de la recolección de datos

En la tabla 2 se presentan las técnicas aplicadas en el desarrollo de la investigación, considerando cada fase y su pertinente instrumento.

Tabla 2. Técnica e instrumentos para recolección de datos.

FASE	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADO
1. Identificación de área de estudio	Aguas superficiales de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia.	Observación	Cuaderno de campo	Área de estudio identificado

2. Ubicación del punto de muestreo		Observación	Cuaderno de campo	Punto de muestreo ubicado
3. Recojo de muestras y análisis de parámetros de campo	Aguas superficiales de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia.	Observación – Experimentación	Ficha 1. Ficha de muestreo de agua superficial	Datos de los parámetros físico – químicos y microbiológicos pre tratamiento
4. Tratamiento de aguas superficiales con <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Lemna minor</i>	Laboratorio	Observación – Experimentación	Certificado de resultados de parámetros físico – químicos y microbiológicos pre tratamiento del laboratorio	Agua superficial tratada
5. Análisis de parámetros físico – químicos y microbiológicos post tratamiento	Laboratorio	Observación – Experimentación	Certificado de resultados de parámetros físico – químicos y microbiológicos pre tratamiento del laboratorio	Datos de los parámetros físico – químicos y microbiológicos post tratamiento

Fuente: (VILCAPAZA, 2018)

- Técnica

Se aplicó la técnica de experimentación y observación puesto que para la colecta de datos se recurrió al “diario de campo y fichas, así mismo se utilizaron aparatos, equipos e instrumentos de prueba y medidas a fin de recolectar los datos de estudio” (ESCORCIA, 2010).

- **Instrumentos para la recolección de datos**

Con el propósito de obtener datos de campo y laboratorio se aplicaron 1 fichas, mencionadas a continuación:

Ficha 1 “Ficha de muestreo de agua superficial”, en este formato se registró los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Antes y después del tratamiento.

- Validez del instrumento

La validez del instrumento de recolección de datos se describe al grado en que una prueba facilita información apropiada para la toma de decisiones. CORRAL, (2009). La validez de los formatos y su contenido se identificó a través de la opinión de 3 expertos.

Tabla 3. Instrumentos de recolección de datos

Nº.	Nombre de instrumento	Variable
01	Ficha 1. Ficha de muestreo de agua superficial	Concentración de plomo antes del tratamiento Concentración de plomo después del tratamiento

- **Confiabilidad de instrumentos**

Para el presente estudio, se evaluó las fichas de evaluación por tres expertos en el tema

Tabla 4. Promedio de la validación de instrumento

Apellidos y Nombres	Especialidad	Nº Colegiatura	Promedio de valoración
Vásquez Huanca, Marco Eduardo	Ingeniero Químico	CIP 206777	95 %

Calla Seje, Darwin Luis	Biólogo	CBP 11581	95 %
Limache Condori, Abel Manases	Biólogo	CBP 11901	95 %

3.5. Procedimiento de la obtención de datos

A continuación, se detalla el procedimiento empleado en la investigación, la cual comprende dos etapas, como se muestra en la figura 1, describiendo cada uno de las fases:

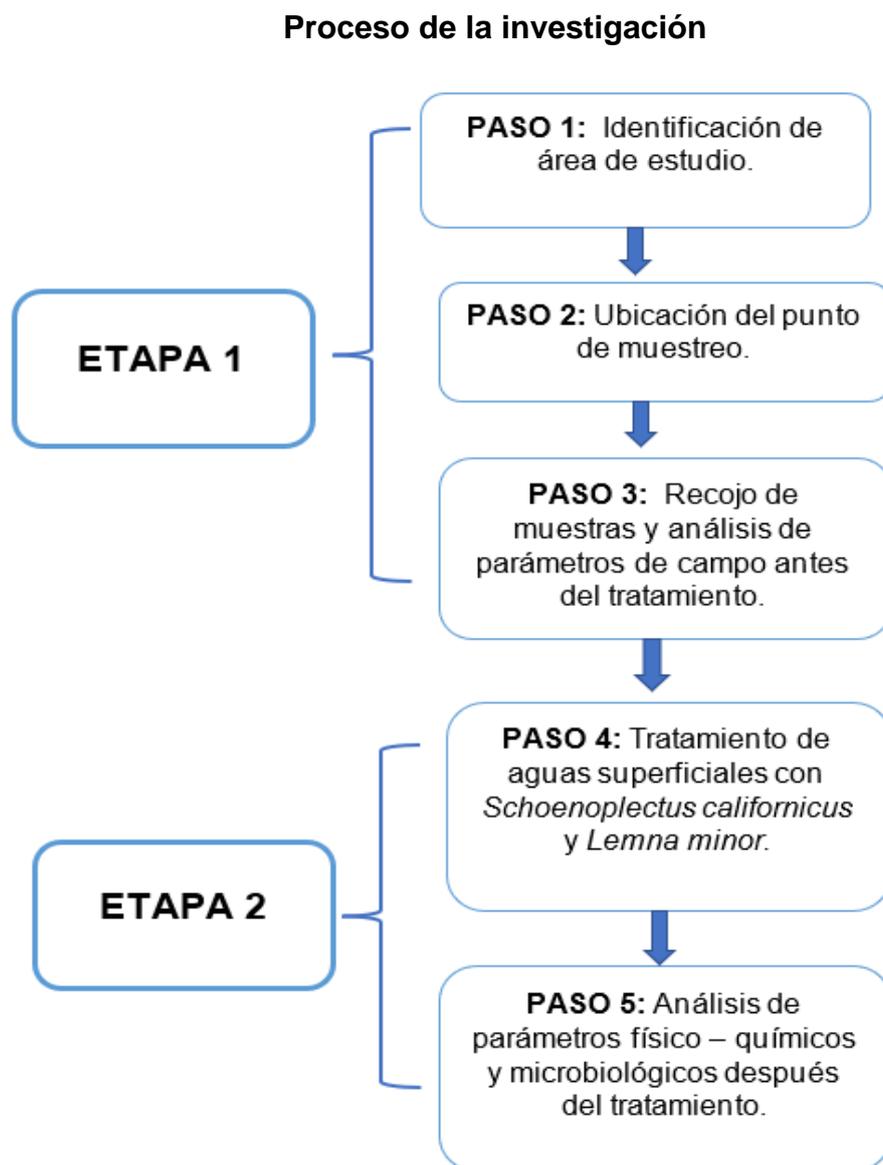


Figura 1. Etapa del proceso de la investigación

Paso 1 Identificación de área de estudio: En este paso se reconoció el área de estudio de las aguas superficiales optando por tener en cuenta la desembocadura de la laguna lagunillas en el río desde sus nacientes hasta la confluencia con el río Santa Lucia. Se utilizó un cuaderno de campo para la recopilación de información relevante como coordenadas del área, pH y temperatura del agua.

Tabla 5. Ubicación de los puntos de muestreo

Punto	Origen de la muestra	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
M1	Rio	305777	8265259
M2	Laguna	317228	3261132
M3	Rio	317418	8261175
M4	Rio	331582	8265158

Paso 2 Se procedió a tomar 4 muestras representativas, M1 (rio), M2 (Laguna), M3 (rio) y M4 (rio), realizó el monitoreo de campo (In- Situ) de pH y temperatura, se trasladó los frascos de acuerdo con los parámetros requerido; mercurio, plomo, arsénico y coliformes termotolerantes. Cada frasco fue codificado, con datos de origen de la muestra, las coordenadas; enviándolo posteriormente al laboratorio, como muestra inicial, antes del tratamiento.

Paso 3 Construcción del humedal con *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor*. Se procedió con el diseño del humedal. Se seleccionó las plantas luego de visitar y reconocer las especies vegetales que posee el humedal, posterior a ello se escogieron los tipos de plantas que se utilizaron.

Para el lecho o sustrato, se empleó grava con una porosidad de 0.38. Las unidades experimentales serán hechas de acrílico de 3mm. Se utilizó 12800 cm³ de grava para el lecho de cada humedal (unidad experimental), los

diámetros usados serán de 1/2", 3/8", 1/4" y 1/8", preparados en los contenedores en niveles de 3200 cm³ y 4 ml. de espesor.

Se colectó aguas de la laguna Lagunillas, para colocarlas en la laguna artificial a fin de que las plantas puedan adaptarse a las condiciones, dejándolas por 10 días. Se plantó 40 plantas de *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor* en cada uno de los humedales, a una distancia de 2 cm.

Paso 4. Tratamiento de agua en laguna artificial: Se aplicó el tratamiento secuencial. Posteriormente al drenaje del agua de la laguna, se colocó 25 litros de agua para iniciar el tratamiento, dicha agua permaneció en el humedal por un período de 14 días. Se hicieron mediciones de temperatura y verificaciones de cambio de volumen de agua y crecimiento de las plantas.

Paso 5 Muestreo de agua de humedal artificial para el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos: Se tomaron muestras de agua en frascos codificados para posteriormente ser llevados al laboratorio, cada frasco contenía 1 litro. Los análisis de cada muestra fueron realizados de acuerdo al método estándar para el examen de agua y aguas residuales APHA-AWWA-WEF empleado por el laboratorio (**ver anexo N°. 4, 5, 6, 7, 11 y 12**)

Paso 6: Análisis de la información; con los resultados obtenidos del laboratorio, se procedió a sistematizar y analizar la información.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis cuantitativo de la información se usó el programa Microsoft Excel es un programa con múltiples opciones y una buena alternativa para los investigadores, permitiendo organizar y graficar los datos de acuerdo a la investigación, aplicar análisis estadísticos como otras funciones aparte de las comunes, de la misma manera te permiten la organización de datos por grupos, entre otras funciones.

Para el análisis estadístico se usó el programa SPSS, específicamente para la prueba de medias y con ello corroborar las hipótesis.

La presentación de gráficos y tablas se realizó con Excel, por su facilidad para la organización de los datos, de acuerdo a los parámetros y muestras sacadas (ESCOBAR, y otros, 2020).

3.7. Aspectos éticos

Tomando en consideración que los criterios y conocimientos que rigen la ciencia no son propiedad nuestra como investigadores y la presente investigación hace uso de los libros, artículos e investigaciones las cuales son consultadas, citadas y referenciadas correctamente empleando las normas APA, con el fin de evidenciar todo aquello que no es de nuestra posesión. La investigación fue puesta a prueba para conocer el porcentaje de similitud utilizando el Turnitin.

Como evidencia del cumplimiento del código de ética de la universidad César Vallejo se muestra en los anexos los siguientes documentos:

- Instrumentos de evaluación y evaluación de conformidad de los expertos.
- Resultado de porcentaje de similitud emitido por Turnitin.

IV. RESULTADOS

4.1. Características de las aguas en la desembocadura de la laguna Lagunillas, del Rio Santa Lucia.

4.1.1. Características físico-químico

En la tabla 6. Recolección de las muestras y análisis inicial, las muestras fueron recogidas en la desembocadura de la laguna lagunillas, del río Santa Lucia, el muestreo fue puntual y de corte transversal, tomándose solo una muestra en un solo tiempo.

Tabla 6. Características físico-químicos de la desembocadura laguna Lagunillas rio Santa Lucia.

Parámetro	P1	P2	P3	P4	PROMEDIO	ECA
pH	8.3	8.5	8.2	8.3	8.325	6 a 9
Hg (mg/L)	0.05	0.01	0.023	0.01	0.0233	0.001
As (mg/L)	0.025	0.025	0.035	0.016	0.0253	0.01
Pb (mg/L)	0.011	0.02	0.013	0.03	0.019	0.01

a) pH

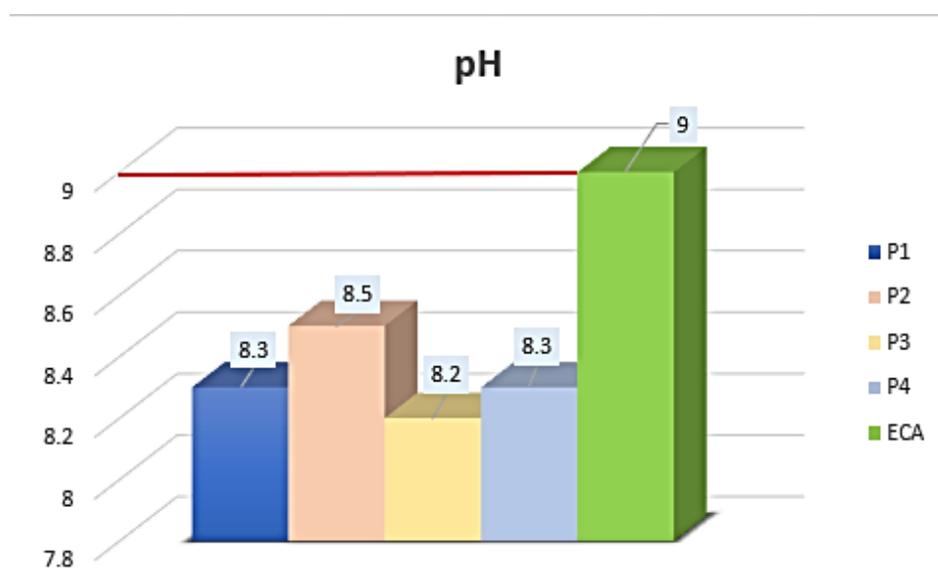


Figura 2. pH de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia.

En la figura 2. En el primer punto el pH del agua es con un valor de 8.3; segundo punto, 8.5; tercer punto 8.2; cuarto punto es de 8.3. Comparando con el D.S N° 004 – 2017 estándares de calidad ambiental (ECA), el pH de las aguas en los 4 puntos del estudio se encuentra dentro del rango permitido.

b) Mercurio

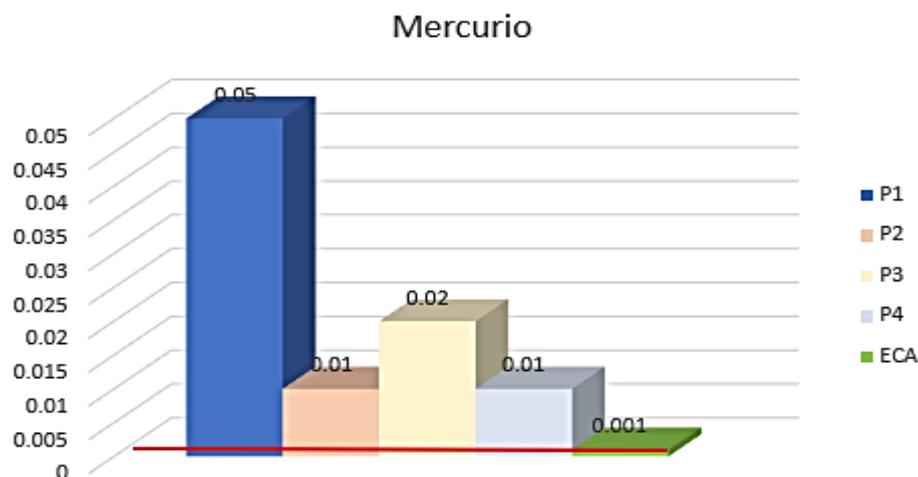


Figura 3. Concentración de mercurio en la desembocadura de la laguna Lagunilla, del río Santa Lucia.

De acuerdo a la tabla N°6 y la figura 3, la concentración de mercurio en el punto 1 tenía una concentración de 0.05 mg/L; en el punto 2, una concentración de 0.001 mg/L; en el punto 3, una concentración 0.023 mg/L y en el punto 4 concentración de 0.001 mg/L. Todos los valores sobrepasan los estándares de calidad ambiental (Comparado con el D.S N° 004 – 2017).

c) Arsénico

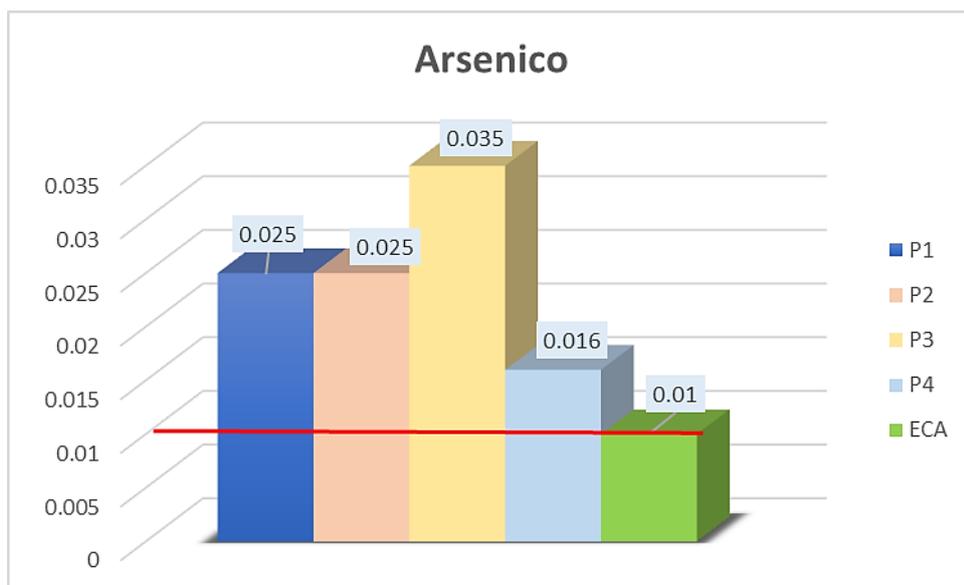


Figura 4. Concentración de arsénico en la desembocadura de la laguna Lagunilla, del río Santa Lucia.

La figura 4, nos grafica la concentración de arsénico, mientras que en la tabla N°6 se presenta los valores de concentración de arsénico en los 4 puntos de análisis. En el punto 1 se presenta concentración de 0.025 mg/L; en el punto 2, una concentración de 0.025 mg/L; en el punto 3 concentración 0.035 mg/L y para el punto 4 concentración de 0.016 mg/L. Comparado con el D.S N° 004 – 2017 estándares de calidad ambiental (ECA), en los 4 puntos, los valores de arsénico sobrepasan el estándar.

d) Plomo

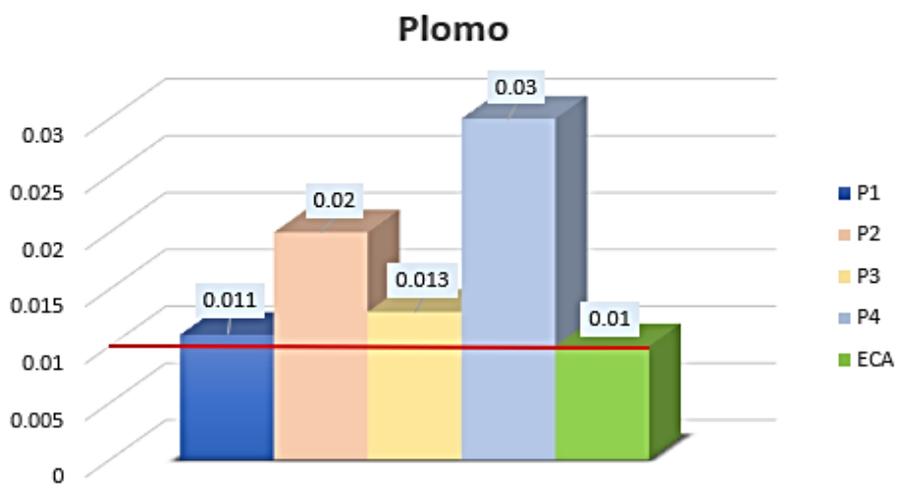


Figura 5. Concentración de plomo en la desembocadura de la laguna Lagunilla, del río Santa Lucía.

De acuerdo a la Tabla N°6 y la figura 5, se observa que la concentración de plomo en las aguas, superan los estándares. El punto 1, muestra concentración de 0.011 mg/L; punto 2 concentración de 0.02 mg/L; punto 3 concentración 0.013 mg/L y punto 4 concentración de 0.03 mg/L.

4.1.2. Características microbiológicas

a) Coliformes termotolerantes

El agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del Río Santa Lucía, presenta un aspecto desagradable, por lo que se realizó análisis de coliformes termotolerantes, obteniéndose los resultados que se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Características microbiológicas de la desembocadura laguna Lagunillas

C. termotolerantes (NMP/100mL)				PROMEDIO	ECA
P 1	P 2	P 3	P 4		
790	211	930	700	657.75	200

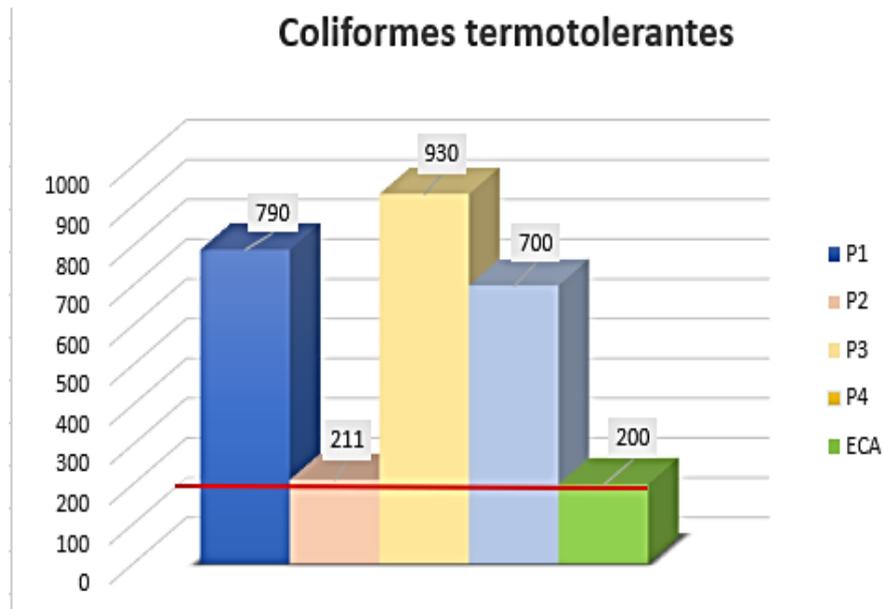


Figura 6. Concentración de coliformes Termotolerantes en la desembocadura de la laguna Lagunilla, del río Santa Lucia.

La figura 6. Nos muestra la concentración de coliformes termotolerantes. En el punto 1, se ha obtenido una concentración de 790 NMP/100mL; punto 2 concentración de 211 NMP/100mL; punto 3 concentración 930 NMP/100mL; y, en el punto 4 concentración de 700 NMP/100mL. Comparado con el D.S N° 004 – 2017 estándares de calidad ambiental (ECA), en los 4 puntos la cantidad de coliformes Termotolerantes sobrepasan los valores

4.1.3. Calidad del agua en los puntos de muestreo de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del Rio Santa Lucia.

a) Mercurio

La tabla 8. Nos muestra los alcances, frecuencias y amplitudes calculadas para cada punto de monitoreo. Con el valor resultante con el ICARHS, en los P1, P2, P3 y P4, se encuentra en el rango de (45-64); (65-79) indicando que calidad de agua: Esta entre malo y regular. Esta categoría indica que “la calidad del agua es esporádicamente amenazada. La calidad del agua en ocasiones se aleja de los valores especificados. Muchos de los usos requieren tratamiento”.

Tabla 8. Valores obtenidos con cálculo del ICARHS respecto al mercurio

MERCURIO					
PUNTO	F1	F2	F3	Promedio	ICARHS
P1	0.75	0.18	92.45	30	0-44 Pésimo
P2	0.75	0.18	69.23	47	45-64 Malo
P3	0.75	0.18	84.61	36	0-44 Pésimo
P4	0.75	0.18	69.23	47	45-64 Malo

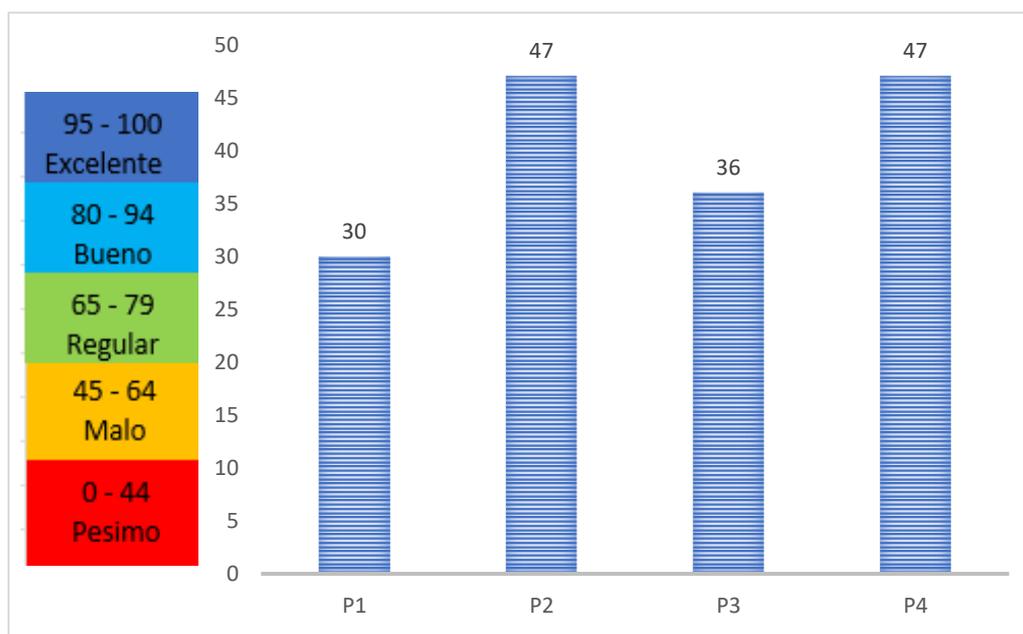


Figura 7. Calidad del agua respecto a la concentración mercurio

b) Arsénico

La tabla 9. Nos muestra los alcances, frecuencias y amplitudes calculadas para cada punto de monitoreo. Con el valor resultante con el ICARHS, en los P1, P2, P3 y P4 se encuentra en el rango de (0-44), indicando que existe calidad de agua: Pésima. Esta categoría señala que “la calidad del agua ocasionalmente es

amenazada o dañada. La calidad del agua en ocasiones se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos requieren tratamiento”.

Tabla 9. Valores obtenidos con cálculo del ICARHS respecto al arsénico

ARSENICO					
PUNTO	F1	F2	F3	PROMEDIO	ICARHS
P1	0.75	0.18	80	39	0-44 Pésimo
P2	0.75	0.18	80	39	0-44 Pésimo
P3	0.75	0.18	83	37	0-44 Pésimo
P4	0.75	0.18	90	32	0-44 Pésimo

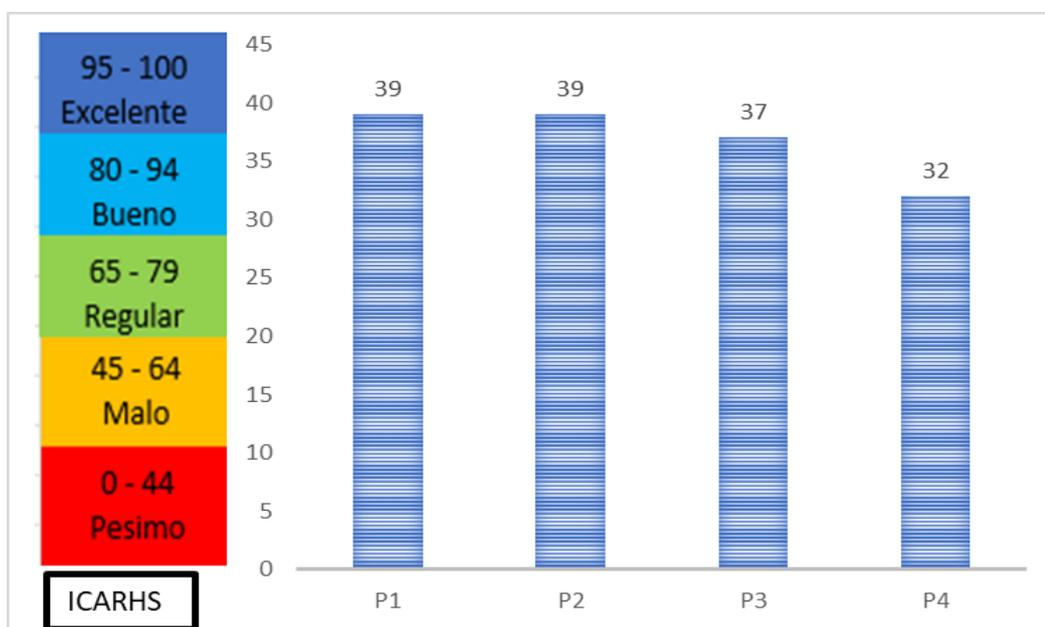


Figura 8. Calidad del agua respecto a la concentración arsénico

c) Plomo

La tabla 10. Nos muestra los alcances, frecuencias y amplitudes calculadas para cada punto de monitoreo. Con el valor resultante con el ICARHS, en los P1, P2, P3 y P4 se encuentra en el rango de (0-44), indicando que existe calidad de agua: Pésimo. Esta categoría indica que “la calidad del agua ocasionalmente es

amenazada. La calidad del agua en ocasiones se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos requieren tratamiento”

Tabla 10. Valores obtenidos con cálculo del ICARHS respecto al plomo

PLOMO					
PUNTO	F1	F2	F3	PROMEDIO	ICARHS
P1	0.75	0.18	83	37	0-44 Pésimo
P2	0.75	0.18	82	38	0-44 Pésimo
P3	0.75	0.18	80	39	0-44 Pésimo
P4	0.75	0.18	90	32	0-44 Pésimo

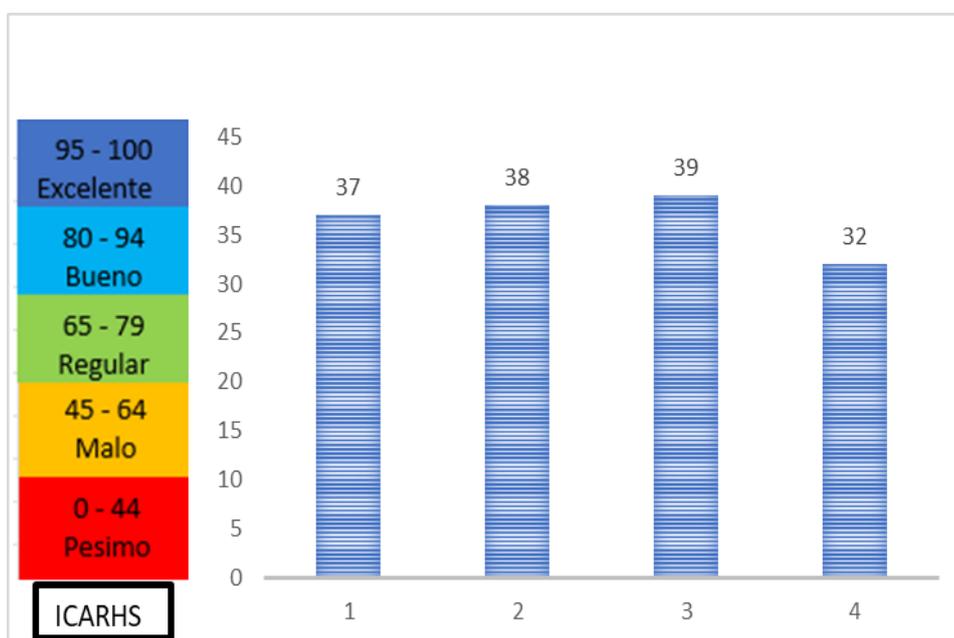


Figura 9. Calidad de agua respecto a la concentración de plomo

d) Coliformes Termotolerantes

La tabla 11. Nos muestra los alcances, frecuencias y amplitudes calculadas para cada punto de monitoreo. Con el valor resultante con el ICARHS, en los P1, P2, P3 y P4 se encuentra en el rango de (0-44), indicando que existe calidad de agua: Pésimo. Esta categoría señala que “la calidad del agua

ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua en ocasiones se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos requieren tratamiento”.

Tabla 11. Valores obtenidos con cálculo del ICARHS respecto a coliformes Termotolerantes

Coliformes Termotolerantes					
PUNTO	F1	F2	F3	PROMEDIO	ICARHS
P1	0.75	0.18	95	28	0-44 Pésimo
P2	0.75	0.18	80	39	0-44 Pésimo
P3	0.75	0.18	99	25	0-44 Pésimo
P4	0.75	0.18	90	32	0-44 Pésimo

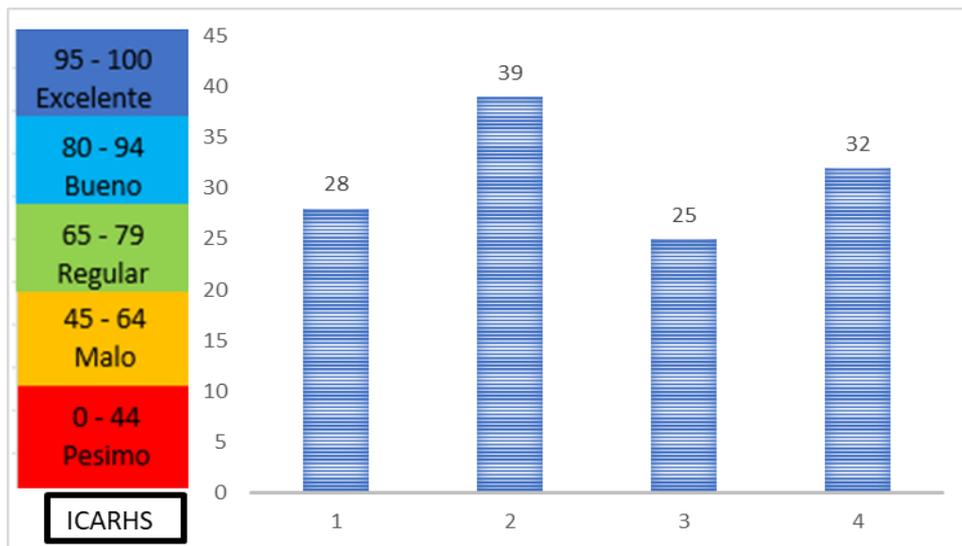


Figura 10. Calidad de agua respecto a la concentración de coliformes Termotolerantes.

4.2. Eficiencia de *Schoenoplectus californicus*, en la calidad de agua

4.2.1. Físicos químicos

a) pH

La figura 11. Nos muestra el porcentaje del resultado, donde se ha obtenido un valor de 3.90 % con la especie *Schoenoplectus californicus*. Así mismo, la tabla 12 nos muestra la concentración de pH inicial y concentración final de 8.325 a 8. Estos resultados comparados con los estándares de calidad ambiental (ECA), están dentro del rango permitido. Después del tratamiento.

Tabla 12. Valor inicial y final de PH - *Schoenoplectus californicus*

PARÁMETRO	VALOR INICIAL (promedio)	VALOR FINAL	ECA	EFICIENCIA
pH	8.325	8	6 a 9	3.90 %

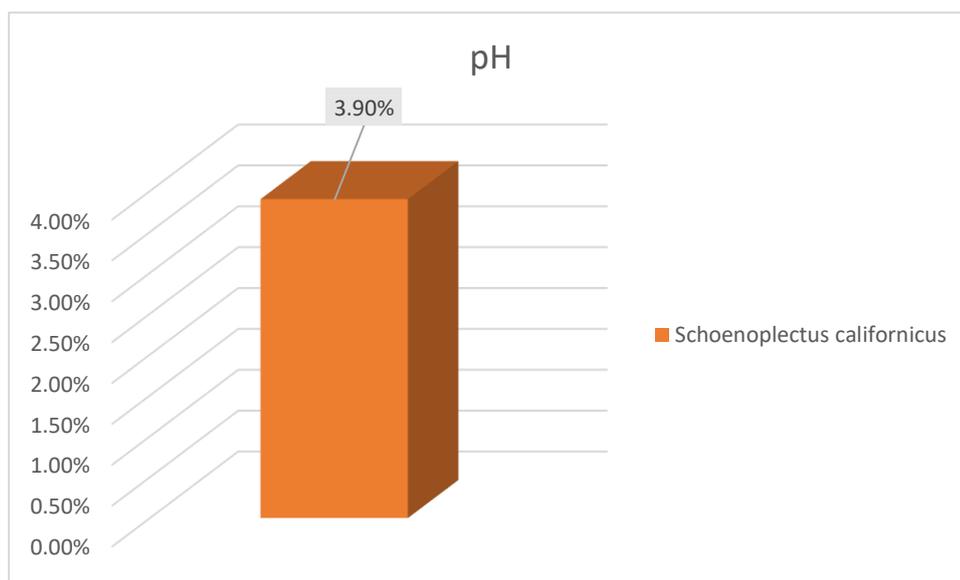


Figura 11. Porcentaje de eficiencia con *Schoenoplectus californicus*- pH

b) Mercurio

La tabla 13. Nos muestra la concentración de mercurio presente en el agua, donde se ha obtenido una concentración inicial de 0.0233 y después de la fitorremediación con *Schoenoplectus californicus* 0.0001. Comparado con los estándares de calidad

ambiental (ECA), el valor inicial supera, mientras que el valor final se encuentra dentro del rango permitido.

Tabla 13. Valor inicial y final de Mercurio - *Schoenoplectus californicus*

PARÁMETRO	VALOR INICIAL (promedio)	VALOR FINAL	ECA	EFICIENCIA
Mercurio	0.0233	0.0001	0.001	99.57 %

La figura 12. Nos muestra el porcentaje de los resultados de mercurio en agua, donde se ha obtenido un valor de 99.57 % con la especie de *Schoenoplectus californicus*. Comparado con el ICARHS, el agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, después del tratamiento se encuentra dentro del rango establecido de calidad de agua excelente, probando que la calidad del agua está resguardada con ausencia de amenazas. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales, después del tratamiento.

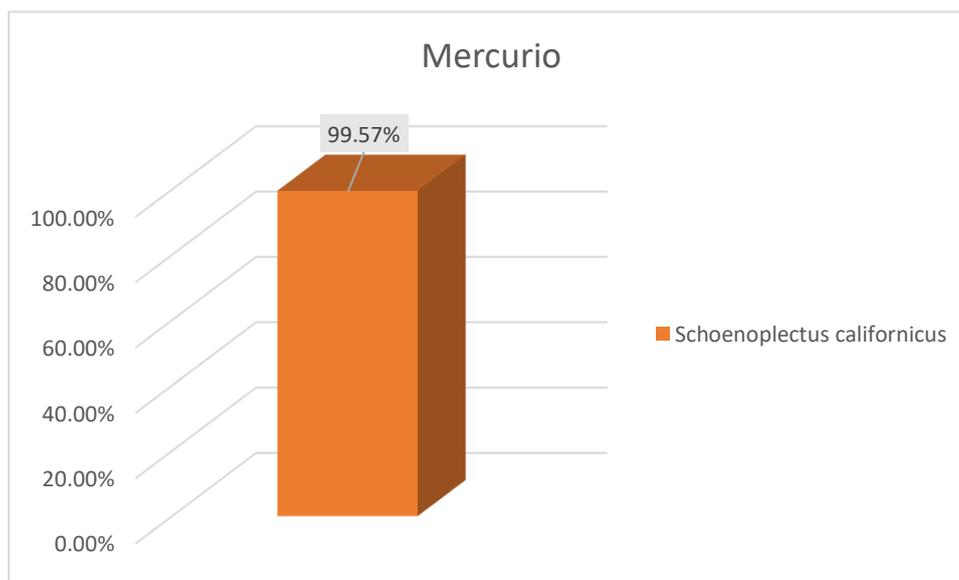


Figura 12. Porcentaje de eficiencia con *Schoenoplectus californicus*- Mercurio.

c) Plomo

La tabla 14. Nos muestra la concentración de plomo presente en el agua, donde se ha obtenido una concentración inicial de 0.019 y después de la fitorremediación con *Schoenoplectus californicus* 0.001. Comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA), el valor inicial supera, mientras que el valor final se encuentra dentro del rango permitido.

Tabla 14. Valor inicial y final de Plomo - *Schoenoplectus californicus*

PARÁMETRO	VALOR INICIAL (promedio)	VALOR FINAL	ECA	EFICIENCIA
Plomo	0.019	0.001	0.01	94.73 %

La figura 13. Nos muestra el porcentaje de los resultados de plomo en agua, donde se ha obtenido un valor de 94.73 % con la especie de *Schoenoplectus californicus*.

Comparado con el ICARHS, el agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, después del tratamiento se encuentra dentro del rango de calidad de agua excelente, manifestando que la calidad del agua está resguardada con ausencia de amenazas. Las condiciones son muy próximas a niveles naturales, después del tratamiento.

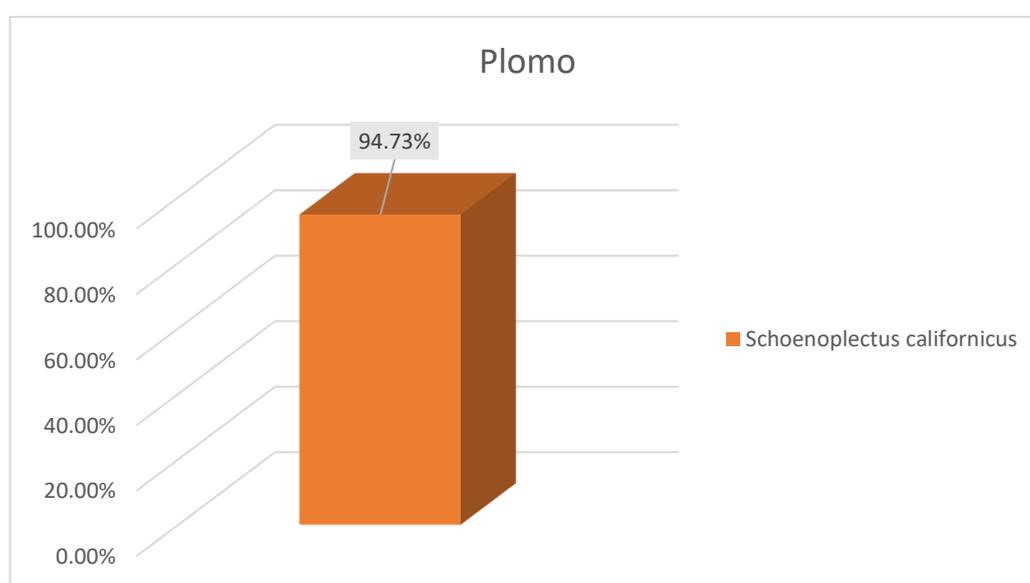


Figura 13. Porcentaje de eficiencia con *Schoenoplectus californicus* - Plomo

d) Arsénico

La tabla 15. Nos muestra la concentración de arsénico presente en el agua, donde se ha obtenido una concentración inicial de 0.0253 y después de la fitorremediación con *Schoenoplectus californicus* 0.0017. Comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA), el valor inicial supera, mientras que el valor final se encuentra dentro del rango permitido.

Tabla 15. Valor inicial y final de Arsénico - *Schoenoplectus californicus*

PARÁMETRO	VALOR INICIAL (promedio)	VALOR FINAL	ECA	EFICIENCIA
Arsénico	0.0253	0.0017	0.01	93.28 %

La figura 14. Nos muestra el porcentaje de los resultados de arsénico en agua, donde se ha obtenido un valor de 93.28 % con la especie de *Schoenoplectus californicus*.

Comparado con el ICARHS, el agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, después del tratamiento se encuentra dentro del rango de calidad de agua excelente, demostrando que la calidad del agua está resguardada con ausencia de amenazas. Las condiciones son muy próximas a niveles naturales, después del tratamiento.

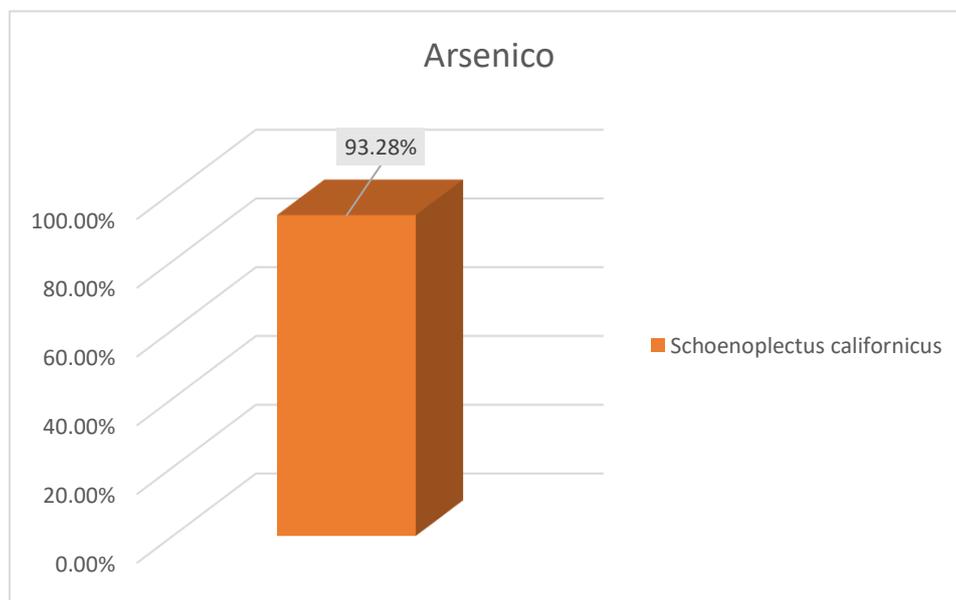


Figura 14. Porcentaje de eficiencia con *Schoenoplectus californicus*- Arsénico

4.2.2. Microbiológicos

La tabla 16. Nos muestra la concentración de coliformes termotolerantes presentes en el agua, donde se ha obtenido una concentración inicial de 657.75 y después de la fitorremediación con *Schoenoplectus californicus* 140. Comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA), el valor inicial supera, mientras que el valor final se encuentra dentro del rango permitido

Tabla 16. Valor inicial y final de Coliformes termotolerantes - *Schoenoplectus californicus*

PARÁMETRO	VALOR INICIAL (promedio)	VALOR FINAL	ECA	EFICIENCIA
Coliformes termotolerantes	657.75	140	200	78.71 %

La figura 15. Nos muestra el porcentaje de los resultados de coliformes termotolerantes en agua, donde se ha obtenido un valor de 78.71 % con la especie de *Schoenoplectus californicus*. Comparado con el ICARHS, el agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, después del tratamiento se encuentra dentro del rango de calidad de agua excelente, demostrando que la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy próximas a niveles naturales, después del tratamiento.

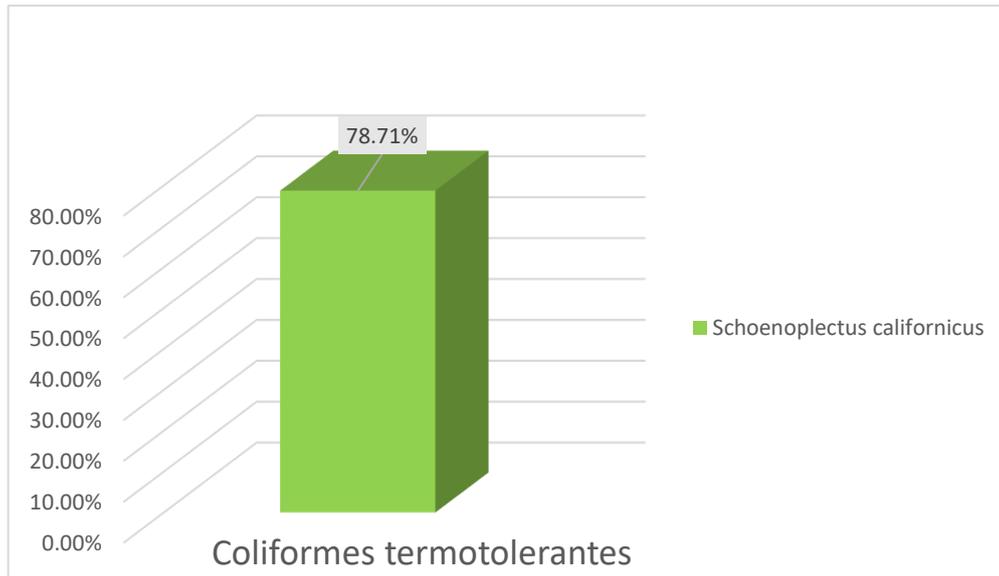


Figura 15. Porcentaje de eficiencia con *Schoenoplectus californicus* - Coliformes Termotolerantes

4.3 Eficiencia de *Lemna minor*, en la calidad de agua físicos químicos y microbiológicos.

4.3.1. Físicos químicos

a) pH

La figura 16. Nos muestra el porcentaje de eficiencia, donde se ha obtenido un valor de 3.90 % con la especie *Lemna minor*. Así mismo, la tabla 17 nos muestra la concentración de pH inicial y concentración final de 8.325 a 8. Estos resultados comparados con los estándares de calidad ambiental (ECA), están dentro del rango permitido. Obteniendo un agua ligeramente alcalina después del tratamiento.

Tabla 17. Valor inicial y final de pH – *Lemna minor*

PARÁMETRO	VALOR INICIAL (promedio)	VALOR FINAL	ECA	EFICIENCIA
pH	8.325	8	6 a 9	3.90 %

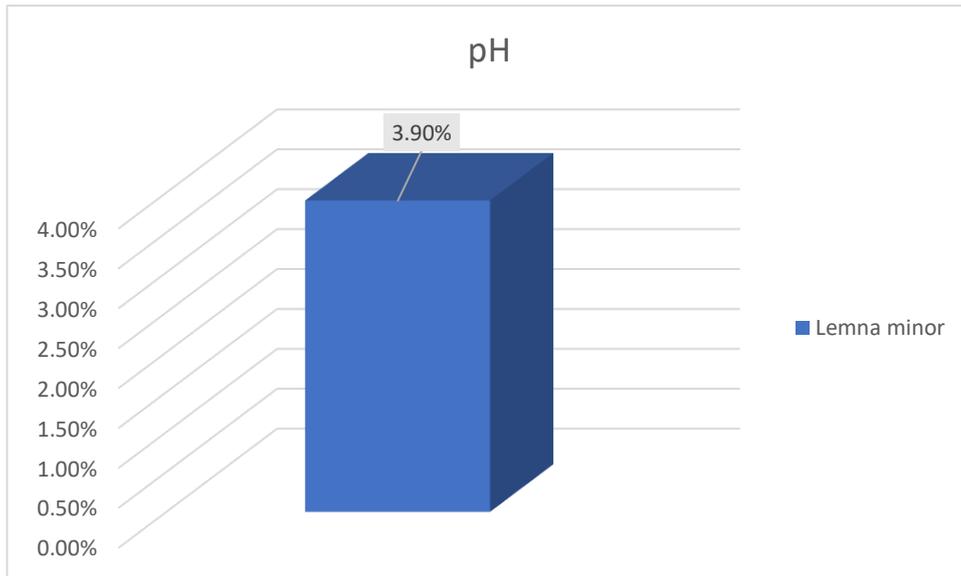


Figura 16. Porcentaje de eficiencia con Lemna minor- PH

b) Mercurio

La tabla 18. Nos muestra la concentración de mercurio presentes en el agua, donde se ha obtenido una concentración inicial de 0.0233 y después de la fitorremediación con *Lemna minor* 0.0001. Comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA), el valor inicial supera, mientras que el valor final se encuentra dentro del rango permitido.

Tabla 18. Valor inicial y final de Mercurio – Lemna minor

PARÁMETRO	VALOR INICIAL (promedio)	VALOR FINAL	ECA	EFICIENCIA
Mercurio	0.0233	0.0001	0.001	99.57 %

La figura 17. Nos muestra el porcentaje de los resultados de mercurio en agua, donde se ha obtenido un valor de 99.57 % con la especie de *Lemna minor*. Comparado con el ICARHS, el agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, después del tratamiento se encuentra dentro del rango establecido de calidad de agua excelente, probando que la calidad del agua está

resguardada con ausencia de amenazas. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales, después del tratamiento.

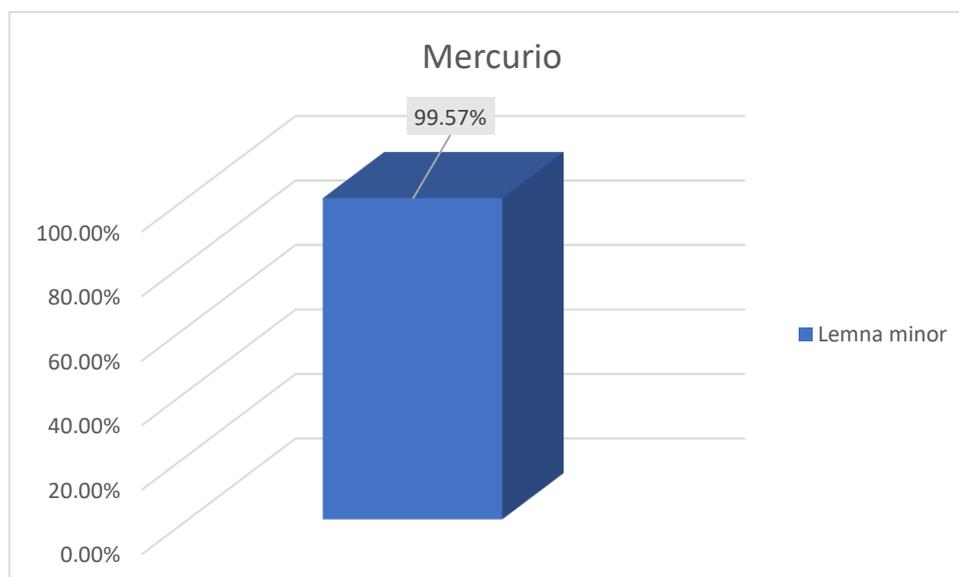


Figura 17. Porcentaje de eficiencia con *Lemna minor*- Mercurio

c) Plomo

La tabla 19. Nos muestra la concentración de plomo presentes en el agua, donde se ha obtenido una concentración inicial de 0.019 y después de la fitorremediación con *Lemna minor* 0.001. Comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA), el valor inicial supera, mientras que el valor final se encuentra dentro del rango permitido.

Tabla 19. Valor inicial y final de Plomo – *Lemna minor*

PARÁMETRO	VALOR INICIAL (promedio)	VALOR FINAL	ECA	EFICIENCIA
Plomo	0.019	0.001	0.01	94.73 %

La figura 18. Nos muestra el porcentaje de resultado de plomo en agua, donde se ha obtenido un valor de 94.73 % con la especie de *Lemna minor*. Comparado con el ICARHS, el agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa

Lucía, después del tratamiento se encuentra dentro del rango de calidad de agua excelente, manifestando que la calidad del agua está resguardada con ausencia de amenazas. Las condiciones son muy próximas a niveles naturales, después del tratamiento.

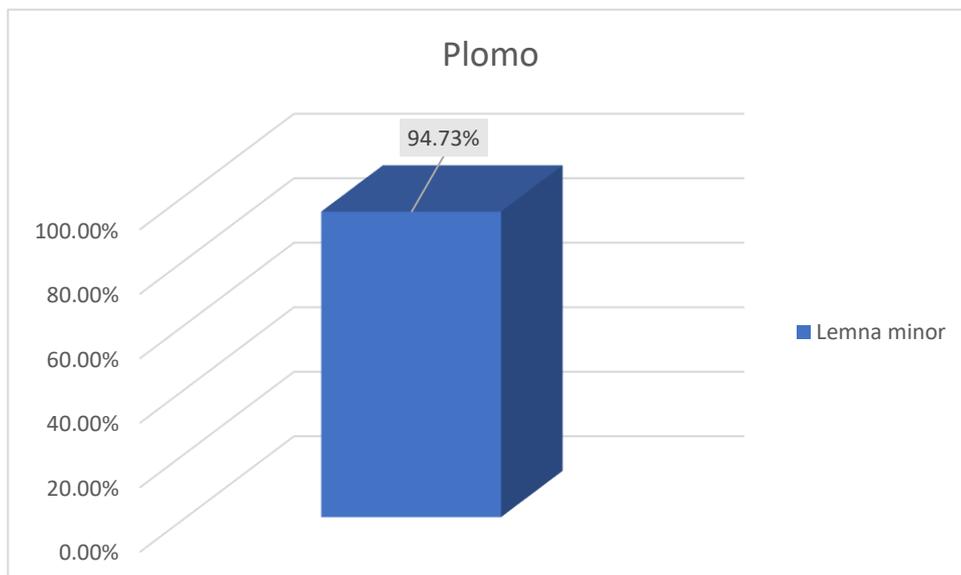


Figura 18. Porcentaje de eficiencia con Lemna minor- Plomo

d) Arsénico

La tabla 20. Nos muestra la concentración de arsénico presentes en el agua, donde se ha obtenido una concentración inicial de 0.0253 y después de la fitorremediación con *Lemna minor* 0.0017. Comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA), el valor inicial supera, mientras que el valor final se encuentra dentro del rango permitido.

Tabla 20. Valor inicial y final de Arsénico – Lemna minor

PARÁMETRO	VALOR INICIAL (promedio)	VALOR FINAL	ECA	EFICIENCIA
Arsénico	0.0253	0.0017	0.01	91.69 %

La figura 19. Nos muestra el porcentaje de resultados de arsénico en agua, donde se ha obtenido un valor de 91.69 % con la especie de *Lemna minor*. Comparado con el ICARHS, el agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, después del tratamiento se encuentra dentro del rango de calidad de agua excelente, demostrando que la calidad del agua está resguardada con ausencia de amenazas. Las condiciones son muy próximas a niveles naturales, después del tratamiento.

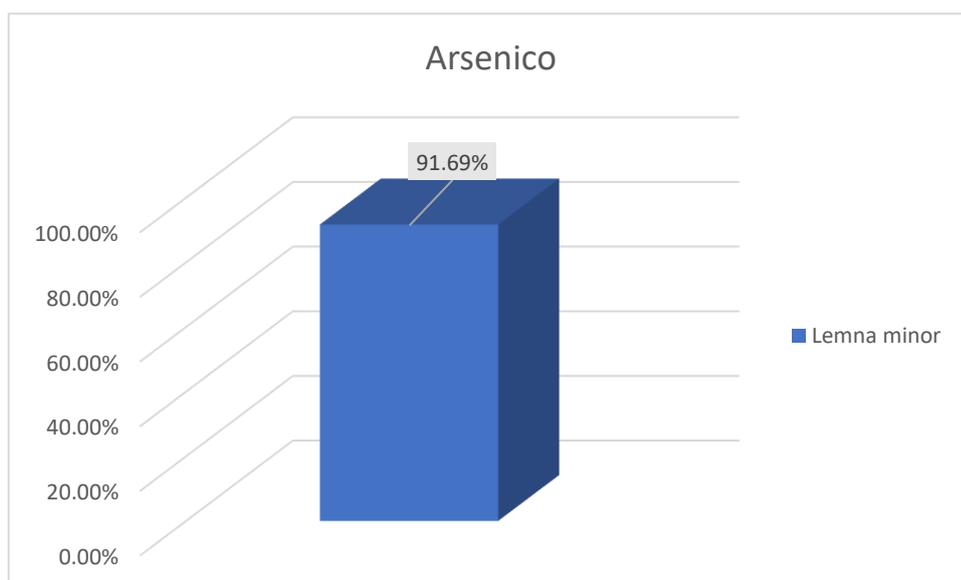


Figura 19. Porcentaje de eficiencia con Lemna minor - Arsénico

4.3.2. Microbiológicos

La tabla 21. Nos muestra la concentración de coliformes termotolerantes presentes en el agua, donde se ha obtenido una concentración inicial de 657.75 y después de la fitorremediación con *Lemna minor* 1.8. Comparado con los estándares de calidad ambiental (ECA), el valor inicial supera, mientras que el valor final se encuentra dentro del rango permitido.

Tabla 21. Valor inicial y final de Coliformes termotolerantes – Lemna minor

PARÁMETRO	VALOR INICIAL (promedio)	VALOR FINAL	ECA	EFICIENCIA
-----------	--------------------------	-------------	-----	------------

Coliformes termotolerantes	657.75	1.8	200	99.72 %
----------------------------	--------	-----	-----	---------

La figura 20. Nos muestra el porcentaje de resultado de coliformes termotolerantes en agua, donde se ha obtenido un valor de 99.72 % con la especie de *Lemna minor*. Comparado con el ICARHS, el agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, después del tratamiento se encuentra dentro del rango de calidad de agua excelente, demostrando que la calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy próximas a niveles naturales, después del tratamiento.

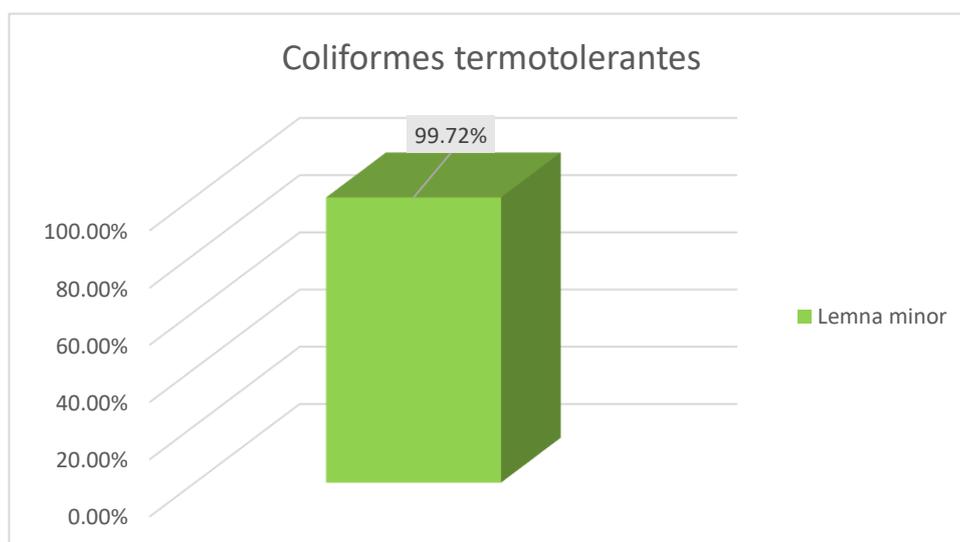


Figura 20. Porcentaje de eficiencia de con *Lemna minor* - Coliformes termotolerantes

Análisis de las hipótesis

Hipótesis general

Ha: La fitorremediación con *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor* mejora el índice de calidad de agua en un 75 % – 99.9 % en la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia 2021.

Ho: La fitorremediación con *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor* no mejora el índice de calidad de agua en un 75 % – 99.9 % en la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia 2021.

Tabla 22. Tabla de prueba de medias para la hipótesis general – *Schoenoplectus californicus*

Schoenoplectus californicus	Media	Desviación estándar	Sig.
Mercurio	99.57	0.000	0.000
Arsénico	93.28	0.000	0.000
Plomo	94.73	0.000	0.000
Coliformes termotolerantes	78.71	0.000	0.000

La tabla 22. Nos muestra que, mediante la prueba estadística T de Student se ha obtenido un valor de significancia de 0,000, comparado con el valor alfa de 0,05 es menor, por tanto, aceptamos la hipótesis alterna. Donde podemos indicar que la fitorremediación con *Schoenoplectus californicus* mejora el índice de calidad de agua en un 75 % – 99.9 % en la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía 2021.

Tabla 23. Tabla de prueba de medias para la hipótesis general – *Lemna minor*

Lemna minor	Media	Desviación estándar	Sig.
Mercurio	99.57	0.000	0.000
Arsénico	91.69	0.000	0.000
Plomo	94.73	0.000	0.000
Coliformes termotolerantes	99.72	0.000	0.000

La tabla 23. Nos muestra que, mediante la prueba estadística T de Student se ha obtenido un valor de significancia de 0,000, comparado con el valor alfa de 0,05 es menor, por tanto, aceptamos la hipótesis alterna. Donde podemos indicar que la fitorremediación con *Lemna minor* mejora el índice de calidad de agua en un 75 %

– 99.9 % en la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía y Paratía 2021.

Hipótesis específica 1

Ha: Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, sobrepasan los ECA.

Ho: Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, no sobrepasan los ECA.

Tabla 24. Tabla de prueba de medias para la hipótesis específica 1

Parámetros	Media	Desviación estándar	Sig.
PH	8.3250	0.12583	1.000
Mercurio	0.02325	0.018857	0.996
Arsénico	0.02525	0.007762	0.991
Plomo	0.01850	0.008583	0.915
Coliformes termotolerantes	657.75	312.506	1.000

La tabla 24. Nos muestra que, mediante la prueba estadística T de Student se ha obtenido un valor de significancia de mayor que el valor alfa de 0,05, por tanto, aceptamos la hipótesis. Donde podemos indicar que los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, sobrepasan los ECA.

Hipótesis específica 2

Ha: La eficiencia de fitorremediación de *Schoenoplectus californicus* para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, Juliaca -2021, es superior a 50%.

Ho: La eficiencia de fitorremediación de *Schoenoplectus californicus* para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, Juliaca-2021, no es superior a 50%.

Tabla 25. Tabla de prueba de medias para la hipótesis específica 2

Parámetros	Media	Desviación estándar	Sig.
pH	6.00000	0.000000	0.00
Mercurio	0.000100	0.000000	0.00
Arsénico	0.001700	0.0002828	0.00
Plomo	0.00100	0.000000	0.00
C.termotolerante	140.000	97.7222	0.00

La tabla 25. Nos muestra que, mediante la prueba estadística T de Student se ha obtenido un valor de significancia de menor que el valor alfa de 0,05, por tanto, aceptamos la hipótesis. Donde podemos indicar que la eficiencia de fitorremediación de *Schoenoplectus californicus* para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, Juliaca-2021, es superior a 50%.

Hipótesis específica 3

Ha: La eficiencia de fitorremediación de *Lemna minor* para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, Juliaca-2021, es superior a 50%.

Ho: La eficiencia de fitorremediación de *Lemna minor* para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, Juliaca-2021, no es superior a 50%.

Tabla 26. Tabla de prueba de medias para la hipótesis específica 3

Parámetros	Media	Desviación estándar	Sig.
pH	6.00000	0.000000	0.00
Mercurio	0.000100	0.000000	0.00
Arsénico	0.002100	0.0002828	0.00
Plomo	0.00100	0.000000	0.00
C.termotolerantes	1.800	97.7222	0.00

La tabla 25. Nos muestra que, mediante la prueba estadística T de Student se ha obtenido un valor de significancia de menor que el valor alfa de 0,05, por tanto, aceptamos la hipótesis. Donde podemos indicar que la eficiencia de fitorremediación de *Lemna minor* para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucia, Juliaca-2021, es superior a 50%.

V. DISCUSIÓN

Las características de las aguas de la laguna lagunillas previo al tratamiento refieren: un pH de 8.325 en promedio, Mercurio 0.0233mg/L, Arsénico 0.0253mg/L, Plomo 0.019mg/L, y C. termotolerantes 657.75 NMP/100MI, catalogadas como agua de calidad regular, de acuerdo al ICARHS, posterior al primer tratamiento con *Schoenoplectus californicus* se ha obtenido 93.28 % de eficiencia para arsénico, 99.57 % para mercurio; 94.73% para plomo y 78.71 % para coliformes termotolerantes. Así mismo respecto a la características fisicoquímicas y microbiológicas después del tratamiento el pH tuvo un valor de 8 una eficiencia de 3.90 % que es mínima, siendo catalogada esta especie no es tan eficiente, Mercurio <0.0001mg/L, Arsénico 0.0017 mg/L, Plomo <0.001mg/L, y C. termotolerantes 140 NMP/100MI. En el caso de la fitorremediación con *Lemna minor*, se obtuvo eficiencias de 91.69% para arsénico, 99.57% para mercurio; 94.73% para plomo y 99.72% para *coliformes termotolerantes*. Respecto a la características fisicoquímicas y microbiológicas el pH tuvo un valor de 8 una eficiencia de 3.90 % que es mínima, siendo catalogada esta especie no es tan eficiente, Mercurio <0.001mg/L, Arsénico 0.017mg/L, Plomo <0.01mg/L, y C. termotolerantes 140NMP/100MI respectivamente, catalogadas como agua de calidad excelente, de acuerdo al ICARHS.

Estos resultados comparados con JARAMILLO & FLORES (2012) son diferentes, respecto a la eficiencia de la disminución de mercurio, en su estudio han obtenido el 28 %, siendo el porcentaje mayor con la especie *Eichornia crassipes*, seguido del tratamiento C (combinado) con un porcentaje entre 26 a 27 % y el tratamiento B (*Lemna minor*) con una variación de 24 a 26 %. Mientras que, SANDOVAL (2019) en su estudio de cadmio, se evidencia que *Eichornia crassipes* presenta una eficiencia de 83.57% mientras que *Lemna minor* L. presenta eficiencia de 39.35%, siendo el principal cambio morfológico la variación de color de las especies durante el ensayo

Estos resultados comparados con (QUISPE, 2016), respecto a los parámetros microbiológicos, se registró una variación de coliformes totales, en las muestras (NMP/10 ml) m1 con 6500 y m4 4500, se hace la comparación con (ICARHS) la cual resulta 65.615% el valor indica que el índice de calidad de agua es regular.

Respecto a los resultados que se ha obtenido con (QUINTANA, 2019) mediante la fitorremediación de la planta (*Schoenoplectus californicus*), el método se aplicó por 20 días y un total de tres muestras. Los resultados que se obtuvieron en la muestra 1 son un 95% de eficiencia, muestra 2 una eficiencia de 85%, en la muestra 3 eficiencia de 80%, con respecto al pH en las tres muestras nos da un valor casi neutro. Se concluye que la totora es una planta que actuó de buena manera con respecto a la reducción de arsénico en aguas.

VI. CONCLUSIONES

Respecto a la eficiencia de la fitorremediación *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor* para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas del río Santa Lucía. Se llega a la conclusión que, posterior al tratamiento con *Schoenoplectus californicus* se ha obtenido 93.28 % de eficiencia para arsénico, 99.57 % para mercurio; 94.73% para plomo y 78.71 % para coliformes termotolerantes. En el caso de la fitorremediación con *Lemna minor*, se obtuvo eficiencias de 91.69% para arsénico, 99.57% para mercurio; 94.73% para plomo y 99.72% para coliformes termotolerantes. Así mismo un valor de significancia de 0.000, de las cuales podemos decir que la fitorremediación con *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor* mejora el índice de calidad de agua.

Respecto a las concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en los puntos de muestreo de la desembocadura de la laguna lagunillas, del río Santa Lucia y Paratía, se ha logrado obtener un pH de 8.33 en promedio, establecidos dentro de los ECAs, mientras que el Mercurio 0.0233mg/L, Arsénico 0.0253mg/L, Plomo 0.019mg/L, y C. termotolerantes 657.75 NMP/100mL, concentraciones que sobrepasan los ECAs. Donde la calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunilla y río Santa Lucia, Juliaca - 2021 se encuentra dentro del rango de calificación “regular” de acuerdo al ICARHS. Se ha obtenido un valor de significancia mayor que 0.05, de las cuales podemos afirmar que las aguas del de laguna Lagunillas y río Santa Lucia, sobrepasan los estándares de calidad de agua.

Respecto a la eficiencia de *Schoenoplectus californicus* en los resultados de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos. El pH, alcanzo una eficiencia de de 3.90 %, el Mercurio 99.57 %, el Plomo 94.73 %, el Arsénico 93.28% y *Coliformes Termotolerantes* 78.71 %; donde se puede evidenciar que la especie *Schoenoplectus californicus* es muy eficiente en la remoción de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos siendo catalogada como agua de calidad excelente, de acuerdo al ICARHS. Así mismo se ha obtenido un valor de significancia menor a 0.05, donde se puede afirmar que la eficiencia de fitorremediación con *Schoenoplectus californicus* mejora el índice de calidad de agua y el porcentaje de remoción, es superior a 50%.

Respecto a la eficiencia de *Lemna minor* en la remoción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos. El pH, alcanzo una eficiencia de 3.90 %, el Mercurio 99.57, el Plomo 94.73 %, el Arsénico 91.69 % y *Coliformes Termotolerantes* 99.72 %; donde se puede evidenciar que la especie *Lemna minor* es muy eficiente en la remoción de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos siendo catalogada como agua de calidad excelente, de acuerdo al ICARHS. Así mismo se ha obtenido un valor de significancia menor a 0.05, donde se puede afirmar que la eficiencia de fitorremediación con *Lemna minor* mejora el índice de calidad de agua y el porcentaje de los resultados, es superior a 50%.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar este tipo de estudios con empleo de otras especies, puesto que los resultados que se ha obtenido con las especies *Schoenoplectus californicus* y *Lemna minor* fueron eficientes en la remoción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos.
- Dada la importancia de estos estudios y su bajo costo, se recomienda dar a conocer los resultados a las autoridades municipales a fin de replicarlas en las viviendas y con ello dar seguridad de agua para riego.
- Se recomienda también la aplicación de este tipo de tecnologías para la reducción de contaminantes por la población afectada de la laguna Lagunillas, debido a que su aplicación es de un costo económicamente bajo y considerado una tecnología limpia con el medio ambiente.
- Se recomienda incluir otros parámetros físicos, químicos y microbiológicos para la remoción de contaminantes mediante la utilización de Macrofitas, considerando más variables como es el caso del tiempo de retención hidráulica, número de mediciones en determinados momentos, cantidad de Macrofitas, entre otros.

REFERENCIAS

- ABIDEMI, Adeshola. 2017.** *Evaluation of common duckweed (Lemna minor L.) for removal of nitrogen and phosphorus from anaerobic baffled reactor effluent and the fertilizer value of the biomass on perennial ryegrass.* South Africa: s.n., 2017.
- ALCÁNTARA, María y LLANTAS, Cristhian. 2019.** *Efecto de estiércol de Cavia porcellus en el potencial de malezas para la remediación de suelos contaminado con hidrocarburos de petróleo.* Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019.
- ASTO, Jeny. 2018.** *Influencia de la putacca y totora para la fitoestabilización en los depósitos de relaves mineros en la compañía minera TAMBO DEL CONDOR S.R.L- Ayacucho -2017.* Lircay: Universidad Nacional de Huancavelica, 2018.
- AYAY, Jackson. 2019.** *Capacidad remediadora de Lemna minor y Pistia stratiotes en el tratamiento de aguas residuales de la localidad de Granja Porcón-Cajamarca.* Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2019.
- BAQUERO, Cesar y CARRERA, Chistian. 2019.** *Evaluación de parámetros fisicoquímicos de aguas mieles de cacao en humedales artificiales con especies macrófitas, Tarapoto,2019.* Tarapoto: Universidad César Vallejo, 2019.
- BARRIOS, Manuel y GARCILAZO, Alexander. 2019.** *Capacidad fitorremediadora de Ricinus communis "Higuerilla" sobre arsénico y plomo de suelos contaminados del sector La Porfía Pataz,2019.* Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2019.
- BEHAR, Daniel. 2008.** *Metodología de la investigación.* 2008. 978-959-212-783-7.
- BENAVIDES, Jorge. 2020.** *Determinación de las concentraciones de plomo y cromo asociados a poblaciones de Typha Latifolia en la laguna de Yahuarcocha, provincia de Imbabura.* Ecuador: Universidad Técnica del Norte, 2020.
- CAISACHANA, Isaac. 2020.** *Evaluación de un proceso de fitorremediación mediante lenteja de agua (Lemna minor) para agua residual proveniente de una empresa azucarera.* Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador, 2020.
- COAQUIRA, Adelis. 2018.** *Determinación de la eficacia en humedales artificiales de flujo sub superficial con totora (Schoenoplectus californicus) en el tratamiento de*

aguas residuales domésticas en la comunidad de San Antonio de Chujura-Región Puno,2018. Puno: Universidad Peruana Unión, 2018.

EDUARDO, Alicia. 2015. *Evaluación de la eficiencia de la remoción de nutrientes del efluente de la PTAR de la empresa esmeralda CORP S.A.C mediante el uso de humedales artificiales, empleando la especie Typha domingensis Pers. (totora)".* Lima: Universidad Científica del Sur, 2015.

ESCOBAR, Luis y SARA, Joha. 2020. *Correlación del comportamiento de las variables meteorológicas y el comportamiento del material particulado en el aire Carabayllo,2020.* Lima: Universidad César Vallejo, 2020.

ESCORCIA, Olavo. 2010. *Manual para la investigación.* 2010.

Estudio de los parámetros fisicoquímicos para la fitorremediación de cadmio (iii) y mercurio (ii) con la especie Eichornia Crassipes (jacinto de agua). **POMA, Víctor y VALDERRAMA, Ana. 2014.** 3, Lima: s.n., 2014. 1810-634X.

FLORES, Juan. 2018. *Propuesta de simulación de remoción parcial de cromo en suelos contaminados utilizando como fitorremediador el Tangete SP Marigold.* Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2018.

GUERRA, Bryan. 2018. *Tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de productos lácteos San Salvador -. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2018.*

GUTIERRES, Verónica. 2018. *Evaluación de la calidad de agua del río Coata en la desembocadura del río Torococha utilizando el índice de calidad de agua del consejo canadiense CCME-WQI y el ICA-PE, Puno-2018.* Puno: Universidad Peruana Unión, 2018.

GUTIERREZ, Verónica. 2018. *Evaluación de la calidad de agua del río Coata en la desembocadura del río Torococha utilizando el índice de calidad de agua del Consejo Canadiense CCME-WQI y el ICA-PE, Puno-2018.* Juliaca: Universidad Peruana Unión, 2018.

HERNÁNDEZ, Roberto y FERNÁNDEZ, Carlos. 2014. *Metodología de la investigación.* México: s.n., 2014.

JARAMILLO, Mariuxi y FLORES, Edinson. 2012. *Fitorremediación mediante el uso de dos especies vegetales Lemna minor (Lenteja de agua), y Eichornia crassipes (Jacinto de agua) en aguas residuales producto de la actividad minera.* Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2012.

LA REPÚBLICA. 2020. LA REPÚBLICA. [En línea] 21 de octubre de 2020. <https://larepublica.pe/sociedad/2020/10/21/autoridades-de-puno-constatan-muerte-de-peces-y-ranas-en-rio-paratia-lrsd/>.

MELLADO, Gabriela. 2019. *Determinación de la eficiencia de tres especies macrófitas para el tratamiento de aguas residuales domésticas.* Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, 2019.

MONTEAGUDO, Marco. 2015. *Análisis comparativo de los índices de calidad de agua de los ríos Lampa y Cabanillas.* Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2015.

MUNIVE, Rubén. 2018. *Recuperación de suelos degradados por contaminación con metales pesados en el valle del Mantaro mediante compost de Stevia y fitorremediación.* Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2018.

NIÑO, Víctor. 2011. *Metodología de la investigación.* Bogotá: s.n., 2011. 978-958-8675-94-7.

PAPUICO, Karito. 2018. *Técnica de fitorremediación en la extracción de metales con la plata yaluzai (Senecio rudbeckiaefolius) en la relavera de quiulacocha del distrito de Simón Bolívar de Rancas.* Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2018.

PERALES, Kelith. 2018. *Tratamiento de aguas residuales domésticas por fitorremediación con Eichornia Crassipes en la zona rural del caserío Santa Catalina Moyobamba 2017.* Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín, 2018.

Phytoprotective influence of bacteria on growth and cadmium accumulation in the aquatic plant Lemna minor. **STOUT, Lisa. 2010.** 2010.

Phytoremediation of wastewater with high lead content and using typha domingensis and Canna generalis. **VERA, Alexandra y RAMOS, Katherine.** 2016. 2, 2016. 0254-0770.

PICHIULE, Yossy. 2018. *Diseño de un humedal artificial con la Especie " Schoenoplectus Californicus " en el tratamiento de aguas residuales, en el distrito de Ahuac, Junín-2018.* Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

PINEDO, Katterin. 2017. *Evaluación de la calidad de aguas para uso recreacional en la quebrada Simuy - Yurimaguas,2017.* Tarapoto: Universidad Peruana Unión, 2017.

Potencial of Duckweed (Lemna minor) for the Phytoremediation of Landfill Leachate. **ZOHAIB, Abbas.** 2018. s.l.: Hindawi, 2018.

PUELLES, Yumi y Núñez, Mijail. 2017. *Capacidad de acumulación del cobre (Cu) por macrofitas acuáticas ubicadas en el sector del río Lacramarca, Av. Pardo (9°06'34.7"S 78°32'53.3"W) y el estuario (9°07'45.0"S 78°33'33.2"W), Chimbote - Perú.* Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2017.

QUINTANA, Wilder. 2019. *Actividad fitorremediadora de la totora (Schoenoplectus californicus) en agua contaminada por arsénico en los pozos del caserío Trampa Fanupe-Mórrope.* Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2019.

—. 2019. *Actividad fitorremediadora de la totora (Schoenoplectus californicus) en agua contaminada por arsénico en los pozos de caserío Tranca Fanupe-Mórrope.* Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2019.

QUISPE, Marleny. 2016. *Estudio del comportamiento del oxígeno disuelto y parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la Bahía interior de Puno.* Lima: Universidad Wiener, 2016.

RODRIGUEZ, Suly. 2019. *Bioacumulación de metales pesados en Schoenoplectus californicus (Cyperaceae) de las áreas bentónicas en dos estaciones climáticas: el caso de estudio del Lago San Pablo. Imbabura-Ecuador.* Ecuador: Universidad de Sevilla, 2019.

SAAVEDRA, Boris. 2017. *Aplicación de macrofitas en flotación como ayuda en el tratamiento de aguas residuales en la laguna UDEP.* Piura: Universidad de Piura, 2017.

SANDOVAL, Joselyn. 2019. *Eficiencia del jacinto de agua eichhornia crassipes y lenteja de agua lemna minor en la remoción de cadmio en aguas residuales.* Lima : s.n., 2019.

SALVATIERRA, Lucas y PÉREZ, Leonardo. 2015. *Evaluación de los mecanismos de eliminación de Pb²⁺ en sistemas de fitorremediación en lotes operados con Salvinia biloba raddi (acordeón de agua).* Argentina: Pontificia Universidad Católica Argentina, 2015.

The use of Common Duckweed (Lemna Minor) in the treatment of wastewater from the washing of sisal fiber (Furcraea bedinghausii). **ARIAS, Arnold y RAMIREZ, Alejandra. 2015.** 2, Colombia: s.n., 2015, Vol. XVIII. 1-10.

UBUZA, Lanel y PADERO, Palcon. 2019. *Assessment of the potencial of duckweed (Lemna minor L.) in the treating lead-contaminated water through phytoremediation in stationary and recirculated set-ups.* 2019.

Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. **CORRAL, Yadira. 2009.** s.l.: Universidad de Carabobo, 2009.

VERA, Alexandra y RAMOS, Katherine. 2016. *Phytoremediation of wastewater with hing lead content and using Typha dominguensis and Canna generalis.* s.l. Scielo, 2016.

VILCAPAZA, Jean. 2018. *Evaluación de la capacidad fitorremediadora del Garbancillo (Astragalus arequipensis) en función de tres tipos de enmiendas orgánicas sobre la remoción de mercurio del suelo contaminado por la actividad minera del centro poblado de Rinconada-Región Puno.* s.l.: Universidad Peruana Unión, 2018.

Aditi R. Borker 2017. *Phytoremediation potential of Eichhornia crassipes for the treatment of cadmium in relation with biochemical and water parameters.*

I Munfarida et al 2020 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. *Application of Salvinia molesta for water pollution treatment using phytoremediation batch system.*

**Ashton Lim Suelee & Sharifah Nur Munirah Syed Hasan & Faradiella Mohd
Kusin & Ferdaus Mohamat Yusuff & Zelina Zaiton Ibrahim 2017.**
*Phytoremediation Potential of Vetiver Grass (Vetiveria zizanioides) for Treatment of
Metal-Contaminated Water*

ANEXOS

ANEXO 1. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida	Tipo de variable
Independiente: Eficiencia de fitorremediación de humedal artificial	Propiedad que tienen las plantas fitorremediadoras para absorber o reducir la concentración de contaminantes en los medios: suelo, agua y aire.	$\frac{\text{Concentración inicial} - \text{Concentración final}}{\text{Concentración inicial}} \times 100$ Se aplica la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de capacidad fitorremediadora:	Características del humedal.	Dimensiones (largo x ancho x profundidad)	m ³	Cuantitativa
		Capacidad de remediación=		Caudal	m ³ /s	
		Para ello, se considera un caudal del humedal constituido por las especies <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Lemna minor</i> , por donde pasará el agua, en un tiempo determinado.		Especies	Schoenoplectus californicus Lemna minor	
				Tiempo de retención	días	
			Eficiencia	Concentración Inicial	%	
				Concentración Final		
Dependiente	Permite determinar el estado de las condiciones de	Se representa por un valor indicador único establecido por una puntuación	Parámetros físicos	Temperatura	°C	
				Potencial de hidrogeno (pH)		

Índice de Calidad de agua	aguas superficiales, mediante los resultados de diferentes variables indicadoras de vertimiento de efluentes sanitarios a cuerpos de agua.	que varía de 0 a 100 con su respectiva interpretación.	Parámetros químicos	Arsénico	Unidad de pH mg/L	Mixta (Cuantitativa continua y Cualitativa policotómica)
				Mercurio	mg/L	
				Plomo	mg/L	
			Parámetros microbiológicos	Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml mg/L	
			Índice de calidad	Excelente	-	
				Bueno	-	
				Regular	-	
				Malo	-	
Pésimo	-					

ANEXO 2. Matriz de consistencia

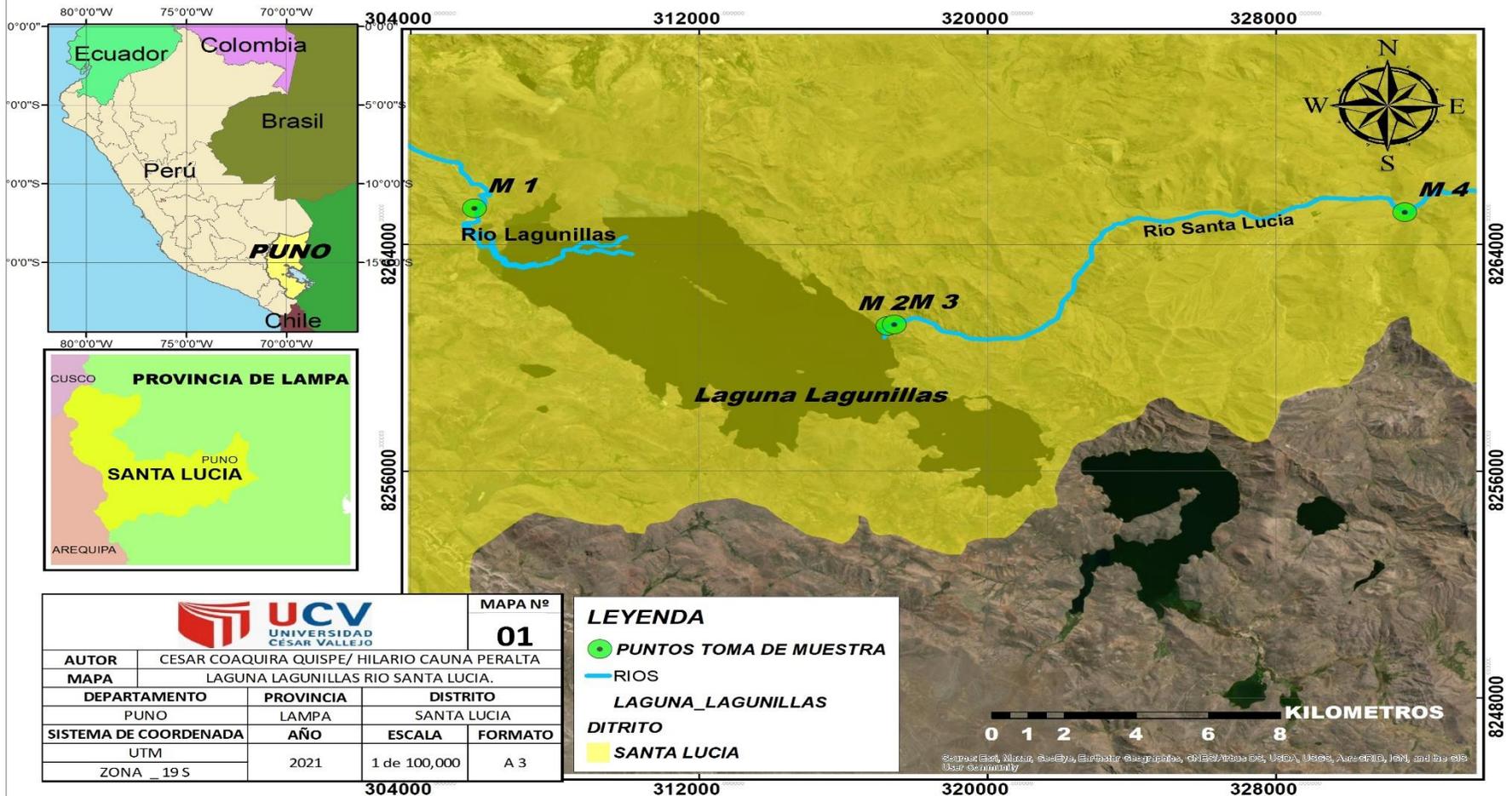
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicadores	Metodología
<p>Problema Principal: ¿Cuál es la eficiencia de fitorremediación de <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Lemna minor</i> para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca-2021?</p> <p>Sub preguntas ¿Cuál la concentración de los parámetros físicos, químicos y</p>	<p>General: Evaluar la eficiencia de fitorremediación de <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Lemna minor</i> para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca-2021</p> <p>Específicos Evaluar la concentración de los parámetros</p>	<p>H1: La fitorremediación con <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Lemna minor</i> mejora el índice de calidad de agua en un 75 % – 99.9 % en la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía 2021.</p> <p>HO: La fitorremediación con <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Lemna minor</i> no mejora el índice de calidad de agua en un 75 % – 99.9 % según de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía 2021</p> <p>Específicos Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos la</p>	<p>Independiente: Eficiencia de fitorremediación <i>Schoenoplectus californicus</i> y <i>Lemna minor</i></p>	<p>Características del Humedal Eficiencia del humedal Parámetros físicos Parámetros químicos Parámetro microbiológico Índice de calidad</p>	Área superficial	<p>Tipo de investigación: Aplicada de enfoque mixto</p> <p>Diseño de investigación: Descriptivo correlacional</p> <p>Población: Las Aguas de la laguna Lagunillas, río Santa, Lucia.</p> <p>Muestra: Puntos de muestreo: n°</p>
					Caudal	
					Tiempo de retención	
			<i>Schoenoplectus californicus</i>			
			<i>Lemna minor</i>			
			<p>Dependiente. Índice de Calidad de agua</p>	<p>Criterios de calidad física</p> <p>Criterios de calidad química</p>	Temperatura	
Potencial de Hidrogeno (pH)						
Arsénico						
		Mercurio				

<p>microbiológicos la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía? ¿Cuál es la eficiencia de fitorremediación de Schoenoplectus californicus para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca-2021? ¿Cuál es la eficiencia de fitorremediación de Lemna minor para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del</p>	<p>físicos, químicos y microbiológicos la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía. Evaluar la eficiencia de fitorremediación de Schoenoplectus californicus para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca-2021 Evaluar la eficiencia de fitorremediación de Lemna minor para mejorar el índice de</p>	<p>laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, sobrepasan los ECA La eficiencia de fitorremediación de Schoenoplectus californicus para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca-2021, es superior a 50% La eficiencia de fitorremediación de Lemna minor para mejorar el índice de calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca-2021, es superior a 50%.</p>			Plomo	
				Criterios de calidad microbiológica	Coliformes termotolerantes	
				Índice de calidad	Excelente (90 – 100)	
					Bueno (75 – 89)	
					Regular (45 – 74)	
Malo (30 – 44)						
					Pésimo (0 – 29)	

río Santa Lucía, Juliaca-2021?	calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía, Juliaca- 2021.					
-----------------------------------	---	--	--	--	--	--

ANEXO 3. Mapa de ubicación de Puntos de muestreo.

MAPA DE UBICACION DE LA LAGUNA LAGUNILLAS RIO SANTA LUCIA.



ANEXO 4. Resultados de agua superficial-M1




INFORME DE ENSAYOS Nº 0354-2021
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE RIO M-1	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformos Termotolerantes, o Fecales**	79	NMP/100mL
FQ	Elemento Hg	<0.001	mg/L
FC	pH	8.0	U de pH
FC	Elemento As	0.025	mg/L
FC	Elemento Pb	<0.01	mg/L

ABREVIATURAS:
 U de pH : Unidades de pH
 mg/L : Miligramos por litro
 NMP/100mL : Numero más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :
 Numeración de Coliformos Termotolerantes, o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-18284-027 Part 1205, Method 1212-B Multiple Tube Fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure, 23rd Ed. 2017.
 Elemento Hg : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-18284-027 Part 1205, Method 1212-B Mercury Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry Method, 23rd Ed. 2017.
 pH : Environmental Protection Agency Method 150.1, pH (Electrometric), 1999.
 Elemento As : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-18284-027 Part 1205, Method 1214-C Arsenic Secondary Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry Method, 23rd Ed. 2017.
 Elemento Pb : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-18284-027 Part 1205, Method 1211-B Molybdothionyl Arsenic Absorption Spectrometry Direct Air-Acetylene Flame Method, 23rd Ed. 2017.

OBSERVACIONES :
 Cualquier valor precedido por "L" indica menor al límite de detección del método.
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 pH: Mas de 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con mas de 2 hrs de tiempo de vida útil.
 Numeración de Coliformos Termotolerantes, o Fecales: Mas de 8 hrs después de la toma de muestra a una T=8°C, muestra con mas de 8 hrs de tiempo de vida útil.
 * Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 23/01/2021 al 02/02/2021
 MB 23/01/2021 al 30/01/2021

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 02/02/2021




Bigo, Miguel Valdivia Martínez
 Gerente Técnico

Fin del Informe

RPM-06-P-05-E Versión 01 Fecha de Emisión: 27/03/19 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

Av. Quilones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
 Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983766693 RPM #954060110
 e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ... calidad a su servicio

ANEXO 5. Resultados de agua superficial-M2





INFORME DE ENSAYOS N° 0355- 2021
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE LAGUNA M-2	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termostóicos o Fecales**	2.0	NMP/100mL
FQ	Elemento Hg	<0.001	mg/L
FQ	pH**	8.3	U de pH
FQ	Elemento As	0.035	mg/L
FQ	Elemento Pb	<0.01	mg/L

ABREVIATURAS:

- U de pH : Unidades de pH
- mg/L : Miligramos por litro
- NMP/100L : Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

- Numeración de Coliformes Termostóicos o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9205.1021-C Multiple Tube Fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Culture Procedure. 23rd Ed. 2017.
- Elemento Hg : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 3001 Method 3110-B Mercury Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry Method. 23rd Ed. 2017.
- pH : Environmental Protection Agency. Method 150.1, pH (Electronic). 1999.
- Elemento As : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 3001 Method 3114-C Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry Method. 23rd Ed. 2017.
- Elemento Pb : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 3001 Method 3110-B Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry, Direct Air-Acetylene Flame Method. 23rd Ed. 2017.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "C" indica menor al límite de detección del método.

**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con más de 2 hrs de tiempo de vida útil.

Numeración de Coliformes Termostóicos o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T=8°C, muestra con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 23/01/2021 al 02/02/2021
MB 23/01/2021 al 30/04/2021

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 06/02/2021





Ing. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

PRP-007-05-E Versión 01 Fecha de Emisión: 27/03/19 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 - RPC 983768883 - RPM #954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

ANEXO 6. Resultados de agua superficial-M3





INFORME DE ENSAYOS N° 0356-2021
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE RIO M-3	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales**	9.3	NMP/100mL
FQ	Elemento Hg	<0.001	mg/L
FQ	pH***	8.3	U de pH
FQ	Elemento As	0.036	mg/L
FQ	Elemento Pb	<0.01	mg/L

ABREVIATURAS:
 mg/L: Miligramos por litro.
 U de pH: Unidades de pH.
 NMP/100mL: Numero más probable por 100 mililitros.

MÉTODOS UTILIZADOS :
 Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA/AWWA/WEF Part 9221.001-E Multiple Tube Fermentation Technique for members of the coliform group: Facial Culture Procedure, 23rd Ed. 2017.
 Elemento Hg: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA/AWWA/WEF Part 9220. Method 2112-B Mercury by Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry Method, 23rd Ed. 2017.
 pH: Environmental Protection Agency Method 150.1, pH (Electrometric), 1988.
 Elemento As: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA/AWWA/WEF Part 9220. Method 2114-C Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Absorption Spectrometry Method, 23rd Ed. 2017.
 Elemento Pb: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA/AWWA/WEF Part 9220. Method 2111-B Methylcelene-Arsenic Absorption Spectrometry, Direct Air-Acetylene Flame Method, 23rd Ed. 2017.

OBSERVACIONES :
 Cualquier valor precedido por “<” indica menor al límite de detección del método.
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-CA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 pH: Muestra con más de 2 hrs de tiempo de vida útil.
 Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales: Muestra con más de 8 hrs de muestra a una T=18°C, muestra con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
 * Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-CA.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 23/01/2021 al 02/02/2021
 MB 23/01/2021 al 30/01/2021

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 02/02/2021


Bjg. Miguel Valdivia Martínez
 Gerente Técnico

Fin del Informe



RPP-05-F-05-E Versión 01 Fecha de Emisión: 27/02/19 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2
 Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
 Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 983768883 RPM #954068110
 e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

ANEXO 7. Resultados de agua superficial-M4





INFORME DE ENSAYOS N° 0357- 2021
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE RÍO	
		M-4	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales**	100	NMP/100mL
FQ	Elemento Hg	<0.021	mg/L
FQ	pH**	6.0	U de pH
FQ	Elemento As	0.016	mg/L
FQ	Elemento Pb	<0.01	mg/L

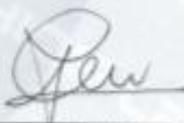
ABREVIATURAS:
 mg/L : Miligramos por litro
 U de pH : Unidades de pH
 NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :
 Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9221-E Multiple Tube Fermentation Technique for members of the coliform group. Fecal Coliform Procedure. 23rd Ed. 2017.
 Elemento Hg : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 3000. Method 3103-G. Mercury by Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry Method. 23rd Ed. 2017.
 pH : Environmental Protection Agency Method 150.1. pH (Electrode), 1999.
 Elemento As : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 3000. Method 2114-C. Arsenic by Selenium Hydride Generation/Fluoride Absorption Spectrometry Method. 23rd Ed. 2017.
 Elemento Pb : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 3000. Method 3111-G. Methylcel Fluoride Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method. 23rd Ed. 2017.

OBSERVACIONES :
 Cualquier valor precedido por "c" indica menor al límite de detección del método.
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recolección (Autorizado y aceptado por el cliente):
 pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con más de 2 hrs de tiempo de vida útil.
 Numeración de Coliformos Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T=4°C. muestra con más de 8 hrs de tiempo de vida útil.
 * Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 23/01/2021 al 02/02/2021
 MB 25/01/2021 al 30/01/2021

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 02/02/2021


Bigo. Miguel Valdivia Martínez
 Gerente Técnico

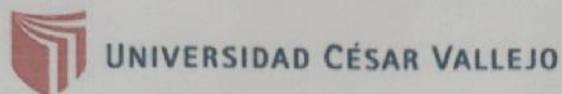


Fin del Informe

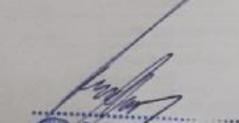
PRP-04-F-06-E Versión 01 Fecha de Emisión 27/03/19 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
 Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 963768883 RPM #954068110
 e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

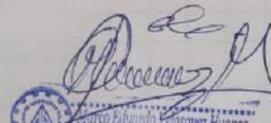
ANEXO 8. Ficha de recolección de datos



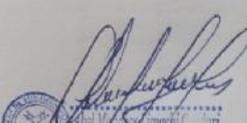
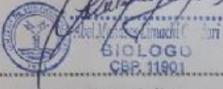
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS							
Título	Eficiencia de fitorremediación de Schoenoplectus californicus y Lemna minor en la calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del río Santa Lucía y Paratía, Juliaca-2021						
Línea de Investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales						
Facultad	Ingeniería Ambiental						
Integrantes	Cesar Coaquira Quispe/ Hilario Cauna Peralta						
Asesor	Mg. Haydee Suarez Alvites						
Fecha	22 de enero de 2021						
N°	Cod. de punto de muestreo	Origen de la muestra	Coordenadas		Análisis de parámetros EX - SITU		
			Este (x)	Norte (y)	Mercurio mg/L	Plomo mg/L	Arsénico mg/L
001	M1	Río	305777	8265259	< 0.001	< 0.01	0.025
002	M2	Laguna	317228	8261132	< 0.001	< 0.01	0.025
003	M3	Río	317418	8261175	< 0.001	< 0.01	0.035
004	M4	Río	331582	8265158	< 0.001	< 0.01	0.016



 Darwin Luis C. Vallejo
 Biólogo
 C.B.P. 41561
 Firma Especialista



 Eduardo Penasque Huana
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP. 20877Z
 Firma Especialista



 Hilario Cauna Peralta
 BIÓLOGO
 C.B.P. 11901
 Firma Especialista

ANEXO 9. Validación de instrumento del primer jurado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACION DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES.

- 1.1 Apellidos y Nombres: Químico: MARCO EDUARDO VASQUEZ HUANCA
 1.2 Cargo o Institución que Labora: Laboratorio de Pruebas Especiales.
 1.3 Nombre de Instrumento y Motivo de Evaluación: Recolección de datos antes del tratamiento M1
 1.4 Autor (a) de Instrumento: Cesar Coaquira Quispe/ Hilario Cauna Peralta

II. ACPETO DE VALIDACION.

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Esta Formulada con el Lenguaje comprensible													95
2. Objetividad	Esta Adecuado a las leyes y principios científicos													95
3. Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la Investigación													95
4. Organización	Existe una organización lógica													95
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													95
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis													95
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													95
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores													95
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis													95
10. Pertenencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												90	

III. OPINIÓN APLICABILIDAD.

- ✓ El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
 ✓ El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

SI

 95

IV. PROMEDIO DE VALORACION


 22 de enero del 2021
 INGENIERO QUIMICO
 CIP. 208777 99747505
 FIRMA
 DNI: 43474276

ANEXO 10. Validación de instrumento del segundo jurado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACION DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES.

- 1.1 Apellidos y Nombres: Biólogo: DARWIN LUIS GALLA SAJE
 1.2 Cargo o Institución que Labora: Gerente Operaciones: Empresa CGAMDES S.A.C.
 1.3 Nombre de Instrumento y Motivo de Evaluación: Recolección de datos antes del tratamiento M2
 1.4 Autor (a) de Instrumento: Cesar Coaquira Quispe/ Hilario Cauna Peralta

II. ACPETO DE VALIDACION.

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Esta Formulada con el Lenguaje comprensible												95	
2. Objetividad	Esta Adecuado a las leyes y principios científicos												95	
3. Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación												95	
4. Organización	Existe una organización lógica												95	
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												95	
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis												95	
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												95	
8. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores												95	
9. Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												95	
10. Pertenencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												95	

III. OPINIÓN APLICABILIDAD.

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

SI

 95

IV. PROMEDIO DE VALORACION

22 de enero del 2021

Darwin Luis Galla Saje
 Biólogo
 C.B.P. 11581

FIRMA

DNI: 44472616

Cel. 95901962

ANEXO 11. Resultados finales de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos luego del tratamiento con *Schoenoplectus californicus*

INFORME DE ENSAYOS N° 0354- 2021
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE	: HILARIO CAUNA PERALTA
DIRECCIÓN	: JR AYACUCHO NRO 207
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA SUPERFICIAL DE RÍO
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Líquido turbio
CODIFICACIÓN / MARCA	: M-1
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: Procedencia: E305777, N8265259, Lampa, Santa Lucia, Puno - Fecha y hora de muestreo: 22/01/2021 10:15 hrs. - Temperatura: 10.4°C
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 2000mL aprox. Compuesta de 01 envase vidrio de 500mL para análisis MB, 01 envase PE de 1000mL, 01 envase PE de 500mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En envases de vidrio y polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.5°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO N°	: 0128-2021
FECHA DE RECEPCIÓN	: 23/01/2021

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 0354- 2021
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL DE RIO	
		M-1	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	79	NMP/100mL
FQ	Elemento Hg	<0.001	mg/L
FQ	pH**	8.0	U de pH
FQ	Elemento As	0.025	mg/L
FQ	Elemento Pb	<0.01	mg/L

ABREVIATURAS:

U de pH : Unidades de pH
 mg/L : Miligramos por litro
 NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Faecal Coliform Procedure, 23rd Ed. 2017.
 Elemento Hg : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 3000. Method 3112-B. Mercury by Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method 23rd Ed. 2017.
 pH : Environmental Protection Agency. Method 150.1. pH (Electrometric). 1999
 Elemento As : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 3000. Method 3114-C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. 23rd Ed. 2017.
 Elemento Pb : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF, Part 3000. Method 3111-B. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry, Direct Air-Acetylene Flame Method. 23rd Ed. 2017.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de detección del método
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con más de 2 hrs de tiempo de vida útil.
 Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con más de 8 hrs de tiempo de vida útil
 * Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 23/01/2021 al 02/02/2021
 MB 23/01/2021 al 30/01/2021

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 02/02/2021

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANEXO 12. Resultados finales de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos luego del tratamiento con Lemna minor

INFORME DE ENSAYOS N° 1464-2021
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE	: HILARIO CAUNA PERALTA
DIRECCIÓN	: JR AYACUCHO NRO 207
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Líquido ligeramente turbio
CODIFICACIÓN / MARCA	: M-2
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: Tesis: "Eficiencia de fitorremediación de Schoenoplectus Californicus y Lemna Minor en la calidad de agua de la desembocadura de la laguna Lagunillas, del Río Santa Lucía y Paratía, Juliaca-2021"; Procedencia: E317288 N3261132 Santa Lucía-Lampa-Puno; Fecha y hora de muestreo: 30/03/2021 15:00 hrs.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 2000 mL aprox. compuesta de 01 envase de vidrio de 500 mL para análisis MB; 01 envase de PE de 1000 mL y 01 envase de PE de 500 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En envases de vidrio y polietileno cerrados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 3.9°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO N°	: 0525-2021
FECHA DE RECEPCIÓN	: 31/03/2021

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 1464-2021
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL	
		M-2	UNIDADES
MB	Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales**	140	NMP/100mL
FO	Elemento Hg	<0.001	mg/L
FO	Temperatura	3.9	°C
FO	pH**	7.1	U de pH
FO	Elemento As	0.017	mg/L
FO	Elemento Pb	<0.01	mg/L

ABREVIATURAS:

NMP/100mL : Número más probable por 100 mililitros
 mg/L : Miligramos por litro
 °C : Grados Celsius
 U de pH : Unidades de pH

MÉTODOS UTILIZADOS :

Numeración de Coliformes Termotolerantes o Fecales : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 9000. 9221-E Multiple Tube fermentation Technique for members of the coliform group: Fecal Coliform Procedure. 23rd Ed. 2017.
 Elemento Hg : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method 3112-B. Mercury by Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method 23rd Ed. 2017.
 Temperatura : Norma Técnica Peruana 214.050 : 2013 Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua.
 pH : Environmental Protection Agency. Method 150.1. pH (Electrometric). 1999
 Elemento As : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method 3114-C. Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method. 23rd Ed. 2017.
 Elemento Pb : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 3000. Method 3111-B. Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method. 23rd Ed. 2017.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de detección del método
 * Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con mas de 2 hrs de tiempo de vida útil.
 Coliformes Fecales: Max. 8 hrs después de la toma de muestra a una T<8°C, muestra con mas de 8 hrs de tiempo de vida útil .

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 31/03/2021 al 08/04/2021

MB 31/03/2021 al 07/04/2021

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 08/04/2021

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

ANEXO 13. Toma de muestras de agua antes del tratamiento



ANEXO 14. Determinación de los parámetros in-situ



ANEXO 15. Humedales superficiales



ANEXO 16. Toma de muestra después del tratamiento



ANEXO 17. Toma de muestra después del tratamiento



ANEXO 18. Colocación de muestras



	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código: F06-PP-PR- 0202 Versión: 07 Fecha: 09-03-2021 Página: 1 de 2
---	--	---

Yo, Haydeé Suárez Alvites, docente de la Facultad Ingeniería Ambiental y Escuela Profesional Ingeniería de la Universidad César Vallejo, Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada.

“EFICIENCIA DE FITORREMEDIACIÓN DE *SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS* Y *LEMNA MINOR* EN LA CALIDAD DE AGUA DE LA DESEMBOCADURA DE LA LAGUNA LAGUNILLAS, DEL RÍO SANTA LUCIA, JULIACA-2021”, de los estudiantes COAQUIRA QUISPE CESAR y CAUNA PERALTA HILARIO, constando que la investigación tiene un índice de similitud de 16 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen un plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Cesar Vallejo.

Los Olivos, 26 de Julio de 2021



.....
Mg. Sc. Ing. Haydeé Suárez Alvites
DNI: 07088154