



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Influencia de la *Pistia stratioides* en el tratamiento de metales pesados en la cuenca baja del río Chancay Huaral- 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Yance Rojas, Deisi Del Carmen (ORCID: 0000-0003-1431-4118)

ASESOR:

Mgr. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (ORCID:0000-0002-0750-2877)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a Dios, mi familia y a mis hijas Haniel y Mariahn quienes son motivo de mi superación e inspiración para poder lograr mi meta.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, quien guía y acompaña mi vida en cada momento. A mis Maestros, quienes guiaron esta etapa de mi vida con sus conocimientos y experiencias para lograr mi objetivo

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA	10
Tipo de investigación: Aplicada.....	10
3.1 Variables y operacionalización	11
3.2 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	14
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	15
3.4 Procedimientos	15
3.5 Método de análisis de datos	17
3.6 Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN	25
VI. CONCLUSIONES	29
VII. RECOMENDACIONES.....	30
REFERENCIAS	31
ANEXOS.....	37

Índice de tablas

Tabla 1: Análisis de Agua para Metales Pesados en Laguna Chungar, Yanahuin y Cacray	18
Tabla 2: Monitoreo en Campo pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica en lagunas Chungar, Cacray y Yanahuin.....	19
Tabla 3: Análisis de Agua para Metales Totales en Bocatoma Huayan antes del Tratamiento	20
Tabla 4: Análisis de Agua para Metales Pesados Ex Situ de Bocatoma de Huayan posterior al Tratamiento	21
Tabla 5: Monitoreo en Campo de pH, Temperatura y Conductividad Eléctrica de Bocatoma de Huayan Anterior al Tratamiento.....	22
Tabla 6: Monitoreo en Campo de pH, Temperatura y Conductividad Eléctrica de Agua recolectada de la Bocatoma de Huayan Posterior al Tratamiento.	23
Tabla 7: Análisis de la hoja de Lechuga de Agua “Pistia stratioides” luego de ser aplicada en el agua.....	24

Índice de Ilustraciones

Imagen 1: Vista Laguna Chungar.....	3
Imagen 2: Vista Laguna Chungar.....	3
Imagen 3: Vista laguna Yanahuin	4
Imagen 4: Restos de Antiguo campamento Chungar – zona de aluvi3n.....	4
Imagen 5: Vista amplia de zona de aluvi3n – Laguna Yanahuin.....	5
Imagen 6: Vista Laguna Cacray	5
Imagen 7: Vista de bocatoma de Huayan.....	6
Imagen 8: Vista de compuertas de Huayan – Ingreso de agua para reservorios de Emapa Huaral.....	6
Imagen 9: Equipo pHmetro empleado para medir el nivel acidez – alcalinidad	7
Imagen 10: Equipo conduct3metro empleado para medir Conductividad El3ctrica y Temperatura.....	7
Imagen 11: Equipo GPS usado para medir las coordenadas y altitude	7
Imagen 12: Materiales de laboratorio empleados en el monitoreo.....	8
Imagen 13: Recojo de agua para primer monitoreo en Laguna Chungar.....	8
Imagen 14: Llenado de frasco con agua de laguna Chungar para an3lisis	9
Imagen 15: Monitoreo de par3metros f3sicos en campo laguna Chungar	9
Imagen 16: Recolecci3n de muestra de agua Laguna Yanahuin para an3lisis en laboratorio	10
Imagen 17: Agregando preservante HNO ₃ a muestra de agua para conservaci3n hasta entrega en Laboratorio	10
Imagen 18: Medici3n de conductividad el3ctrica muestra de agua laguna Yanahuin	11
Imagen 19: Toma de coordenadas, altitud con GPS.....	11
Imagen 20: Recolecci3n de agua para an3lisis laguna Cacray	12
Imagen 21: Preparaci3n de muestra laguna Cacray para an3lisis	12
Imagen 22: Medici3n de conductividad el3ctrica laguna Cacray	13
Imagen 23: Medici3n de pH laguna Cacray.....	13
Imagen 24: Recolecci3n de agua para monitoreo bocatoma de Huayan.....	14
Imagen 25: Medici3n de coordenadas y altura bocatoma de Huayan	14
Imagen 26: Muestra de agua bocatoma de Huayan para monitoreo de p3rmetros en campo	15
Imagen 27: Medici3n de pH bocatoma de Huayan.....	15

Imagen 28: Medición de conductividad eléctrica bocatoma de Huayan	16
Imagen 29: Registro de datos en libreta de campo	16
Imagen 30: Bocatoma de Huayan con equipos para monitoreo de agua.....	17
Imagen 31: Lavado de Pistia stratioides con agua destilada	17
Imagen 32: Pistia stratioides colocada en agua recolectada de bocatoma de Huayan para tratamiento de metales	18
Imagen 33: Vista de la Pistia stratioides en envase de plástico con agua recogida de Huayan.....	18
Imagen 34:Toma de muestra de agua después de la aplicación de Pistia stratioides para monitoreo.....	19
Imagen 35: Medición de pH después de realizado el tratamiento con Pistia stratioides....	19
Imagen 36: Preparación de muestra de agua con preservante HNO ₃ para análisis en laboratorio después del tratamiento.....	20
Imagen 37: Frascos con muestra de agua y equipos utilizados para el monitoreo	20
Imagen 38: Hojas de Pistia stratioides ya separadas después de realizado el tratamiento	21
Imagen 39: Pesado de muestras de hoja de Pistia Stratioides para envío a laboratorio para análisis	21
Imagen 40: Restos de raíz de Pistia stratioides después de realizado y tratamiento y ser separadas de hojas.....	22

RESUMEN

En la investigación titulada “Influencia de la *Pistia stratioides* en el tratamiento de metales pesados en la cuenca baja del río Chancay Huaral – 2022” se presenta como objetivo general determinar la influencia de *Pistia stratioides* en el tratamiento de metales pesados en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022.

El tipo de investigación es aplicada, el diseño planteado es de tipo experimental y un enfoque de tipo cuantitativo. Se realizó un estudio experimental de las aguas provenientes de la cuenca del río Chancay – Huaral, mediante la técnica del monitoreo realizándose un análisis antes y después del tratamiento con *Pistia stratioides* para medir el nivel de remoción y absorción de esta planta al ser aplicada en cuerpo de agua con presencia de metales pesados.

El resultado obtenido en la investigación fue que la *Pistia stratioides* absorbe en mayor cantidad metales pesados como el cadmio, cobre y plomo.

Se concluye que la *Pistia stratioides* es una planta con alta eficacia para ser usada en el tratamiento de cuerpos de agua que presenten contaminación por metales pesados.

Palabras clave: *Pistia stratioides*, metales pesados, cuenca baja.

ABSTRACT

In the research entitled "Influence of *Pistia stratioides* in the treatment of heavy metals in the lower basin of the Chancay Huaral River - 2022", the general objective is to determine the influence of *Pistia stratioides* in the treatment of heavy metals in the lower basin of the Chancay Huaral River, 2022.

The type of research is applied, the proposed design is experimental and a quantitative approach. An experimental study of the waters from the Chancay - Huaral river basin was carried out, using the monitoring technique, performing an analysis before and after treatment with *Pistia stratioides* to measure the level of removal and absorption of this plant when applied to the body. of water with the presence of heavy metals.

The result obtained in the investigation was that the *Pistia stratioides* absorbs heavy metals such as cadmium, copper and lead in greater quantities.

It is concluded that *Pistia stratioides* is a highly effective plant to be used in the treatment of water bodies that are contaminated by heavy metals.

Keywords: *Pistia stratioides*, heavy metals, lower basin

I. INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Chancay – Huaral se ubica en la provincia de Huaral y es originada por doce lagunas que forman el río Chancay teniendo como principales las lagunas de Chungar, Cacray y Yanahuin estas se originan en el nevado Alcoy con una altitud promedio de 4500 msnm, forman parte de la cabecera de cuenca (Serrano, 2018).

En el año 1970 la empresa minera Chungar sufre un desastre en el campamento minero que se ubicaba al lado de la laguna de Yanahuin que se encontraba conectada por un túnel subterráneo a las lagunas de Chungar y Cacray este desastre se produjo a consecuencia de la extracción del mineral en uno de los cerros aledaños, debido a lo debilitado del terreno se produjo un deslizamiento de tierra que cayó sobre la laguna de Yanahuin produciendo un embalse que afecto el campamento minero, la planta chancadora de minerales y la planta que abastecía de energía a toda esta población (El Comercio, 1971).

El aluvión produjo una ola gigantesca de agua y lodo que sepultó todo el campamento producto del contacto del agua con la planta eléctrica se produjo un corto circuito que electrocuto a la gran mayoría de pobladores que se encontraba dentro del campamento; por la morfología del terreno y los túneles subterráneos que conectaban esta laguna con las de Chungar y Cacray se generó una especie de embudo que absorbió los cadáveres y todo el mineral que se encontraba ahí fueron arrastrados hasta el río (El Comercio, 1971).

Después de este accidente se han realizado monitoreos de agua en las lagunas de Chungar, Cacray y Yanahuin como en el río Chancay – Huaral encontrándose presencia de metales pesados que no solo afecta a la población que reside en la parte alta de la cuenca sino llega hasta la parte baja donde desemboca en el mar (El Comercio, 1971).

Las tres lagunas pertenecen a las comunidades de Pacaraos y Santa Cruz de Andamarca y son administradas por la municipalidad de estos distritos junto a la

junta de usuarios del sector hidráulico Chancay – Huaral en coordinación con la Autoridad Nacional del Agua mediante la autoridad administrativa del agua Cañete – Fortaleza (Autoridad Nacional del Agua, 2017).

La laguna de Chungar se encuentra a una altitud de 4600 msnm, es la laguna más grande que abastece a la cuenca con 14 000 000 millones de m³ de agua y en el centro de la laguna se encuentra un criadero de truchas (Autoridad Nacional del Agua, 2017).

La laguna de Cacray se encuentra a 4500 msnm es la segunda laguna que abastece a la cuenca Chancay Huaral con una capacidad de almacenamiento de 2 000 000 de m³ de agua, el muro de contención que da soporte a la laguna se encuentra colapsado, presenta color verde azulado con vegetación alrededor de la laguna (Autoridad Nacional del Agua, 2017).

La laguna de Yanahuin se encuentra a 4600 msnm es la tercera laguna que abastece a la cuenca Chancay Huaral, se encuentra conectada con las lagunas de Chungar y Cacray mediante un túnel subterráneo que sirve como drenaje de la laguna terminando su recorrido en el río Chancay, presenta un almacenamiento de 1 000 000 m³ y está en proceso de secarse (Autoridad Nacional del Agua, 2017).

La cuenca baja del río Chancay Huaral comprende los distritos de Chancay, Huaral y Aucallama, ubicándose en el centro poblado de Huayan el punto de captación de agua para uso de la población es aquí donde se registra un incremento en la concentración de metales pesados teniendo en cuenta que esta agua es usada para regar los campos de cultivo que se encuentran en el borde del río (Autoridad Nacional del Agua, 2017).

El incremento en la concentración de metales pesados en esta zona específica de la cuenca se debe a que en la zona alta y media de la cuenca se encuentran varias minas de carbón que fueron explotadas tiempo atrás, que ahora se ubican como pasivos ambientales y no cuentan con ningún control generando que algunas personas ingresen para realizar extracciones y los desechos se vierten

directamente al río y luego son arrastrados con la corriente hacia la parte baja de la cuenca (Villar, 2018).

La contaminación por metales pesados en los ríos, lagunas es un problema que afecta no solo a nuestro país sino a todo el mundo ocasionando graves problemas de salud en la población que utiliza este recurso y más si la misma no cuenta con un tratamiento adecuado para ser usada como agua potable siendo visibles sus efectos a largo plazo (Anticon, 2021).

La *Pistia stratioides* es una planta acuática que se ha utilizado en varios estudios para ayudar a disminuir la concentración de metales pesados en cuerpos de agua generando evidencia de reducir metales como el cobre, cadmio y cromo, mejorando su efectividad al ser combinada con otras especies acuáticas como el repollito de agua (Kumar, 2019)

Los estudios realizados con *Pistia stratioides* en cuerpos de agua contaminados por metales pesados arrojan niveles de efectividad de un 85% siendo el zinc el metal con mayor porcentaje de reducción, estas investigaciones han sido realizadas en aguas residuales (Rodrigues, 2020).

El problema general fue ¿De qué manera influye *Pistia stratioides* en el tratamiento de metales pesados en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022?

Tiene como problemas específicos ¿En qué porcentaje contribuye *Pistia stratioides* a reducir la contaminación por metales pesados en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022?, ¿Cuáles son los metales pesados que más absorbe la *Pistia stratioides* en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022?, ¿Cuáles son los metales pesados presentes en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022?

Esta investigación tiene justificación teórica porque que se utilizó información de estudios realizados anteriormente y que cuentan con una antigüedad no mayor a cinco años sirviendo como base para poder dar una solución al problema planteado (Hernández et al, 2014).

La justificación metodológica está fundamentada porque nos permite diseñar instrumentos que nos faciliten el recojo de información necesaria y válida que servirá como precedente para futuras investigaciones (Hernández et al, 2014).

Desde el punto de vista práctico la investigación permite proponer una solución al problema de la contaminación por metales pesados en los cuerpos de agua (Hernández et al, 2014).

El presente estudio también tiene una justificación social porque contribuirá a mejorar la calidad de agua que utiliza la población de los distritos de Huaral, Chancay, Aucallama (Hernández et al, 2014).

El objetivo general fue determinar la influencia de *Pistia stratioides* en el tratamiento de metales pesados en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022.

Tiene como objetivos específicos determinar en qué porcentaje contribuye la *Pistia stratioides* a reducir la contaminación por metales pesados en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022, determinar cuáles son los metales pesados que más absorbe la *Pistia stratioides* en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022, determinar que metales pesados están presentes en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022.

La hipótesis general planteada fue La *Pistia stratioides* influye significativamente en el tratamiento de metales pesados en la cuenca baja del río Chancay Huaral.

Tiene como hipótesis específica La *Pistia stratioides* contribuye con un porcentaje significativo a reducir la contaminación por metales pesados en la cuenca baja del río Chancay Huaral, Los metales pesados que más absorbe la *Pistia stratioides* en la cuenca baja del río Chancay Huaral son cobre, cadmio y plomo, Los metales pesados presentes en la cuenca baja del río Chancay Huaral son plomo, mercurio, arsénico, cromo, cadmio, hierro, zinc, cobre.

II. MARCO TEÓRICO

Meza (2021) en la investigación tiene como objetivo medir la eficacia de la *Pistia stratioides* en la bioabsorción de cromo y plomo como alternativa de solución para efluentes industriales que presentan contaminación por metales pesados como metodología empleo el muestreo el resultado obtenido arroja una reducción de la concentración de los metales que está relacionada con el tiempo de exposición de la planta al agente contaminante teniendo como porcentaje de absorción para el plomo de 81.3% y Cromo 60.9%, llegando a la conclusión de que la *Pistia stratioides* puede utilizarse como fitorremediador para tratar efluentes que presentan contaminación por metales pesados.

Pabón (2020) en su investigación tiene como objetivo informar sobre los diversos métodos para detectar metales pesados y los métodos existentes para realizar su tratamiento, la metodología empleada es de revisión bibliográfica teniendo como resultado un compilado de todas las técnicas empleadas en la actualidad para realizar tratamiento a los cuerpos de agua que presentan contaminación por metales pesados, llegando a la conclusión de que el investigador tendrá mejor conocimiento sobre las técnicas actuales que debe emplear para realizar un tratamiento adecuado y con alto grado de eficiencia.

Flores (2019) dentro de su investigación tiene como objetivo Usar y analizar la actividad del mucilago de *Cumulopuntia unguispina* en la biorremediación para tratamiento químico del agua y los metales pesados presentes en la irrigación San Camilo en Arequipa, la metodología empleada es experimental, se obtuvo como resultado que este mucilago tiene un alto porcentaje de efectividad en la remoción de metales pesados resaltando el cadmio y manganeso. Llegando a la conclusión que este mucilago puede ser utilizado para realizar fitorremediación en áreas que presenten elevada concentración de metales pesados.

Carreño (2017) en su investigación tiene como objetivo crear un filtro biológico con las hojas de *Eichhornia crassipes* usando como soporte las zeolitas, la metodología empleada es la experimental, como resultado se demostró la eficiencia de este filtro para remover cromo en un cuerpo de agua que presente este metal, concluyendo

que este filtro puede usarse como un sistema de tratamiento para tratar este contaminante adicional a ello su elaboración tiene bajo costo y es fácil de realizar.

Kumar (2019) en su investigación tiene como objetivo investigar la fitorremediación de cobre, hierro y mercurio a partir de una solución acuosa elaborada con *Pistia stratioides* en diversas concentraciones, se utilizó la metodología experimental, obteniéndose como resultado una reducción en la presencia de metales pesados en proporción al crecimiento de la planta, concluyendo que *Pistia stratioides* puede contribuir a reducir la concentración de metales pesados.

Kumar (2019) en su investigación tiene como objetivo demostrar la capacidad de absorción de diversos metales pesados como cadmio, cobre, fierro, plomo manganeso y zinc en varias partes de la *Pistia stratioides* a diferentes concentraciones, uso la metodología experimental con ayuda de un modelado de predicción teniendo como resultados que la bioacumulación de metales pesados se encontró específica en el elemento y en la concentración de PME llegando a la conclusión de que la *Pistia stratioides* es una planta con mucho potencial para la fitoextracción de metales pesados que se puede encontrar en el agua.

Ayme (2020) en su investigación tiene como objetivo estudiar a la *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratioides* y *Lemna minor* como reductores de Pb, Cu y Zn presentes en las aguas residuales de la comunidad de Cashaucro se usó la metodología cuantitativa, teniendo como resultado una eficiencia del 90% en la mejora de los parámetros fisicoquímicos y una reducción del 99.86 % para cobre, 99.89% para plomo y 29.45% para zinc, concluyendo que estas plantas acuáticas pueden emplearse como fitorremediadores en el tratamiento de metales pesados presentes en cuerpos de agua debido a su alto nivel de absorción.

Rodrigues (2017) esta investigación tiene como objetivo evaluar el potencial de *Pistia stratioides* como fitorremediador de zinc en soluciones contaminadas, la metodología usada es cuantitativa con diseño experimental, teniendo como resultado una respuesta positiva en la remoción de zinc en proporción al tiempo de cultivo y el nivel de contaminación de la solución mostrando interesantes cambios en la concentración de pigmentos fotosintéticos que deriva en la eficiencia fotosintética, concluyendo el alto potencial de la *Pistia stratioides* para ser empleada

en estrategias de fitorremediación para cuerpos de agua que presenten contaminación con zinc.

Tabinda (2018) esta investigación presenta como objetivo determinar la eficiencia de fitorremediación con *Pistia stratioides* y *Eichhornia crassipes* para eliminar cromo y cobre usando la metodología cuantitativa con diseño experimental dando como resultado que ambas macrófitas demostraron un alto porcentaje de eficiencia en la absorción de estos dos metales pesados encontrándose que la absorción de cromo se dio en mayor grado con la *Eichhornia crassipes* y la absorción de cobre fue más elevada en *Pistia stratioides* llegando a la conclusión que ambas macrófitas pueden ser empleadas en el tratamiento de aguas contaminadas por metales pesados.

Karmakar (2018) en su investigación señala como objetivo investigar cómo actúa la *Pistia stratioides* en la eliminación de fluoruro a través de la bioadsorción, usando la metodología cuantitativa con diseño experimental, obteniendo como resultado que esta planta presenta una eficiencia máxima de remoción de 38.89% luego de 8 días de exposición, concluyendo que antes de la acumulación el fluoruro era absorbido a través de la superficie de la planta indicando que para futuros estudios se debe usar una cinética constante.

Hanafiah (2021) su investigación indica como objetivo medir el porcentaje de reducción de contaminantes que provienen de vertederos con lixiviados empleando la *Pistia stratioides* e *Impomea aquatica*, emplea la metodología cuantitativa con diseño experimental, obteniendo como resultado que ambas plantas son eficaces para el tratamiento de estos vertederos pudiendo emplearse como fitorremediadores, concluyendo que estas plantas son aptas para ser utilizadas en el proceso de fitorremediación desarrollado en Malasia.

Olgún (2017) en su investigación tiene como objetivo evaluar el desempeño de una laguna de fitofiltración de 13000 litros para retirar nutrientes de un río urbano contaminado por aguas residuales domésticas y la productividad de la biomasa de la *Pistia stratioides* en cinco períodos experimentales diferentes que duran 42 días cada uno, emplea la metodología cuantitativa de diseño experimental teniendo como resultado que el porcentaje de eliminación de DQO varía dependiendo de la

temporada y los fosfatos alcanzaron un gran porcentaje de eliminación. Concluyendo que la laguna de fitofiltración con *Pistia stratioides* es una buena alternativa de solución en la biorefinería para abastecer biomasa durante el año y al mismo tiempo realizar un tratamiento al agua contaminada muy eficiente.

Irawanto (2017) en la investigación tiene como objetivo precisar la eficiencia de la *Salvia molesta* y *Pistia stratioides* como fitorremediadores del almacenamiento de cobre en aguas infectadas por metales pesados, emplea la metodología cuantitativa experimental, teniendo como resultados que la *Pistia stratioides* resulto más eficiente para bajar la concentración de 2ppm por el contrario *Salvia molesta* fue más eficaz para una concentración de 5ppm, llegándose a la conclusión que ambas plantas acuáticas son eficientes para remover cobre pero en diferentes concentraciones.

Ali (2020) tiene como objetivo desarrollar una revisión bibliográfica de los tipos de plantas acuáticas que se utilizan en la fitorremediación de aguas contaminadas con metales pesados emplea la metodología cuantitativa, obteniendo como resultados que las plantas acuáticas *Pistia stratioides*, *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor* son plantas capaces de absorber los metales pesados encontrados en cuerpos de agua, concluye que estas plantas acuáticas presentan un alto potencial fitorremediador que puede ser mejorado empleando enfoques innovadores .

Malinafea (2019) dentro de su investigación tiene como objetivo estudiar la eficacia de *Lemna gibba* y *Pistia stratioides* como biomateriales en la limpieza de compuestos fenólicos y metales pesados en aguas residuales como una alternativa de tratamiento sostenible, emplea la metodología cuantitativa, obteniendo como resultados que *Lemna gibba* presenta mayor eficiencia para reducir los metales pesados con un 88% mientras que la *Pistia stratioides* alcanzó solo el 83%, concluye que *Lemna gibba* y *Pistia stratioides* son macrófitas con un alto porcentaje de eliminación de compuestos fenólicos y metales pesados permitiendo recuperar cuerpos de agua contaminados aprovechándose mediante un sistema de tratamiento sostenible.

Rai (2019) en su investigación tiene como objetivo estudiar la eficacia en la fitorremediación simultánea multimetálica de tres especies presentes en un

humedal natural categorizado como sitio Ramsar, la metodología empleada es cuantitativa, se obtuvo como resultados que las tres especies presentes *Eichornia crassipes*, *Pista stratioides* y *S. polyrhiza* han eliminado eficientemente los metales, se llegó a la conclusión que estas especies no solo ayudan al tratamiento de metales pesados sino que también pueden utilizarse para la generación de bioenergía permitiendo que este tratamiento de fitorremediación sea una actividad económica sólida.

Olawusi-Peters (2021) en su investigación tiene como objetivo conocer el nivel de contaminación del agua por metales pesados, la metodología empleada es cuantitativa, obtuvo como resultados que el agua presenta contaminación leve respecto al pH y la temperatura mientras que para los parámetros de turbidez y conductividad presenta una contaminación moderada en relación a los metales pesados estos presentan una concentración menor a uno, concluye que a pesar de que la concentración de metales pesados no supera los parámetros establecidos representa un riesgo potencial sobre todo para el plomo por el consumo de las plantas.

Anand (2019) en su investigación tiene como objetivo analizar la eficiencia de la fitorremediación de metales pesados y pesticidas mediante el uso de plantas acuáticas, la metodología empleada es cuantitativa, teniendo como resultados que las plantas acuáticas son una alternativa de fitorremediación ya que estas plantas son capaces de absorber los metales pesados a través de su raíz, tallo y hojas y almacenados en órganos pero al mismo tiempo se debe tener una acción que una este trabajo con otro que permita aprovechar las plantas que se han utilizado en este tratamiento para evitar se genere un segundo desecho, como conclusión se indica que las técnicas de fitorremediación donde se emplea plantas acuáticas para tratar metales pesados no solo debe quedar en colocar la planta en el cuerpo de agua para retirar los contaminantes sino también se debe indicar la disposición y aprovechamiento de las mismas para eliminar la generación de otro residuo contaminante.

III. METODOLOGÍA

Tipo de investigación: Aplicada

El tipo de investigación es aplicada porque este tipo de estudio tiene la función de resolver los problemas del medio de indagación, permite posibles soluciones a la problemática que se están abordando, para lo cual se utiliza conocimientos de indagación científica para apoyar con los resultados del estudio, lo cual cumple con los propósitos principales como son a) producir conocimiento y teorías (investigación básica) y b) resolver problemas (investigación aplicada), a partir de estos dos tipos de investigación el hombre y el conocimiento científico ha evolucionado y se puede decir que la investigación es el mejor medio para recopilar, organizar y analizar información sobre un tema o problema (Hernández et al., 2014).

La indagación de tipo aplicada tiene la finalidad de generar conocimientos con aplicación directa y a mediano plazo en un medio social o en un sector productivo, se caracteriza porque tiene un valor agregado porque se origina de un estudio básico, además tiene un impacto en el medio donde se desarrolla el estudio (Lozada, 2014).

Diseño de investigación: Experimental

La investigación experimental es el estudio que se refiere al uso de manera intencional de una o más variables independientes para luego examinar las consecuencias del uso de la variable independiente sobre la variable dependiente a través de un medio de control de la indagación (Hernández et al., 2014).

Enfoque de la Investigación: Cuantitativo

Enfoque de la indagación es cuantitativo, este enfoque utiliza la recopilación de información para poder afirmar o negar una hipótesis basado en una evaluación numérica y un análisis minuciosa de datos estadísticos para definir teorías y comportamientos, se hace un procesamiento de datos obtenidos, basados en la descripción de características y detalles importantes de las variables en estudio basados

en la investigación científica, los cuales serán inferidos y analizados mediante tablas y gráficos (Hernández et al., 2014).

.

3.1 Variables y operacionalización

Variable independiente: Influencia de la *Pistia stratioides*

Variable dependiente: Tratamiento de metales pesados

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: INFLUENCIA DE LA PISTIA STRATIOIDES (X)	La Pistia stratioides o también conocido como lechuga de agua, es una planta que crece en medio acuático, generalmente en cuerpos de agua, como los ríos, lagunas, lagos, esta maleza tiene una propiedad particular bajar los niveles de contaminación de estos medios acuáticos, es utilizado como una alternativa para controlar, prevenir y mitigar los impactos ambientales de los recursos hidrológicos por metales pesados (Cano, 2020).	La influencia de esta planta acuática se medirá de dos formas: 1.- Al medir el porcentaje de remoción de metales pesados del agua. 2.- Al medir en la planta el porcentaje de metal absorbido en sus hojas.	Eficacia de Remoción	Cantidad de metal pesado removido	mg/L
			Eficacia de Absorción	Cantidad de metal absorbido	mg/Kg
Variable dependiente: TRATAMIENTO DE METALES PESADOS (Y)	Para realizar un tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados, es necesario hacer uso de tecnologías efectivas, por esta razón,	El tratamiento de metales pesados se desarrollará mediante el monitoreo del agua en dos tiempos y de	Física	Conductividad Eléctrica	uS/cm
				Temperatura	Grados Celsius (°C)
			Química	Acidez - Alcalinidad	pH
				Arsénico (As)	mg/ L

	<p>actualmente se está desarrollando técnicas de limpieza, una de estas técnicas es la absorción, se considera que es un mecanismo simple y efectivo en el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados, pero para que tenga éxito este tratamiento es necesario utilizar absorbentes eficientes y eficaces (Carreño, 2017).</p>	<p>acuerdo a las dimensiones indicadas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se realizará un monitoreo inicial del agua para medir las concentraciones de los metales pesados. 2. Se realizará un monitoreo de agua posterior a la colocación de la Pistia stratioides. 	Cromo (Cr)	mg/ L
			Cadmio (Cd)	mg/L
			Plomo (Pb)	mg/ L
			Hierro (Fe)	mg/ L
			Zinc (Zn)	mg/ L
			Mercurio (Hg)	mg/ L
			Cobre (Cu)	mg/ L

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población:

La población considerada para este estudio es la cuenca del río Chancay – Huaral ubicado en la provincia de Huaral.

- Criterios de inclusión:

Los criterios que se tomaron en cuenta para la inclusión fueron fuentes originales publicados dentro de los 5 años de antigüedad, la bibliografía científica incluida sobre el tema de estudio, tales como tesis doctorales, magistrales y artículos científicos en español e inglés, también se incluye en la indagación la flora en el interior, la parte superior y alrededor de la orilla de la laguna, donde se ha realizado la investigación.

- Criterios de exclusión:

Los criterios excluidos del presente estudio fueron artículos no científicas y no confiables de revistas y periódicos, reseñas, entrevistas tesis y artículos no confiables, duplicados, etc. Que no son del tema de investigación.

Muestra:

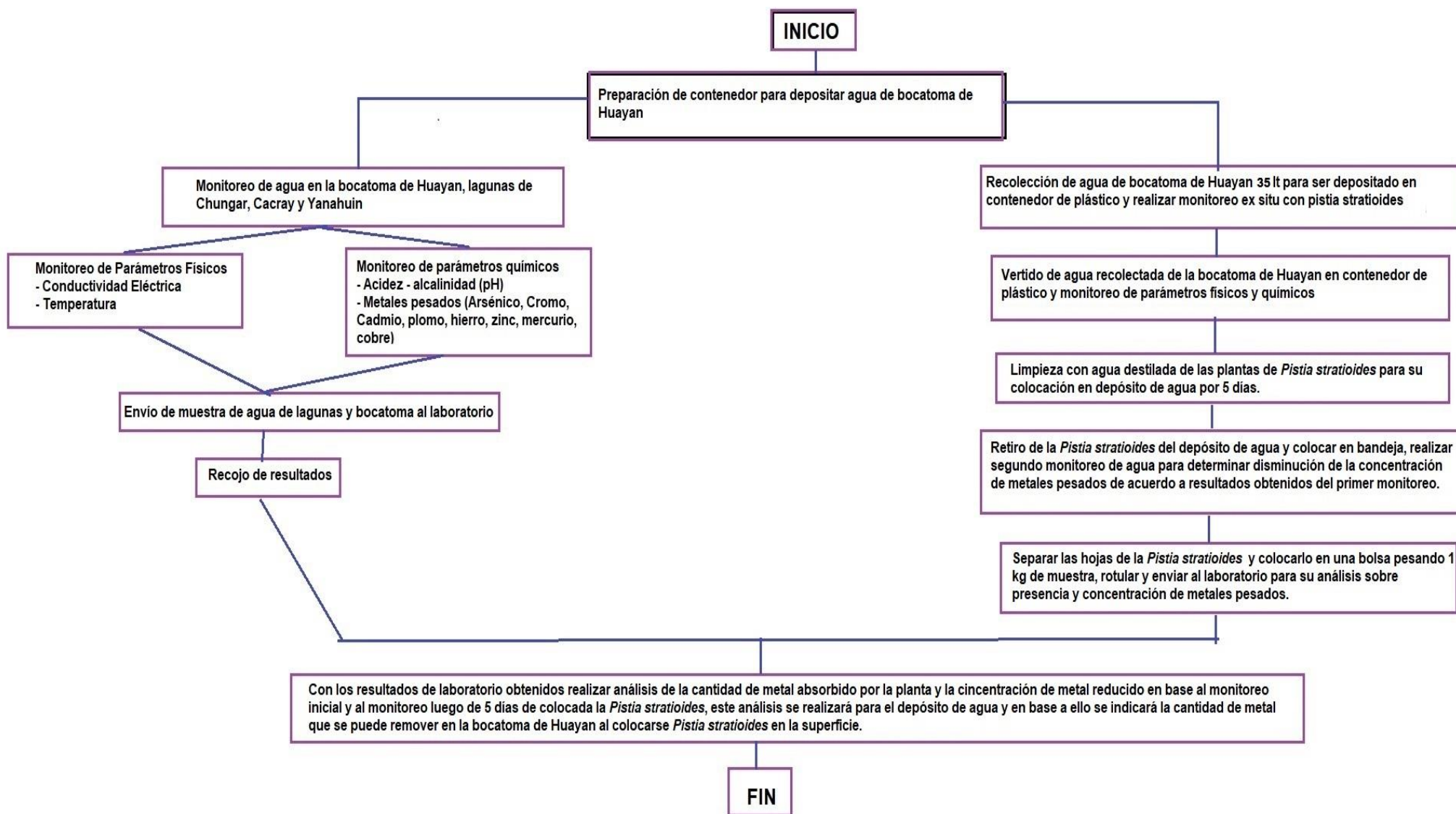
La muestra que se ha tenido en cuenta para el siguiente estudio son las lagunas de Chungar, Cacray, Yanahuin y la bocatoma de Huayan que se encuentran en la zona altoandina de los distritos de Pacaraos, Santa Cruz de Andamarca de la provincia de Huaral.

Muestreo: Monitoreo en Campo in situ y ex situ.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se utilizara en la siguiente indagación es la de experimentación (Hernández et al., 2014) quien define que esta, es una situación de control, donde se manipula una o más variables independientes de forma intencional (causa) para después analizar las consecuencias de esta manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos).

3.4 Procedimientos



Fuente: Elaboración propia

3.5 Método de análisis de datos

Análisis descriptivo

El análisis que se realizara es de carácter descriptivo, que consiste en obtener tablas y gráficos de frecuencia, las mismas que deben ser previamente interpretados, el análisis de datos de carácter descriptivo es una técnica estadística que da la oportunidad de identificar y cuantificar la causa de un efecto en la investigación experimental, para poder medir su impacto en otra variable de interés. (Hernández et al., 2014)

Análisis inferencial

El análisis es inferencial es cuando se puede deducir y sacar las conclusiones de la problemática del conjunto de datos usados en la investigación, Gómez (2006) indica que es el análisis de datos por medio de la técnica de la inferencia de una investigación, la recolección de datos se utiliza para responder preguntas y poder desarrollar las conclusiones de estudio.

3.6 Aspectos éticos

Se desarrollará en base a principios éticos: como la responsabilidad, honestidad, confidencialidad y respeto. También se pondrá en práctica los valores establecidos por la UCV que son la justicia y la libertad (Gómez, 2006)

IV. RESULTADOS

Tabla 1: Análisis de Agua para Metales Pesados en Laguna Chungar, Yanahuin y Cacray

Resultados Análisis de Agua Lagunas Chungar, Cacray y Yanahuin para Metales Pesados							
Parámetro	Unidad	Chungar 21/02	Chungar 22/02	Yanahuin 21/02	Yanahuin 22/02	Cacray 21/02	Cacray 22/02
Arsénico	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Cadmio	mg/L	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Cromo	mg/L	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003
Mercurio	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Plomo	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Antimonio	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 1 se evidencia que los niveles de metales pesados se encuentran en concentraciones muy bajas por ende no son detectables por el EPA METHOD 200.7 (Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma – atomic emission spectrometry) método aplicado por el laboratorio para medir la presencia de estos metales; esto se debe a que el agua de la laguna se encuentra en movimiento constante.

Tabla 2: Monitoreo en Campo pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica en lagunas Chungar, Cacray y Yanahuin

Resultados Monitoreo en Campo pH, T°, Cond. Eléctrica Lagunas Chungar, Cacray y Yanahuin

Parámetro	Unidad	Chungar 21/02	Chungar 22/02	Yanahuin 21/02	Yanahuin 22/02	Cacray 21/02	Cacray 22/02
Acidez - Alcalinidad	pH	8.6	8.6	8.6	8.6	8.4	8.4
Conductividad Eléctrica	us/cm	200	200	214	214	154	154
Temperatura	° Celsius	11.8	11.8	11.1	11.1	11.5	11.5

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 2 se puede evidenciar que las lagunas de Chungar, Cacray y Yanahuin presentan un pH alcalino, con una conductividad eléctrica que oscila entre los 154 a 214 us/cm con una temperatura promedio de 11.5°C estos datos se ubican dentro del rango permitido en el ECA para aguas (2017) en lo que respecta a lagos y lagunas, en relación a la temperatura esta presenta este valor debido a que las lagunas se ubican en la región sierra con una altitud promedio de 4,363 msnm.

Tabla 3: Análisis de Agua para Metales Totales en Bocatoma Huayan antes del Tratamiento

Parámetro	L.D.	L.C.	Resultado	Unidad
Arsénico	0.00003	0.00010	0.00333	mg/L
Cadmio	0.00001	0.00003	0.00025	mg/L
Cobre	0.00003	0.00009	0.00653	mg/L
Cromo	0.0001	0.0003	< 0.00003	mg/L
Hierro	0.0004	0.0013	0.0628	mg/L
Mercurio	0.00003	0.00009	< 0.00009	mg/L
Plomo	0.0002	0.0006	0.0080	mg/L
Zinc	0.0008	0.0026	0.0038	mg/L

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 3 se evidencia que los metales con mayor presencia en el agua del río ubicada en el centro poblado de Huayan son cobre y hierro seguidos del arsénico, cadmio, plomo y zinc.

Tabla 4: Análisis de Agua para Metales Pesados Ex Situ de Bocatoma de Huayan posterior al Tratamiento

Parámetro	L.D.	L.C.	Resultado	Unidad
Arsénico	0.00003	0.00010	0.00135	mg/L
Cadmio	0.00001	0.00003	< 0.00003	mg/L
Cobre	0.00003	0.00009	< 0.00009	mg/L
Cromo	0.0001	0.0003	< 0.00003	mg/L
Hierro	0.0004	0.0013	0.0398	mg/L
Mercurio	0.00003	0.00009	< 0.00009	mg/L
Plomo	0.0002	0.0006	< 0.0006	mg/L
Zinc	0.0008	0.0026	< 0.0026	mg/L

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 4 se puede evidenciar que los metales pesados que han disminuido su concentración luego de aplicar la Pistia stratioides son arsénico 59.45%, cadmio 88%, cobre 98.62%, hierro 36.62%, plomo 92.5%, zinc 31.58%.

Tabla 5: Monitoreo en Campo de pH, Temperatura y Conductividad Eléctrica de Bocatoma de Huayan Anterior al Tratamiento.

Resultados Monitoreo en Campo Antes del Tratamiento

Parámetro	Unidad	3/03/2022
Acidez - Alcalinidad	pH	8.6
Conductividad Eléctrica	us/cm	242
Temperatura	°Celsius	26.8

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 5 se puede apreciar que el pH del agua es alcalino antes de que se realice el tratamiento con *Pistia stratioides* presentando una conductividad eléctrica de 242 us/cm a una temperatura de 26.8°C.

Tabla 6: Monitoreo en Campo de pH, Temperatura y Conductividad Eléctrica de Agua recolectada de la Bocatoma de Huayan Posterior al Tratamiento.

Resultados Monitoreo en Campo pH, T°, Cond. Eléctrica Posterior al Tratamiento

Parámetro	Unidad	Ex Situ 09/03/22
Acidez - Alcalinidad	pH	7.3
Conductividad Eléctrica	us/cm	376
Temperatura	°Celsius	30.2

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 6 se puede apreciar que el pH del agua se acerca a un nivel neutro luego de haberse realizado el tratamiento con *Pistia stratioides* presentando una conductividad eléctrica de 376 us/cm a una temperatura de 30.2°C, el incremento de la conductividad eléctrica se debe a que la concentración de sales se ha incrementado en el agua debido a que la temperatura se ha elevado produciendo evaporación de una porción del agua tratada.

Tabla 7: Análisis de la hoja de Lechuga de Agua “*Pistia stratioides*” luego de ser aplicada en el agua.

Parámetro	L.D.	L.C.	Resultado	Unidad
Arsénico	0.008	0.025	0.05	mg/Kg
Cadmio	0.003	0.010	0.01	mg/Kg
Cromo	0.008	0.025	0.08	mg/Kg
Cobre	0.008	0.025	0.45	mg/Kg
Hierro	0.067	0.200	54.9	mg/Kg
Mercurio	0.002	0.005	No detectable	mg/Kg
Manganeso	0.007	0.020	4.05	mg/Kg
Niquel	0.008	0.025	0.06	mg/Kg
Plomo	0.007	0.020	0.33	mg/Kg
Selenio	0.033	0.100	No detectable	mg/Kg
Estaño	0.007	0.020	0.09	mg/Kg
Zinc	0.050	0.150	2.90	mg/Kg

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 7 se muestra que el metal que presenta mayor concentración en las hojas de *Pistia stratioides* es el hierro seguido del manganeso y zinc.

V. DISCUSIÓN

Se tuvo como objetivo general determinar la influencia de *Pistia stratioides* en el tratamiento de metales pesados en la cuenca baja del río Chancay, teniendo como resultado que las hojas de *Pistia stratioides* absorbieron varios metales presentes en el agua, encontrándose en mayor concentración el hierro seguido de manganeso y zinc; en menor cantidad se encontró arsénico, cadmio, cromo, cobre, plomo; no se pudo detectar presencia de mercurio debido a que la concentración presente en el agua es mínima y no puede ser detectada por el EPA – Method 200.8 que es el tipo de ensayo empleado por el laboratorio (Elaboración Propia, 2022).

En referencia a los resultados del agua analizada antes y después del tratamiento se pudo identificar que los metales como el arsénico, cadmio, hierro, plomo, zinc disminuyeron su concentración luego de aplicarse el tratamiento con las plantas de *Pistia stratioides* en la superficie del agua por 05 días, con esta información se pudo determinar que la *Pistia stratioides* contribuye a reducir la concentración de metales pesados en el agua, también se pudo determinar que favoreció la reducción del pH del agua de un medio alcalino a estar cerca de ser neutro (Elaboración propia, 2022).

La hipótesis general se comprueba en base a los resultados obtenidos, donde se demuestra la influencia positiva de la *Pistia stratioides* para reducir la concentración de metales pesados presentes en el agua de la cuenca baja del río Chancay pudiendo emplearse como tratamiento para reducir la contaminación de este tipo (Elaboración propia, 2022).

Estos resultados se pueden comparar con lo expuesto por Meza (2021) quien en su estudio sobre la bioadsorción de plomo y cromo usando la *pistia stratioides* llega a la conclusión que esta planta alcanza un porcentaje de remoción del 70% para metales pesados como plomo y cromo resaltando su eficiencia para ser aplicada en aguas que presentan contaminación por metales pesados. Otro autor que también resalta su importancia como fitorremediador es Kumar (2019) quien comprueba la eficacia de esta macrófita para ser empleada en el

tratamiento de metales pesados pues es eficaz para disminuir la concentración de cobre, mercurio y hierro al ser aplicada en diferentes concentraciones en el agua donde se evidencia presencia de estos metales pesados.

Estacio & Pongo (2020) en los dos estudios realizados sobre tratamiento de aguas residuales con presencia de cobre, plomo y zinc afirma la efectividad de esta planta acuática para realizar fitorremediación y reducir la concentración de metales pesados presentes en el agua. Huaraca (2020) establece que las plantas acuáticas como la *Pistia stratioides* pueden ser empleadas en tecnologías de fitorremediación para tratar aguas que presentan contaminación por metales pesados.

En base al ensayo realizado y lo expuesto por varios autores podemos afirmar que la *Pistia stratioides* es una planta acuática que puede ser empleada en el tratamiento de aguas que han sido contaminadas por metales pesados contribuyendo a recuperar estos cuerpos de agua (Elaboración propia, 2022).

El primer objetivo específico fue determinar en qué porcentaje contribuye la *Pistia stratioides* a reducir la contaminación por metales pesados en la cuenca baja del río Chancay, se tuvo como resultado para el arsénico un 59.45%, cadmio 88%, cobre 98.62%, hierro 36.62%, plomo 92.5%, zinc 31.58%, pH 7.3 con esto se puede demostrar el alto porcentaje de esta planta acuática para absorber los metales pesados presentes en el agua (Elaboración propia, 2022).

Por tanto, se comprueba la primera hipótesis específica quedando demostrado que luego de ser aplicada la *Pistia stratioides* por 05 días al agua con presencia de metales pesados esta disminuye la concentración de estos metales y de esta manera contribuyó en un alto porcentaje a reducir la contaminación por metales pesados presentes en la cuenca baja del río Chancay (Elaboración propia, 2022).

Esta evidencia se puede contrastar con lo indicado por Kumar (2019) quien indica que la *Pistia stratioides* es una planta con alta eficiencia para ser usada en Fito extracción de metales pesados como cadmio, cobre, hierro, plomo

manganeso y zinc garantizando la disminución en la concentración de estos metales que se encuentran en los cuerpos de agua.

Tabinda (2018) en su ensayo sobre la eficacia de dos macrófitas *Pistia stratioides* y *Eichernia crassipes* para remover metales pesados confirma la efectividad de estas plantas al ser usadas para tratamiento de metales pesados en aguas que presentan contaminación de este tipo, lo que indica que la *Pistia stratioides* al igual que otras especies acuáticas puede ser usada para tratar aguas contaminadas por metales pesados.

El segundo objetivo específico fue determinar cuáles son los metales pesados que más absorbe la *Pistia stratioides* en la cuenca baja del río Chancay, teniendo como base los análisis de agua realizados se pudo determinar que son tres los metales pesados que bajaron su concentración siendo estos el cadmio 88%, cobre 98.62% y plomo 92.5%, y en base a los datos obtenidos de las hojas se pudo notar la presencia en mayor concentración de hierro 54.9 mg/Kg, manganeso 4.05 mg/Kg, zinc 2.90mg/Kg, cobre 0.45 mg/Kg, plomo 0.33 mg/Kg, arsénico 0.05 mg/Kg y cadmio 0.01 mg/Kg (Elaboración propia, 2022).

Comprobándose la segunda hipótesis específica planteada de que los metales que más absorbe esta planta son el cadmio, cobre y plomo con una efectividad mayor al 80%, este se puede comprobar en base a lo que establece Rai (2019) donde demuestra la efectividad de esta planta para reducir metales pesados dentro de un humedal Ramsar como Hierro, cobre, cadmio, cromo, zinc y arsénico.

Ali (2020) en su estudio de revisión bibliográfica sobre las plantas acuáticas que contribuyen a reducir la contaminación por metales pesados en el agua manifiesta la importancia de usar la *Pistia stratioides* como planta acumuladora de metal y que puede ser empleada en fitorremediación.

El tercer objetivo específico fue determinar que metales pesados están presentes en la cuenca baja del río Chancay, y en base a los resultados obtenidos se puede confirmar la presencia de seis metales pesados siendo estos el arsénico 0.00333 mg/Lt, cadmio 0.00025 mg/Lt, cobre 0.00653 mg/Lt, hierro 0.0628 mg/Lt, plomo 0.0080 mg/Lt y zinc 0.0038 mg/Lt, estos resultados demuestran que en la parte baja de la cuenca se incrementa la concentración de los metales pesados que al ser comparados con los análisis realizados en las lagunas que forman parte de la cabecera de cuenca varían (Elaboración propia, 2022).

Se pudo comprobar la tercera hipótesis específica indicando la presencia de seis metales pesados que pueden ser detectados de acuerdo al tipo de ensayo realizado por el laboratorio y determinándose que las concentraciones de mercurio y cromo son mínimas y no pueden ser detectadas por el tipo de método empleado para su análisis (Elaboración propia, 2022).

Rodrigues (2017) indica que las aguas con presencia de cadmio y zinc pueden ser tratadas con *Pistia stratioides* ya que tiene un alto grado de absorción.

VI. CONCLUSIONES

La *Pistia stratioides* influyó positivamente al ser aplicada como tratamiento para reducir la concentración de metales pesados en el agua recolectada de Huayan obteniéndose un resultado favorable que se puede ver reflejado en los resultados del análisis de agua realizado antes y después del tratamiento con esta macrófita, como también se evidencia la absorción de estos metales en las hojas de la planta.

La *Pistia stratioides* es una planta con un alto porcentaje de absorción y remoción de metales pesados como el cobre, arsénico, cadmio, hierro, zinc siendo esta una especie que puede ser empleada en el tratamiento de cuerpos de agua que presenten altas concentraciones de estos metales, planteándose como alternativa de solución al problema que afecta nuestro país debido a la gran cantidad de ríos y lagunas que a causa de un inadecuado manejo de residuos en la industria minera presentan contaminación de este tipo.

La *Pistia stratioides* absorbe en un 80% los metales como el cadmio, cobre y plomo y en menor proporción arsénico, cromo, hierro, zinc logrando la disminución en la concentración de estos metales presentes en la cuenca baja del río Chancay logrando mejorar la calidad de agua que es utilizada para riego de los cultivos que se encuentran en esta zona que comprende los distritos de Aucallama, Chancay y Huaral.

Los metales pesados que se encuentran en la cuenca baja del río Chancay son arsénico, cadmio, cobre, hierro, plomo y zinc teniéndose mayor presencia de hierro y zinc que al ser comparadas con las muestras de agua que se tomó en las lagunas de Chungar, Cacray y Yanahuin que forman parte de la parte alta cuenca y donde se da origen al río del mismo nombre tienen un incremento en la concentración de estos metales evidenciando que a lo largo de los afluentes que forman parte de la cuenca se encuentran puntos de contaminación que generan el incremento en la concentración de estos metales pesados presentes en el agua de esta parte de la cuenca y que es captada para consumo de la población del distrito de Huaral principalmente.

VII. RECOMENDACIONES

La municipalidad provincial de Huaral a través de la gerencia de medio ambiente debe promover la conservación de la cuenca del río Chancay – Huaral teniendo en cuenta que es la única fuente de agua para abastecer a la población de toda la provincia.

La Autoridad Nacional del Agua en coordinación con el comité de regantes de la provincia de Huaral debería realizar más seguido análisis de agua en diferentes zonas de la cuenca del río Chancay – Huaral para determinar la fuente de contaminación principal de metales pesados y poder realizar el tratamiento adecuado para que la salud de la población que consume esta agua no se vea afectada.

El gobierno regional de Lima Provincias debería poner mayor énfasis en la fiscalización y control ambiental de las empresas mineras que se encuentran aledañas a la cuenca y garantizar el cumplimiento del tratamiento adecuado del agua antes de ser devuelta al río.

REFERENCIAS

MEZA PEREZ, Marelis et al. Bioabsorción de Pb (II) Y Cr (III) usando la planta acuática Pistia stratioides. *Rev. Fac. Ing. UCV* [online]. 2013, vol.28, n.3 [citado 2021-10-30], pp. 19-27.

PABÓN, S. E., et al. Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 2020, vol. 14, no 27, p. 9-18.

GOMEZ DELGADO, Naid Mayra; SÁNCHEZ CUESTA, Taira Cheril. Revisión de eficiencia de hongos ligninolíticos en la biodegradación y adsorción de los metales pesados en aguas residuales textiles. 2020.

GONZÁLEZ, Rafael Fernández. *Eliminación de metales pesados mediante biosorción: desarrollo de procesos de tratamiento para aguas residuales industriales*. 2020. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

PÉREZ ROJAS, Yahir Alexis. Efecto biorremediador de las clorofitas filamentosas en el tratamiento de aguas contaminadas por metales pesados provenientes del río Chillón-Callao. 2017.

LÓPEZ SALAZAR, Miguel Ángel. Selección de técnicas para el tratamiento de aguas residuales con contenido elevado de metales pesados, enfocado a la sostenibilidad en la industria minera colombiana. 2021. Tesis de Licenciatura. Fundación Universidad de América.

PURIS TOVALINO, Karen Jhadyn. Aplicación de la microalga *Chorella Vulgaris* como alternativa para la bioadsorción de metales pesados Pb, Hg, Cd en aguas. 2019.

FLORES MAMANI, Ammy Katterine; SILVA MEZA, Flor Marleny. Caracterización fisicoquímica en el tratamiento del agua con la utilización de la

“Cumulopuntia Unguispina” para la remoción de metales pesados de la irrigación San Camilo del Distrito de la Joya Arequipa. 2019.

CARREÑO SAYAGO, Uriel Fernando. Diseño de un sistema de tratamiento a través de un filtro biológico y un sistema de biorremediación para las aguas contaminadas con metales pesados. 2017.

FLORES, Diana Catalina Verduzco; INZUNZA, Zenaida Carolina Leyva; TORRES, Enelio. Obtención de compuestos de base lignina a partir de biomasa y su aplicación para la remoción de metales pesados del agua. 2018

INSUASTY MANRIQUE, Marlon Jonathan, et al. Estudio sobre captura eficiente de Metales Pesados empleando procesos de Biorremediación. 2017.

ANTICONA SAAVEDRA, Carlos Fidel. Aplicación de removedores de metales pesados en aguas de uso y consumo humano: una revisión sistemática entre 2009-2019. 2021.

ANDRADE MOROCHO, Scarleth Lilibeth. Recopilación bibliográfica de tecnologías alternativas para el tratamiento de relaves mineros para minimizar la cantidad de metales pesados. 2021.

ABARCA ORMEÑO, Victoria Margarita. Propuesta de implementación de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos (MRSE) hídricos como un mecanismo financiero y de gobernanza en la Cuenca Chancay-Huaral. 2018

SERRANO VERA, Víctor Hugo. Diseño de un sistema de información geográfica aplicado en la gestión de la calidad del agua superficial de la cuenca hidrográfica Chancay-Huaral. 2018.

VILLAR VÁSQUEZ, Mercedes del Pilar. El consejo de recursos hídricos de cuenca como espacio para el diálogo frente a los conflictos relacionados con la actividad minera: caso del consejo de recursos hídricos de cuenca Chancay-Huaral. 2018.

TARAZONA GUERRERO, Janelle del Carmen; CONDORI CACERES, Soledad. Evaluación de riesgo toxicológico en personas expuestas, que consumen beta vulgaris “betarraga” cruda y cocida con posibles concentraciones de plomo y cadmio comercializada en el mercado de Chancay-Huaral, Lima 2019. 2021.

ROJAS MANCERA, Angie Daniela. Buchón de agua (*Eichhornia crassipes*): una revisión bibliográfica de su capacidad para remover contaminantes del agua. 2021

MORA-RAVELO, S., et al. Bioremediation of wastewater for reutilization in agricultural systems: a review. *Applied Ecology and Environmental Research*, 2017, vol. 15, no 1, p. 33-50.

GALEANO TELLEZ, Karol Melisa; ALBORNOZ RAMÍREZ, Daniel Felipe. Eficiencia de los humedales artificiales de flujo subsuperficial (HAFS) en la remoción de contaminantes microbiológicos de aguas residuales domésticas: una revisión, 2019

KUMAR, Vinod, et al. Phytoremediation of copper, iron and mercury from aqueous solution by water lettuce (*Pistia stratiotes* L.). *Environmental Sustainability*, 2019, vol. 2, no 1, p. 55-65.

KUMAR, Vinod; SINGH, Jogendra; KUMAR, Pankaj. Heavy metal uptake by water lettuce (*Pistia stratiotes* L.) from paper mill effluent (PME): experimental and prediction modeling studies. *Environmental Science and Pollution Research*, 2019, vol. 26, no 14, p. 14400-14413.

AYME ESTACIO, Marina Viviana; RAMOS PONGO, Margoth Carrusell. *Eichhornia crassipes*, *Lemna minor* y *Pistia stratiotes* como sorbentes de plomo, cobre y zinc en el tratamiento de aguas residuales, 2020. 2020.

HUARACA HUAMAN, Andrea; LUJAN ESPINOZA, Carlos Raúl. Revisión sistemática: fitorremediación empleando plantas hiperacumuladoras acuáticas para la eliminación de metales pesados en aguas contaminadas. 2020.

TABINDA, Amtul Bari, et al. Phytoremediation potential of Pistia stratiotes and Eichhornia crassipes to remove chromium and copper. *Environmental technology*, 2018.

RODRIGUES, Ana Carolina Dornelas, et al. Biosorption of toxic metals by water lettuce (Pistia stratiotes) biomass. *Water, Air, & Soil Pollution*, 2017, vol. 228, no 4, p. 156.

RAI, Prabhat Kumar. Heavy metals/metalloids remediation from wastewater using free floating macrophytes of a natural wetland. *Environmental Technology & Innovation*, 2019, vol. 15, p. 100393.

RODRIGUES, Ana Carolina Dornelas, et al. Potential of water lettuce (Pistia stratiotes L.) for phytoremediation: physiological responses and kinetics of zinc uptake. *International journal of phytoremediation*, 2020, vol. 22, no 10, p. 1019-1027.

ALI, Shafaqat, et al. Application of floating aquatic plants in phytoremediation of heavy metals polluted water: a review. *Sustainability*, 2020, vol. 12, no 5, p. 1927.

M ALI NAFEA, Elsayed. Floating macrophytes efficiency for removing of heavy metals and phenol from wastewaters. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 2019, vol. 23, no 4, p. 1-9.

KARMAKAR, Sukalpa; MUKHERJEE, Joydeep; MUKHERJEE, Somnath. Biosorption of fluoride by water lettuce (Pistia stratiotes) from contaminated water. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2018, vol. 15, no 4, p. 801-810.

HANAFIAH, M. M., et al. Phytoremediation of landfill leachate using *Ipomoea aquatica* and *Pistia stratiotes*. *Journal of Environmental Biology*, 2021, vol. 42, p. 775-781.

OLGUÍN, Eugenia J., et al. Year-round phytofiltration lagoon assessment using *Pistia stratiotes* within a pilot-plant scale biorefinery. *Science of the Total Environment*, 2017, vol. 592, p. 326-333.

OLAWUSI-PETERS, Olamide Olaronke. Evaluation of Water Quality and Heavy Metal Pollution in the Shoots and Roots of Aquatic Plants. *Turk. J. Fish. & Aquat. Sci*, 2021, vol. 21, no 9, p. 443-450.

ANAND, Sangeeta, et al. Phytoremediation of heavy metals and pesticides present in water using aquatic macrophytes. *Phyto and rhizo remediation*, 2019, p. 89-119.

RACHMADIATI, F., et al. *Azolla microphylla* and *Pistia stratiotes* as phytoremediators of Pb (Lead). En Proceedings of the International Conference on Science and Technology (ICST 2018). <https://doi.org/10.2991/icst-18.2018.2018>.

SONI, Vineet; KAUR, Preetpal. Efficacy of aquatic plants for removal of heavy metals from wastewater. *Int. J. Life, Sci. Scienti, Res*, 2018, vol. 4, no 1, p. 1527-1530.

MUCHTASJAR, Bunyamin, et al. The Ability of Water Hyacinth (*Eichhornia crasipes* Mart.) and Water Lettuce (*Pistia stratiotes* Linn.) for Reducing Pollutants in Batik Wastewater. En *E3S Web of Conferences*. EDP Sciences, 2021. p. 00010.

IRAWANTO, RONY; BAROROH, FATIHAH. The ability of aquatic plants *Salvinia molesta* and *Pistia stratiotes* as copper heavy metal phytoremediators. En *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 2017. p. 438-445.

ADESUYI, A. A., et al. Biomonitoring of heavy metals level in wetland plants of lagos lagoon, Nigeria. Journal of Applied Sciences and Environmental Management, 2018

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de Operacionalización

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
¿De qué manera influye <i>Pistia stratioides</i> en el tratamiento de metales pesados en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022?	Determinar la influencia de <i>Pistia stratioides</i> en el tratamiento de metales pesados en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022	Variable Independiente: INFLUENCIA DE LA PISTIA STRATIOIDES (X)	La <i>Pistia stratioides</i> o también conocido como lechuga de agua, es una planta que crece en medio acuático, generalmente en cuerpos de agua, como los ríos, lagunas, lagos, esta maleza tiene una propiedad particular bajar los niveles de contaminación de estos medios acuáticos, es utilizado como una alternativa para controlar, prevenir y mitigar los impactos ambientales de los recursos hidrológicos por metales pesados (Cano, 2020).	La influencia de la esta planta acuática se medirá de dos formas: 1.- Al medir el porcentaje de remoción de metales pesados del agua. 2.- Al medir en la planta el porcentaje de metal absorbido en sus hojas.	Eficacia de Remoción	Cantidad de metal pesado removido	mg/L
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS					Eficacia de Absorción	Cantidad de metal absorbido
¿En qué porcentaje contribuye <i>Pistia stratioides</i> a reducir la contaminación por metales pesados en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022?	Determinar en qué porcentaje contribuye la <i>Pistia stratioides</i> a reducir la contaminación por metales pesados en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022.	Variable dependiente: TRATAMIENTO DE METALES PESADOS (Y)	Para realizar un tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados, es necesario hacer uso de tecnologías efectivas, por esta razón, actualmente se está desarrollando técnicas de limpieza sirviendo como ejemplo la de absorción que tiene un mecanismo simple y efectivo para tratar cuerpos de agua que presentan contaminación por metales pesados, para que este tratamiento tenga éxito se necesita usar	El tratamiento de metales pesados se desarrollará mediante el monitoreo del agua en dos tiempos y de acuerdo a las dimensiones indicadas: 1.- Se realizará un monitoreo inicial del agua para medir las concentraciones de los metales pesados. 2.- Se realizará un monitoreo de agua	Física	Conductividad Eléctrica	us/cm
						Temperatura	Grados Celsius (°C)
Química	Acidez - Alcalinidad				pH		
	Arsénico (As)				mg/ L		
	Cromo (Cr)				mg/ L		
	Cadmio (Cd)				mg/L		
Plomo (Pb)	mg/ L						
¿Cuáles son los metales pesados que más absorbe	Determinar cuáles son los metales pesados						

la <i>Pistia stratioides</i> en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022?	que más absorbe la <i>Pistia stratioides</i> en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022		absorbentes eficientes y eficaces (Carreño, 2017).	posterior a la colocación de la <i>Pistia stratioides</i> .		Hierro (Fe)	mg/ L
¿Cuáles son los metales pesados presentes en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022?	Determinar que metales pesados están presentes en la cuenca baja del río Chancay Huaral, 2022					Zinc (Zn)	mg/ L
						Mercurio (Hg)	mg/ L
						Cobre (Cu)	mg/ L

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°02: Instrumentos de recolección de datos para determinar la Influencia de la *Pistia stratioides*

EFICACIA DE REMOCIÓN		
Título de la Investigación:		
Responsable de monitoreo:		
Planta:		
Fecha y Hora:		
Parámetros		Concentración (mg/L)
Químicos	Arsénico	
	Cromo	
	Cadmio	
	Plomo	
	Hierro	
	Zinc	
	Mercurio	
	Cobre	

Fuente: Elaboración propia

EFICACIA DE ABSORCIÓN		
Título de la Investigación:		
Responsable de monitoreo:		
Planta:		
Fecha y Hora:		
Parte de la Planta	Metal Presente	Concentración (mg/Kg)
Hojas		

Fuente: Elaboración Propia

Formato de envío de muestra de hojas de Pistia stratioides para análisis en laboratorio

Cliente:	
Contacto:	
Email:	
Teléfono:	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Lote	
Cultivo	
Variedad/Patrón	
Estado fenológico	
Fecha de muestreo	
TIPO DE MUESTRA (MARCAR CON X):	
Suelo <input type="checkbox"/> Agua <input type="checkbox"/> Foliar <input type="checkbox"/> Fruto <input type="checkbox"/> Raíz <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	Especificar:
TIPO DE ANÁLISIS (MARCAR CON X):	
Análisis de caracterización <input type="checkbox"/> Análisis físico - químico <input type="checkbox"/> Análisis de nutrientes <input type="checkbox"/> Análisis de arginina <input type="checkbox"/> Análisis de metales pesados <input type="checkbox"/> Análisis microbiológico <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	Especificar:

Fuente: Laboratorio SGS

Anexo N°03: Instrumentos de recolección de datos para tratamiento de metales pesados

ETIQUETA PARA MUESTREO DE AGUA			
Solicitante			
Lugar de Muestra			
Codigo de muestra			
Fecha de muestreo		Hora de muestreo	
Monitoreado por			
Análisis solicitado			

Fuente: Protocolo Nacional de Monitoreo de Agua (ANA, 2016)

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

Título de la Investigación:

Responsable de la Investigación:

Responsable del monitoreo:

Fecha de monitoreo:

Punto de Monitoreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura	Hora	Parámetros		
					Norte / Sur	Este/Oeste	msnm		pH	Cond. Elect	Temperatura

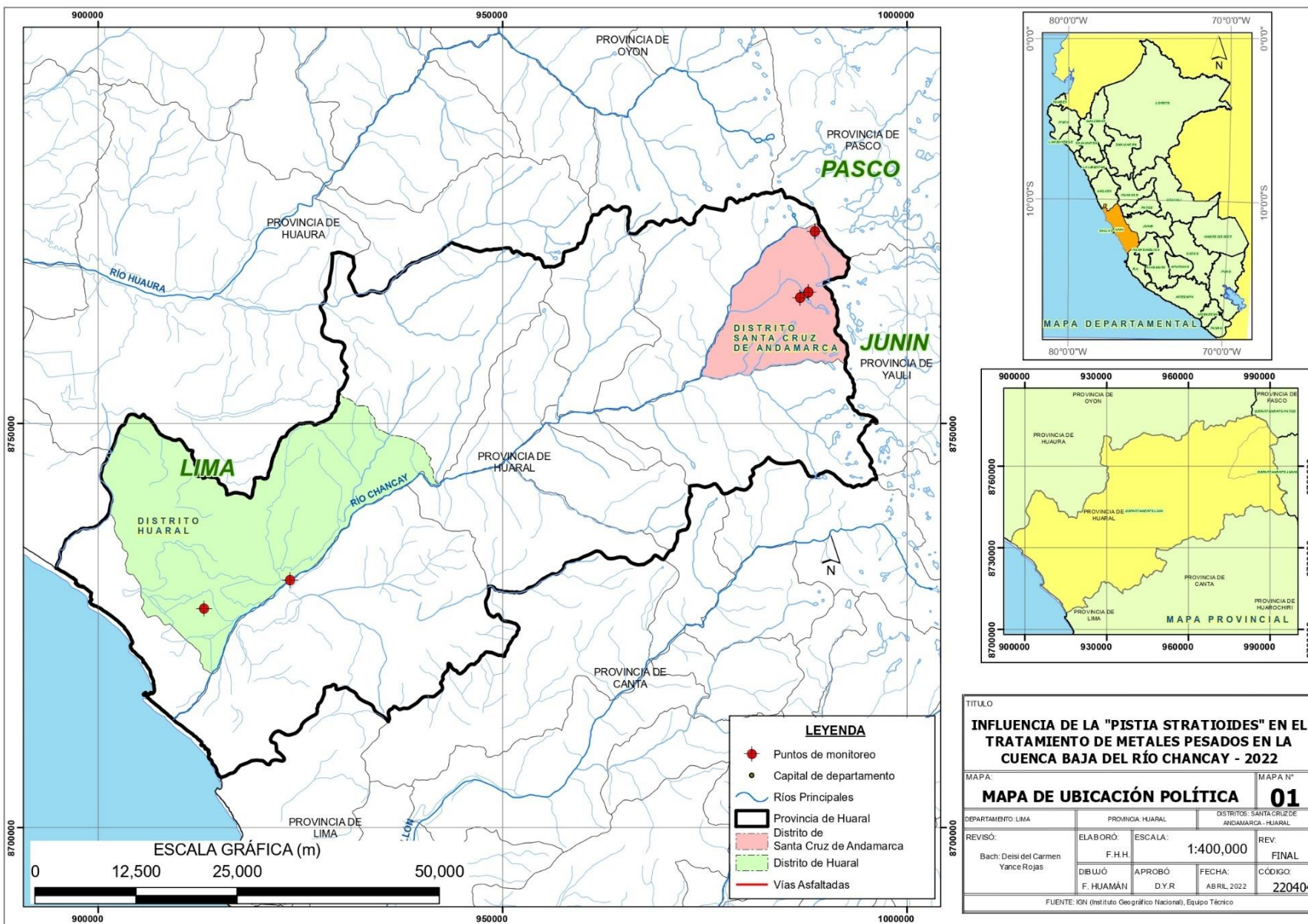
Fuente: Protocolo Nacional de Monitoreo de Agua (ANA, 2016)

CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA

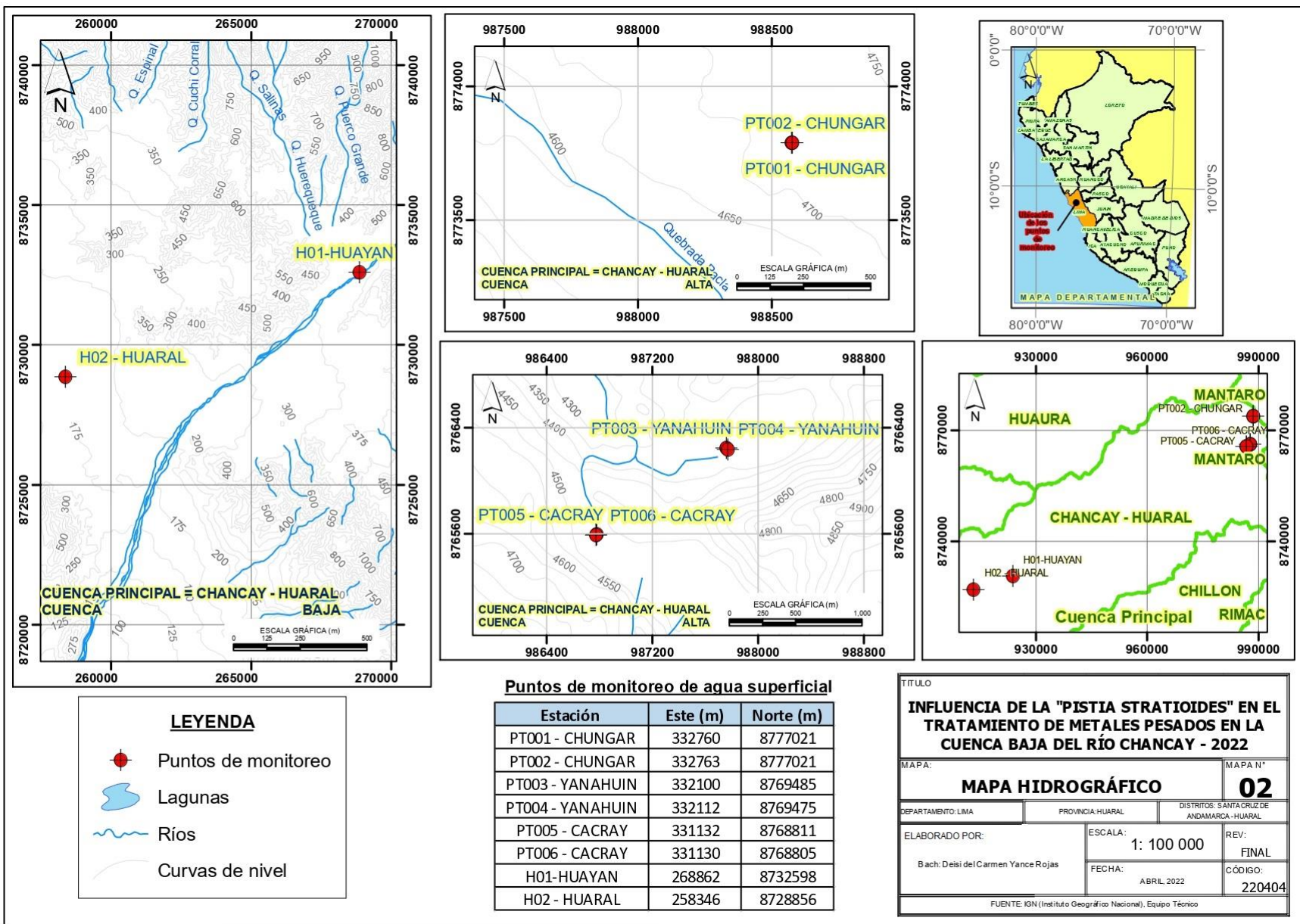
DATOS DEL CLIENTE					Análisis requeridos/preservante					TIPOS DE AGUA																																																																																																																																																																																																																																																												
Cliente _____ Contacto _____ Teléfono _____ E-mail _____ Proyecto _____ Lugar de Inspección _____					Cantidad de envases (Plástico/vidrio)						AGUA NATURAL ASUB: Agua subterránea AMA: Agua de manantial AT: Agua termal AS: Agua superficial ADR: Agua de río ADL: Agua de lago/laguna ADA: Agua de deposición atmosférica AGUA RESIDUAL ARD: Agua residual doméstica ARI: Aguas residual industrial ARM: Agua residual municipal AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO AB: Agua de bebida TIPOS DE AGUA AP: Agua de piscina ALA: Agua de laguna artificial AGUA SALINA AM: Agua de mar ASL: agua salobre SAL: Salmuera AIRS: Agua de inyección y reinyección (salina) AGUA DE PROCESO ACE: Agua de circulación o enfriamiento AAC: Agua de alimentación para calderas AC: Agua de calderas AL: Agua de lixiviación APPR: Agua purificada AIRP: Agua de inyección y reinyección (de proceso)																																																																																																																																																																																																																																																											
Muestreado por: SGS <input type="checkbox"/> Cliente <input type="checkbox"/>		Frecuencia de monitoreo: Periódico <input type="checkbox"/> No periódico <input type="checkbox"/> Especial <input type="checkbox"/>														N° de OI _____		N° de Pre-Acta: _____			Fecha de inicio _____		Fecha de finalización _____			Hora de inicio _____		Hora de finalización _____											item	Estación	Coordenadas UTM WGS 84 <input type="checkbox"/> PSAD56 <input type="checkbox"/>		Altitud	Tipo de agua	Tipo de muestra Simple <input type="checkbox"/> Compuesta <input type="checkbox"/>		Fecha	Hora	P	V	OBSERVACIONES																																																																																																																																																																																								Inspector responsable: _____ Fecha: _____ Firma: _____					N° de Coolers: <input type="checkbox"/> N° de Frascos: <input type="checkbox"/>		Fecha de Recepción de las muestras: _____ Hora: _____		Responsable de la Recepción de Muestras: _____ Firma: _____					Representante del Cliente: _____ Firma: _____					N° de Ice Pack's: <input type="checkbox"/>		Condiciones en que se recibieron las muestras: Refrigeradas <input type="checkbox"/> Preservadas <input type="checkbox"/> Dentro del tiempo de conservación <input type="checkbox"/> N° de muestras rotas <input type="checkbox"/> Otros (especifique) <input type="checkbox"/>		Temperatura <input type="text"/>				
N° de OI _____		N° de Pre-Acta: _____																																																																																																																																																																																																																																																																				
Fecha de inicio _____		Fecha de finalización _____																																																																																																																																																																																																																																																																				
Hora de inicio _____		Hora de finalización _____																																																																																																																																																																																																																																																																				
item	Estación	Coordenadas UTM WGS 84 <input type="checkbox"/> PSAD56 <input type="checkbox"/>		Altitud	Tipo de agua	Tipo de muestra Simple <input type="checkbox"/> Compuesta <input type="checkbox"/>		Fecha	Hora	P	V	OBSERVACIONES																																																																																																																																																																																																																																																										
Inspector responsable: _____ Fecha: _____ Firma: _____					N° de Coolers: <input type="checkbox"/> N° de Frascos: <input type="checkbox"/>		Fecha de Recepción de las muestras: _____ Hora: _____		Responsable de la Recepción de Muestras: _____ Firma: _____																																																																																																																																																																																																																																																													
Representante del Cliente: _____ Firma: _____					N° de Ice Pack's: <input type="checkbox"/>		Condiciones en que se recibieron las muestras: Refrigeradas <input type="checkbox"/> Preservadas <input type="checkbox"/> Dentro del tiempo de conservación <input type="checkbox"/> N° de muestras rotas <input type="checkbox"/> Otros (especifique) <input type="checkbox"/>		Temperatura <input type="text"/>																																																																																																																																																																																																																																																													

Fuente: Área de Medio Ambiente laboratorio SGS

Anexo N°04: Mapa de Ubicación Política



Anexo N°05: Mapa Hidrográfico de la Cuenca del Río Chancay – Huaral



Anexo N°06: Fichas de Registro en Campo para Monitoreo de Agua Lagunas Chungar, Cacray y Yanahuin.

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO											
Título de la Investigación: INFLUENCIA DE LA PISTA STRATIOTIDES EN EL TRATAMIENTO DE METALES PESADOS EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO CHANCAY 2022											
Responsable de la Investigación: DEISI DEL CARMEN YANCE ROJAS											
Responsable del monitoreo: DEISI DEL CARMEN YANCE ROJAS											
Fecha de monitoreo: 21/02/2022											
Punto de Monitoreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura	Hora	Parámetros		
					Norte/Sur	Este/Oeste	msnm		pH	Cond. Elect	Temperatura
PT001 - CHUNGAR	STACRUZ	STACRUZ DE AND	HUARAL	LIMA	87770210	0332760	4219	14:45	8.6	200 μ S/cm	11.8 °C
PT003 - YANAHUIN	STACRUZ	STACRUZ DE AND	HUARAL	LIMA	87694850	0332100	4380	15:35	8.6	244 μ S/cm	11.1 °C
PT005 - CACRAY	STACRUZ	STACRUZ DE AND	HUARAL	LIMA	87685110	0331132	4492	16:45	8.4	159 μ S/cm	11.5 °C

Fuente: Protocolo Nacional de Monitoreo de Agua (ANA, 2016)

EQUIPOS DE MONITOREO

pHmetro: pHmeter PH-009(I) pen Type

Conductímetro: TDS & EC meter (Hold)

GPS: GARMIN - GPSmap 62S

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

Título de la Investigación: *INFLUENCIA DE LA PISTIA STRATIOTIDES EN EL TRATAMIENTO DE METALES PESADOS EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO CHANCAY - 2022*

Responsable de la Investigación: *DEISI DEL CARMEN YANCE ROJAS*

Responsable del monitoreo: *DEISI DEL CARMEN YANCE ROJAS*

Fecha de monitoreo: *22/02/2022*

Punto de Monitoreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura	Hora	Parámetros		
					Norte/Sur	Este/Oeste	msnm		pH	Cond. Elect	Temperatura
<i>PT002 - CHUNBAR</i>	<i>SIACRUZ</i>	<i>SIACRUZ DE AND.</i>	<i>HUARAL</i>	<i>LIMA</i>	<i>87770212</i>	<i>0332763</i>	<i>4219</i>	<i>10:38 AM</i>			
<i>PT004 - YANAHUIN</i>	<i>SIACRUZ</i>	<i>SIACRUZ DE AND.</i>	<i>HUARAL</i>	<i>LIMA</i>	<i>87694750</i>	<i>0332112</i>	<i>4350</i>	<i>11:40 AM</i>			
<i>PT006 - CACRAY</i>	<i>SIACRUZ</i>	<i>SIACRUZ DE AND.</i>	<i>HUARAL</i>	<i>LIMA</i>	<i>8768805</i>	<i>0331130</i>	<i>4492</i>	<i>12:40 AM</i>			

Fuente: Protocolo Nacional de Monitoreo de Agua (ANA, 2016)

EQUIPOS DE MONITOREO

pHmetro: *pHmeter PH-009(I) pen Type*

Conductímetro: *TDS & EC meter (Hold)*

GPS: *GARMIN - GPS map 625*

Anexo N°07: Ficha de Registro en Campo para Monitoreo de Agua Bocatoma de Huayan Antes del Tratamiento

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO											
Título de la Investigación: INFLUENCIA DE LA PISTA STRATIÓIDES EN EL TRATAMIENTO DE METALES PESADOS EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO CHANCAY - 2022											
Responsable de la Investigación: DEISI DEL CARMEN YANCE ROJAS											
Responsable del monitoreo: DEISI DEL CARMEN YANCE ROJAS											
Fecha de monitoreo: 03/03/2022											
Punto de Monitoreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura	Hora	Parámetros		
					Norte /Sur	Este/Oeste	msnm		pH	Cond. Elect	Temperatura
H02	HUAYAN	HUARAL	HUARAL	LIMA	8732598	0268862	329	16:50	8.6	242µs/cm	26.8°C

Fuente: Protocolo Nacional de Monitoreo de Agua (ANA, 2016)

EQUIPOS DE MONITOREO

pHmetro : pHmeter PH-009 (I) pen type

Conductímetro: TDS & EC meter (Hold)

GPS: GARMIN - GPS map 62S

Anexo N°08: Ficha de Registro en Campo para Monitoreo de Agua Recolectada de Huayan Después del Tratamiento

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO											
Título de la Investigación: INFLUENCIA DE LA PISTIA STRATIODES EN EL TRATAMIENTO DE METALES PESADOS EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO CHANAY-2022											
Responsable de la Investigación: DEISI DEL CARMEN YANCE ROJAS											
Responsable del monitoreo: DEISI DEL CARMEN YANCE ROJAS											
Fecha de monitoreo: 09/03/2022											
Punto de Monitoreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura	Hora	Parámetros		
					Norte /Sur	Este/Oeste	msnm		pH	Cond. Elect	Temperatura
H 02	HUARAL	HUARAL	HUARAL	LIMA	872856	0258346	329	14:40	7.3	376µs/cm	30.2°C

Fuente: Protocolo Nacional de Monitoreo de Agua (ANA, 2016)

EQUIPOS DE MONITOREO

pHmetro: pHmeter PH-009(I) pen Type

Conductímetro: TDS SEC meter (Hold)

GPS: GARMIN - GPS map 625

Anexo N°09: Ficha de Registro de Resultados Pistia Stratioides

EFICACIA DE REMOCIÓN		
Título de la Investigación: INFLUENCIA DE LA PISTIA STRATIOIDES EN EL TRATAMIENTO DE METALES PESADOS EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO CHANCAY 2022		
Responsable de monitoreo: DELSI DEL CARMEN YANCE ROJAS		
Planta: LECHUGA DE AGUA "PISTIA STRATIOIDES"		
Fecha y Hora: 09/03/2022 14:40		
Parámetros		Concentración (mg/L)
Químicos	Arsénico	0.00198
	Cromo	Indetectable
	Cadmio	0.00022
	Plomo	0.0074
	Hierro	0.023
	Zinc	0.0012
	Mercurio	Indetectable
	Cobre	0.00644

EFICACIA DE ABSORCIÓN		
Título de la Investigación: INFLUENCIA DE LA PISTIA STRATIOIDES EN EL TRATAMIENTO DE METALES PESADOS EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO CHANCAY-2022		
Responsable de monitoreo: DELSI DEL CARMEN YANCE ROJAS		
Planta: LECHUGA DE AGUA "PISTIA STRATIOIDES"		
Fecha y Hora: 09/03/2022 14:40		
Parte de la Planta	Metal Presente	Concentración (mg/Kg)
Hojas	ARSENICO	0.05
	CADMIO	0.01
	CROMO	0.08
	COBRE	0.45
	HIERRO	54.9
	PLOMO	0.33
	ZINC	2.90

Anexo N°10: Formato envío de Muestras de Hojas de Lechuga a Laboratorio para Análisis de metales pesados

SGS		FORMATO DE ENVÍO DE MUESTRAS	
Cliente:	DEBI DEL CARMEN YANCE ROJAS		
Contacto:	KARLA GONZALES		
Email:	deivanero@gmail.com		
Teléfono:	992 62 8854		
INFORMACION DE LA MUESTRA			
Lote:	01		
Cultivo:			
Variedad / Patrón:	LECHUGA DE AGUA "PISTA STRATIODES"		
Estado fenológico:			
Fecha de muestreo:			
TIPO DE MUESTRA (MARCAR CON X):			
Suelo	<input type="checkbox"/>		
Agua	<input type="checkbox"/>		
Foliar	<input checked="" type="checkbox"/>		
Fruto	<input type="checkbox"/>		
Raíz	<input type="checkbox"/>		
Otros	<input type="checkbox"/>	Especificar: _____	
TIPO DE ANALISIS (MARCAR CON X):			
Análisis de caracterización	<input type="checkbox"/>		
Análisis Físico - Químico	<input type="checkbox"/>		
Análisis de nutrientes	<input type="checkbox"/>		
Análisis de Arginina	<input type="checkbox"/>		
Análisis de metales pesados	<input checked="" type="checkbox"/>		
Análisis microbiológico	<input type="checkbox"/>		
Otros	<input type="checkbox"/>	Especificar: _____	
Cualquier ayuda en el llenado de este formato por favor comunicarse con: Sr. Jesus Cruz: 926721125 / jesus.cruz@sgs.com o Srta. Sadith Astola: 971307308 / sadith.astola@sgs.com. SGS del Perú: 5171900.			



Anexo N°11: Cadena de custodia de Muestras de Agua para análisis de metales totales entregado al laboratorio



Laboratorio Callao
Avenida Elmer Faucett 3348, Callao 1
Teléfono: (01) 517 1900
E-mail: pe.labambientales@sgs.com

Laboratorio Arequipa
Ernesto Gunther N° 275, Parque Industrial
Teléfono: (054) 213506
E-mail: ada.paredes@sgs.com

Laboratorio Cajamarca
Calle Arnaldo Márquez 257, Barrio San Antonio
Teléfono: (076) 367723
E-mail: jade.huarcaya@sgs.com

CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA N° 305936

DATOS DEL CLIENTE											Análisis requeridos / Preservantes										TIPOS DE AGUA*	
Cliente: <u>DEISI DEL CARMEN YANICE ROTAS</u> Contacto: <u>RAY TORRES COLA</u> Teléfono: <u>992628454</u> E-mail: <u>deisyrotas@gmail.com</u> Proyecto: <u>INSTRUMENTACIÓN DE LA USINA 5 TAPAS DE LA EL PASO - NECA - KEM - ALVARO</u> Lugar de Inspección: <u>HUAYAN - HUAYAN</u>											Cantidad de envases (Plástico / Vidrio) <u>METALES TOFALES 4</u>										AGUA NATURAL AP : Agua de piscina ASUB : Agua subterránea ALA : Agua de laguna artificial AMA : Agua de manantial AT : Agua termal AS : Agua superficial ADR : Agua de río ADL : Agua de lago / laguna ADA : Agua de deposición atmosférica	
Muestreado por: SGS <input type="checkbox"/> Cliente <input checked="" type="checkbox"/>				Frecuencia del Monitoreo: Periódico <input type="checkbox"/> No Periódico <input checked="" type="checkbox"/> Especial <input type="checkbox"/>																	AGUA SALINA AM : Agua de mar ASL : Agua salobre SAL : Salmuera AIRS : Agua de inyección y reinyección (salina)	
N° de OI :		N° de Pre-Acta :									AGUA DE PROCESO ACE : Agua de circulación o enfriamiento AAC : Agua de alimentación para calderas ARI : Agua residual industrial AC : Agua de calderas ARM : Agua residual municipal AL : Agua de lavación APR : Agua purificada AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO AB : Agua de bebida AIRP : Agua de inyección y reinyección (de proceso)											
Fecha de inicio:		Fecha de finalización:									OBSERVACIONES											
Hora de inicio:		Hora de finalización:																				
Item	Estación	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)	Tipo de Agua*	Tipo de Muestra		Fecha	Hora	P	V											
		WGS 84 <input checked="" type="checkbox"/>	PSAD 56 <input type="checkbox"/>			Simple	Compuesta															
	1102	0268862	8732578	229	ADR	X		09/03/22	9:50PM	1		✓										
	1102	0258346	8732856	200	ADR	X		09/03/22	2:40PM	2		✓										

SGS del Perú S.A.C.

09 MAR 2022

Data Center - Eh

COD. P18619

Inspector responsable: _____ Fecha: _____ Firma: _____	N° de Coolers: <u>1</u>	N° de Frascos: <u>3</u>	Fecha de Recepción de las Muestras: _____ Hora: <u>15:00</u>
Representante del Cliente: _____ Firma: _____	N° de Ice Pack's: <u>1</u>	Responsable de la Recepción de las Muestras: <u>Alfonso Rojas</u>	Firma: <u>AH</u>
INS-R-EHS.65 Rev 9 F.A: Enero 2020		Condiciones en que se recibieron las muestras: Refrigeradas <input type="checkbox"/> Preservadas <input type="checkbox"/> Dentro del tiempo de conservación <input checked="" type="checkbox"/> Temperatura (°C): <u>4</u> N° de muestras rotas: <input type="checkbox"/> Otros (especifique): <input type="checkbox"/>	



INFORME DE ENSAYO IE-230222-03

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : DEISI DEL CARMEN YANCE ROJAS
1.2 RUC/DNI : 43673836

2. FECHAS

2.1 Inicio : 23 de Febrero de 2022
2.2 Fin : 03 de Marzo de 2022
2.3 Emisión de informe : 03 de Marzo de 2022

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

3.1 Temperatura : 20.5 °C
3.2 Humedad Relativa : 51 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

4.1 Ensayo solicitado y método de ensayo : Metales Pesados (Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Plomo, Antimonio)/EPA METHOD 200.7(Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry)

5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Tabla N°1: Datos de la Muestra Analizada

Código Interno de Muestra	Tipo de Muestra	Descripción
S-3380	Agua Natural	Punto de Muestreo: PT001-CHUNGAR Fecha de Muestreo: 21/02/2022 - Hora: 14:45 PM Matriz: Agua Natural(Superficial) Coordenadas: Norte:87770210/Este:0332760/Altitud:4219m.s.n.m. Procedencia: Huayllay - Santa Catalina - Pacaraos
S-3381	Agua Natural	Punto de Muestreo: PT002-CHUNGAR Fecha de Muestreo: 22/02/2022 - Hora: 10:38 AM Matriz: Agua Natural(Superficial) Coordenadas: Norte:87770212/Este:0332763/Altitud:4219m.s.n.m. Procedencia: Huayllay - Santa Catalina - Pacaraos
S-3382	Agua Natural	Punto de Muestreo: PT003-YANAHUIN Fecha de Muestreo: 21/02/2022 - Hora: 15:35 PM Matriz: Agua Natural(Superficial) Coordenadas: Norte:87694850/Este:0332100/Altitud:4380m.s.n.m. Procedencia: Huayllay - Santa Catalina - Pacaraos

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

Tabla N°1: Datos de la Muestra Analizada(Continuación)

Código Interno de Muestra	Tipo de Muestra	Descripción
S-3383	Agua Natural	Punto de Muestreo: PT004-YANAHUIN Fecha de Muestreo: 22/02/2022 - Hora: 11:40 AM Matriz: Agua Natural(Superficial) Coordenadas: Norte:87694750/Este:0332112/Altitud:4350m.s.n.m. Procedencia: Huayllay - Santa Catalina - Pacaraos
S-3384	Agua Natural	Punto de Muestreo: PT005-CACRAY Fecha de Muestreo: 21/02/2022 - Hora: 16:45 PM Matriz: Agua Natural(Superficial) Coordenadas: Norte:87688110/Este:0331132/Altitud:4492m.s.n.m. Procedencia: Huayllay - Santa Catalina - Pacaraos
S-3385	Agua Natural	Punto de Muestreo: PT006-CACRAY Fecha de Muestreo: 22/02/2022 - Hora: 12:40 PM Matriz: Agua Natural(Superficial) Coordenadas: Norte:8768805/Este:0331130/Altitud:4492m.s.n.m. Procedencia: Huayllay - Santa Catalina - Pacaraos

6. RESULTADOS

6.1. Resultados Obtenidos

Tabla N°2: RESULTADOS DE METALES TÓXICOS

Parámetro	Unidad	Resultados S-3380	Resultados S-3381	Resultados S-3382	Resultados S-3383	Resultados S-3384	Resultados S-3385
Arsénico, As	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Cadmio, Cd	mg/L	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Cromo, Cr	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
Mercurio, Hg	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Plomo, Pb	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Antimonio, Sb	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

FIN DEL DOCUMENTO



DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

Anexo N°13: Resultados de análisis de laboratorio para metales totales en Huayan – Huaral, antes y después del Tratamiento



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2211163 Rev. 0**

YANCE ROJAS DEISI DEL CARMEN

CALLE 21 N°287 TORRE 6 DPTO 1502 CONDOMINIO LOS GIRASOLES SEGUNDA ETAPA - LIMA - COMAS

ENV / LB-350678-002

PROCEDENCIA : HUAYAN - HUARAL

Fecha de Recepción SGS : 10-03-2022

Fecha de Ejecución : Del 10-03-2022 al 23-03-2022

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
H01
H02

Emitido por **SGS del Perú S.A.C.**

Impreso el **23/03/2022**

Frank M. Julcamoro Quispe

C.Q.P. 1033

Coordinador de Laboratorio

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



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2211163 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					H01	H02
FECHA DE MUESTREO					8732598N / 0268862E	8728856N / 0258346E
HORA DE MUESTREO					03/03/2022	09/03/2022
CATEGORIA					16:50:00	14:40:00
SUB CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	0.052 ± 0.005	0.035 ± 0.003
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00333 ± 0.00015	0.00135 ± 0.00037
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0323 ± 0.0029	0.0302 ± 0.0027
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.070 ± 0.008	0.065 ± 0.008
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00025 ± 0.00006	<0.00003
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	33.391 ± 2.995	29.950 ± 3.339
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	<0.00024
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0020 ± 0.0005	0.0017 ± 0.0004
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00653 ± 0.00163	<0.00009
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Estaño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.4143 ± 0.0373	0.3051 ± 0.0275
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	0.125 ± 0.035	<0.047
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0628 ± 0.0050	0.0398 ± 0.0032
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0282 ± 0.0025	0.0228 ± 0.0021
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	9.035 ± 1.084	5.450 ± 0.654
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00311 ± 0.00022	0.00141 ± 0.00010
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00288 ± 0.00066	0.00108 ± 0.00025
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0008 ± 0.0002	<0.0006
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000298 ± 0.000045	<0.000010
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0080 ± 0.0007	<0.0006
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	8.21 ± 0.66	0.90 ± 0.07
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0039 ± 0.0004	0.0022 ± 0.0002
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	9.95 ± 1.19	9.34 ± 1.12
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	4.65 ± 0.56	4.37 ± 0.52
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	12.691 ± 1.396	5.671 ± 0.624
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
torio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0025 ± 0.0003	0.0019 ± 0.0002
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000423 ± 0.000089	<0.000010
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	<0.0003
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0038 ± 0.0004	<0.0026
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

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



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2211163 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
 MB: Blanco del proceso.
 LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
 MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
 MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
 Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	92 - 108%	92%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	92 - 108%	93%	0%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 1%	92 - 108%	92%	0%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 4%	92 - 108%	92%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 108%	92%	0%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	92 - 108%	92%	0%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0 - 1%	92 - 108%	92%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	92 - 108%	93%	0%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	92 - 108%	92%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00024	<0.00024	0%	92 - 113%	92%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 4%	92 - 98%	92%	0%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	92 - 108%	92%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	92 - 108%	92%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	92 - 108%	93%	0%
Estaño Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	92 - 108%	93%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 3%	92 - 108%	92%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	0%	92 - 108%	92%	0%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	0%	92 - 108%	92%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 108%	92%	0%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	92%	92%	0%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	92 - 108%	92%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	92 - 108%	92%	0%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 2%	92 - 108%	92%	0%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 108%	92%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	92 - 108%	92%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0 - 1%	92 - 108%	92%	0%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	92 - 108%	92%	0%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0 - 4%	92 - 108%	92%	0%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	92 - 108%	92%	0%
Níquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 108%	93%	0%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	92 - 110%	92%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0 - 2%	92 - 108%	92%	0%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 6%	92 - 108%	92%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	0 - 5%	92 - 108%	92%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	1 - 2%	92 - 108%	92%	0%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	0 - 1%	92%	92%	0%
Silicio Total	mg/L	0.13	<0.13	0 - 1%	92 - 108%	92%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	0 - 2%	92 - 108%	92%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 108%	92%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	92 - 108%	92%	0%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	92 - 108%	92%	0%
Thonio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0%	92 - 108%	92%	0%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 108%	92%	0%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	92 - 108%	92%	0%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	92 - 108%	93%	1%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	92 - 108%	92%	0%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 108%	92%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	0 - 1%	92 - 108%	92%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	0%	92 - 108%	92%	0%



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2211163 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry. 2015 (VALIDADO – Aplicado fuera del alcance)

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

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Anexo N°14: Resultados de análisis de laboratorio para metales pesados en hojas de Lechuga de Agua "*Pistia stratioides*" luego de ser aplicadas en el agua.



INFORME DE ENSAYO
AG2209813 Rev. 0

Página 1 de 2

Análisis solicitado por:	YANCE ROJAS DEISI DEL CARMEN Calle 21 N°287 torre 6 dpto 1502 Condominio Los Girasoles Segunda Etapa. COMAS - LIMA		
Solicitud de Ensayo:	234392-2	Cantidad Muestras:	1
Producto descrito como:	LECHUGA DE AGUA "PISTIA STRATIOIDES"	Fecha de Recepción:	12/03/2022
Procedencia:	MUESTRA RECIBIDA	Fecha de Ensayo:	12/03/2022
Observaciones Recep:	EN BOLSA DE PAPEL	Fecha de Emisión:	16/03/2022
Notas:	MUESTRAS RECIBIDAS "ENSAYO SOBRE LAS HOJAS"		

Ensayo	Método
Determinación de Metales por Espectrometría de Masas por Plasma Acoplado Inductivamente	ANA-DR-AFL.480 based on AOAC Official Method 2015.01, 21st Ed. 2019

Resultados

Identificación de la muestra

Ensayo	L.D.		L.C.		LECHUGA DE AGUA "PISTIA STRATIOIDES" LOTE 1
Arsénico (mg/Kg)	0.008	0.025			0.05
Cadmio (mg/Kg)	0.003	0.010			0.01
Cobre (mg/Kg)	0.008	0.025			0.45
Cromo (mg/Kg)	0.008	0.025			0.08
Mercurio (mg/Kg)	0.002	0.005			No Detectable
Manganeso (mg/Kg)	0.007	0.020			4.05
Niquel (mg/Kg)	0.008	0.025			0.06
Selenio (mg/Kg)	0.033	0.100			No Detectable
Estaño (mg/Kg)	0.007	0.020			0.09
Plomo (mg/Kg)	0.007	0.020			0.33
Zinc (mg/Kg)	0.050	0.150			2.90
Hierro (mg/Kg)	0.067	0.200			54.90

L.D. = Límite de Detección
L.C. = Límite de Cuantificación

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.



**INFORME DE ENSAYO
AG2209813 Rev. 0**

Página 2 de 2

**Eladio Máximo Muñoz Contreras
C.B.P. 01516
Supervisor Lab Prod Orgánicos**

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.



**EXPEDIENTE PARA VALIDAR LOS
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN A TRAVÉS DE
JUICIO DE EXPERTOS**

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor (a): Dr. Edgardo Casasola Bonifaz

Presente:

Asunto: "Validación de instrumento a través de Juicio de expertos"

Me es grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo Bachiller de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo, en la sede de Lima Este, y siendo requisito la validación de los instrumentos con las cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación, gracias a la cual optaré el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

El título de mi proyecto de investigación es "Influencia de la *Pistia stratioides* en el tratamiento de metales pesados en la cuenca baja del río Chancay, 2022" y siendo imprescindible contar con la aprobación de profesionales especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas ambientales y/o investigación ambiental.

El expediente de validación, adjunto al presente, contiene:

1. **Anexo N°01:** Matriz de operacionalización.
2. **Anexo N°02:** Diagrama de Flujo para determinar la influencia de la *Pistia stratioides* en el tratamiento de metales pesados en la cuenca baja del río Chancay, 2022.
3. **Anexo N°03:** Instrumentos de recolección de datos para determinar la Influencia de la *Pistia stratioides*
4. **Anexo n°04:** Instrumentos para la recolección de datos para el tratamiento de metales pesados
5. **Anexo N°05:** Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



DEISI DEL CARMEN YANCE ROJAS

DNI: 43673836





Anexo N°01: Matriz de Operacionalización

EM

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
¿De qué manera influye <i>Pistia stratioides</i> en el tratamiento de metales pesados en la cuenca baja del río Chancay, 2022?	Determinar la influencia de <i>Pistia stratioides</i> en el tratamiento de metales pesados en la cuenca baja del río Chancay, 2022	Variable Independiente: INFLUENCIA DE LA PISTIA STRATIOIDES (X)	La <i>Pistia stratioides</i> o también conocido como lechuga de agua, es una planta que crece en medio acuático, generalmente en cuerpos de agua, como los ríos, lagunas, lagos, esta maleza tiene una propiedad particular bajar los niveles de contaminación de estos medios acuáticos, es utilizado como una alternativa para controlar, prevenir y mitigar los impactos ambientales de los recursos hidrológicos por metales pesados (Cano, 2020).	La influencia de la esta planta acuática se medirá de dos formas: 1.- Al medir el porcentaje de remoción de metales pesados del agua. 2.- Al medir en la planta el porcentaje de metal absorbido en sus hojas.	Eficacia de Remoción	Cantidad de metal pesado removido	mg/L
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS				Eficacia de Absorción	Cantidad de metal absorbido	mg/Kg
¿En qué porcentaje contribuye <i>Pistia stratioides</i> a reducir la contaminación por metales pesados en la cuenca baja del río Chancay, 2022?	Determinar en qué porcentaje contribuye la <i>Pistia stratioides</i> a reducir la contaminación por metales pesados en la cuenca baja del río Chancay, 2022.	Variable dependiente: TRATAMIENTO DE METALES PESADOS (Y)	Para realizar un tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados, es necesario hacer uso de tecnologías efectivas, por esta razón, actualmente se está desarrollando técnicas de limpieza sirviendo como ejemplo la de absorción que tiene un mecanismo simple y efectivo para tratar	El tratamiento de metales pesados se desarrollará mediante el monitoreo del agua en dos tiempos y de acuerdo a las dimensiones indicadas: 1.- Se realizará un monitoreo	Física	Conductividad Eléctrica	us/cm
						Temperatura	Grados Celsius (°C)
					Química	Acidez - Alcalinidad	pH
						Arsénico (As)	mg/ L
						Cromo (Cr)	mg/ L



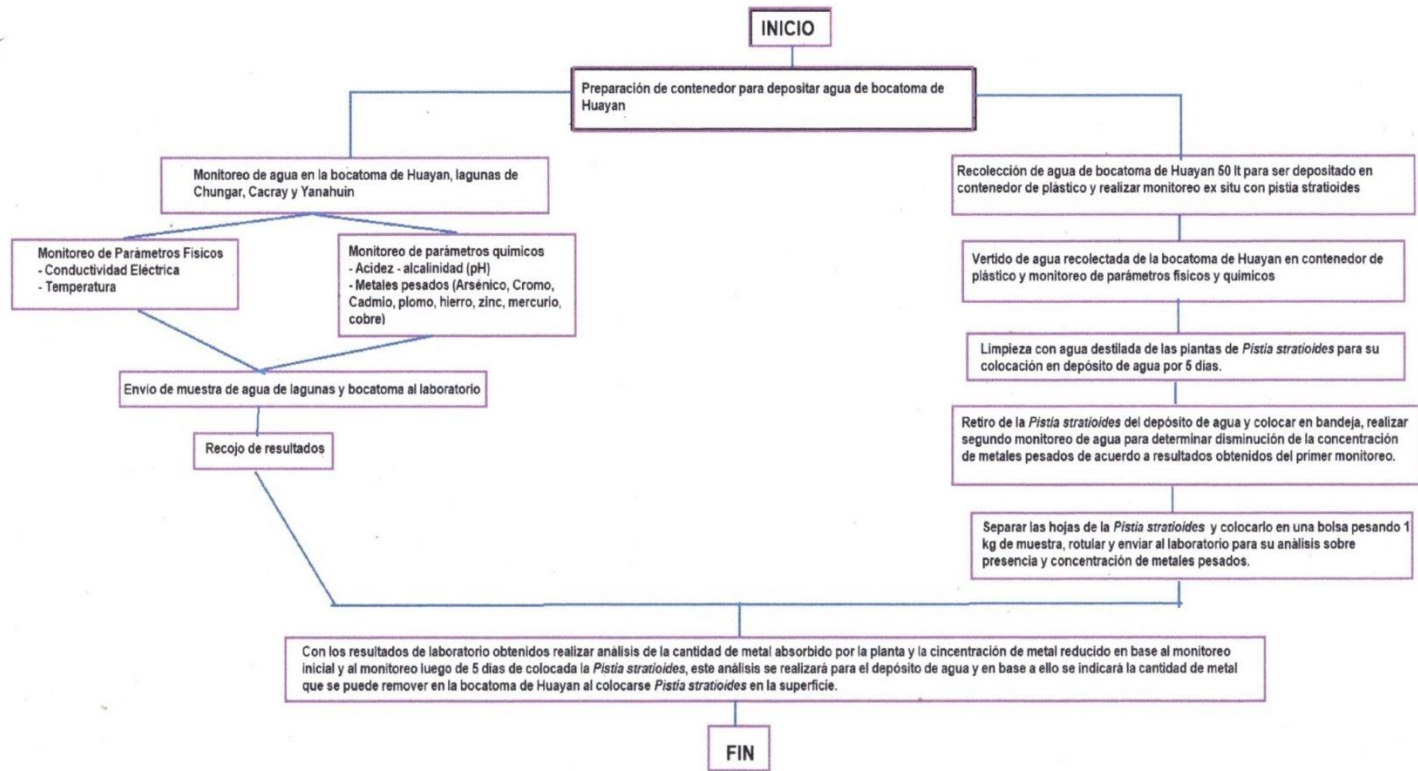
Exclp

¿Cuáles son los metales pesados que más absorbe la <i>Pistia stratioides</i> en la cuenca baja del río Chancay, 2022?	Determinar cuáles son los metales pesados que más absorbe la <i>Pistia stratioides</i> en la cuenca baja del río Chancay, 2022		cuerpos de agua que presentan contaminación por metales pesados, para que este tratamiento tenga éxito se necesita usar absorbentes eficientes y eficaces (Carreño, 2017).	inicial del agua para medir las concentraciones de los metales pesados. 2.- Se realizará un monitoreo de agua posterior a la colocación de la <i>Pistia stratioides</i> .	Cadmio (Cd) mg/L
					Plomo (Pb) mg/ L
					Hierro (Fe) mg/ L
					Zinc (Zn) mg/ L
					Mercurio (Hg) mg/ L
¿Cuáles son los metales pesados presentes en la cuenca baja del río Chancay, 2022?	Determinar que metales pesados están presentes en la cuenca baja del río Chancay, 2022				Cobre (Cu) mg/ L



Anexo N°02: Diagrama de Flujo para determinar la influencia de la *Pistia stratioides* en el tratamiento de metales pesados en la cuenca baja del río Chancay, 2022.

Edy



Fuente: Elaboración propia



FORMATO ENVÍO DE MUESTRAS

Cliente:	
Contacto:	
Email:	
Teléfono:	
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Lote	
Cultivo	
Variedad/Patrón	
Estado fenológico	
Fecha de muestreo	
TIPO DE MUESTRA (MARCAR CON X):	
Suelo	<input type="checkbox"/>
Agua	<input type="checkbox"/>
Foliar	<input type="checkbox"/>
Fruto	<input type="checkbox"/>
Raíz	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/> Especificar:
TIPO DE ANÁLISIS (MARCAR CON X):	
Análisis de caracterización	<input type="checkbox"/>
Análisis físico - químico	<input type="checkbox"/>
Análisis de nutrientes	<input type="checkbox"/>
Análisis de arginina	<input type="checkbox"/>
Análisis de metales pesados	<input type="checkbox"/>
Análisis microbiológico	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/> Especificar:

Fuente: Laboratorio SGS

Exhib

Anexo N° 04: Instrumentos de recolección de datos para tratamiento de metales pesados

Handwritten signature

ETIQUETA PARA MUESTREO DE AGUA	
Solicitante	
Lugar de Muestra	
Código de muestra	
Fecha de muestreo	Hora de muestreo
Monitoreado por	
Análisis solicitado	

Fuente: Protocolo nacional de monitoreo de agua (ANA, 2016)

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO											
Título de la Investigación:											
Responsable de la Investigación:											
Responsable del monitoreo:											
Fecha de monitoreo:											
Punto de Monitoreo	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura	Hora	Parámetros		
					Norte / Sur	Este/Oeste	msnm		pH	Cond. Elect	Temperatura

Fuente: Protocolo Nacional de Monitoreo de Agua (ANA, 2016)



CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA

DATOS DEL CLIENTE										Análisis requeridos/preservante			TIPOS DE AGUA	
Cliente										Cantidad de envases (Plástico/vidrio)			AGUA NATURAL AP: Agua de piscina ASUB: Agua subterránea AMA: Agua de manantial AT: Agua termal AS: Agua superficial ADR: Agua de río ADL: Agua de lago/laguna ADA: Agua de deposición atmosférica	
Contacto											AGUA SALINA AM: Agua de mar ASL: agua salobre SAL: Salmuera ARS: Agua de inyección y reinyección (salina)			
Teléfono											AGUA RESIDUAL ACE: Agua de circulación o enfriamiento AAC: Agua de alimentación para calderas AC: Agua de calderas AL: Agua de lavitación			
E-mail											AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO APR: Agua purificada ARP: Agua de inyección y reinyección (de proceso)			
Proyecto											OBSERVACIONES			
Lugar de Inspección														
Muestreado por:	<input type="checkbox"/> SGS <input type="checkbox"/> Cliente		Frecuencia de monitoreo <input type="checkbox"/> Periódico <input type="checkbox"/> No periódico <input type="checkbox"/> Especial											
N° de CI			N° de Pre-Acta Fecha de inicio Fecha de finalización Hora de inicio Hora de finalización											
Estación	Coordenadas UTM	Altitud	Tipo de agua	Tipo de muestra		Fecha	Hora	P	V					
	WGS 84 <input type="checkbox"/> PSAD56 <input type="checkbox"/>			Simple	Compuesta									
Inspector responsable: _____ Fecha: _____ Firma: _____										N° de Coolers <input type="checkbox"/> N° de Frascos <input type="checkbox"/> N° de Ice Pack's <input type="checkbox"/>	Fecha de Recepción de las muestras: _____ Hora: _____ Responsable de la Recepción de Muestras: _____ Firma: _____			
Representante del Cliente: _____ Firma: _____										Condiciones en que se recibieron las muestras: Refrigeradas <input type="checkbox"/> Preservadas <input type="checkbox"/> Dentro del tiempo de conservación <input type="checkbox"/> N° de muestras rotas <input type="checkbox"/> Otros (especifique) <input type="checkbox"/>		Temperatura <input type="text"/>		

Fuente: Área de Medio Ambiente laboratorio SGS

**Anexo N°04: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN****I. DATOS GENERALES**1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr. Edgardo Casasola Bonifaz1.2. Cargo e institución donde labora: E & D Consultores y Asesores1.3. Especialidad del validador: Dr. En Sostenibilidad Ambiental1.4. Nombre del instrumento: Instrumento de Recolección de Datos

1.5. Título de la investigación:

"Influencia de *Pistia stratioides* en el tratamiento de metales pesados en la cuenca baja del río Chancay, 2022"

1.6. Autor del instrumento: Deisi del Carmen Yance Rojas

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.			50		
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.			55		
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología			52		
4. Organización	Existe una organización lógica.			56		
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.			55		
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias			55		
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.			55		
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones			58		
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico			54		
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.			55		
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN				54.5%		



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

↓ Variable Independiente: Influencia de la Pistia stratioides

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Eficacia de Remoción	Cantidad de metal pesado removido	X		
Eficacia de Absorción	Cantidad de metal absorbido	X		

↓ Variable Dependiente: Tratamiento de Metales Pesados

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Física	Conductividad Eléctrica	X		
	Temperatura	X		
Química	Acidez - alcalinidad	X		
	Arsénico	X		
	Cromo	X		
	Cadmio	X		
	Plomo	X		
	Hierro	X		
	Zinc	X		
	Mercurio	X		
	Cobre	X		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 54.5 %

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 24 de Marzo de 2022

Firma del experto informante

I N°: 08013498 Teléfono N° 945982185

Anexo N°16: Galería Fotográfica de Puntos de Monitoreo



Imagen 1: Vista Laguna Chungar



Imagen 2: Vista Laguna Yanahuin



Imagen 3: Vista laguna Yanahuin



Imagen 4: Restos de Antiguo campamento Chungar – zona de aluvión



Imagen 5: Vista amplia de zona de aluvión – Laguna Yanahuin



Imagen 6: Vista Laguna Cacray



Imagen 7: Vista de bocatoma de Huayan



Imagen 8: Vista de compuertas de Huayan – Ingreso de agua para reservorios de Emapa Huaral

Anexo N°17: Galería Fotográfica del procedimiento de Monitoreo de Agua y aplicación del tratamiento



Imagen 9: Equipo pHmetro empleado para medir el nivel acidez – alcalinidad



Imagen 10: Equipo conductímetro empleado para medir Conductividad Eléctrica y Temperatura



Imagen 11: Equipo GPS usado para medir las coordenadas y altitud



Imagen 12: Materiales de laboratorio empleados en el monitoreo



Imagen 13: Recojo de agua para primer monitoreo en Laguna Chungar



Imagen 14: Llenado de frasco con agua de laguna Chungar para análisis



Imagen 15: Monitoreo de parámetros físicos en campo laguna Chungar



Imagen 16: Recolección de muestra de agua Laguna Yanahuin para análisis en laboratorio



Imagen 17: Agregando preservante HNO_3 a muestra de agua para conservación hasta entrega en Laboratorio



Imagen 18: Medición de conductividad eléctrica muestra de agua laguna Yanahuin



Imagen 19: Toma de coordenadas, altitud con GPS



Imagen 20: Recolección de agua para análisis laguna Cacray



Imagen 21: Preparación de muestra laguna Cacray para análisis



Imagen 22: Medición de conductividad eléctrica laguna Cacray



Imagen 23: Medición de pH laguna Cacray



Imagen 24: Recolección de agua para monitoreo bocatoma de Huayan



Imagen 25: Medición de coordenadas y altura bocatoma de Huayan



Imagen 26: Muestra de agua bocatoma de Huayan para monitoreo de parámetros en campo



Imagen 27: Medición de pH bocatoma de Huayan



Imagen 28: Medición de conductividad eléctrica bocatoma de Huayan



Imagen 29: Registro de datos en libreta de campo



Imagen 30: Bocatoma de Huayan con equipos para monitoreo de agua



Imagen 31: Lavado de *Pistia stratioides* con agua destilada



Imagen 32: Pistia stratioides colocada en agua recolectada de bocatoma de Huayan para tratamiento de metales pesados



Imagen 33: Vista de la Pistia stratioides en envase de plástico con agua recogida de Huayan



Imagen 34: Toma de muestra de agua después de la aplicación de Pistia stratiodes para monitoreo



Imagen 35: Medición de pH después de realizado el tratamiento con Pistia stratioides

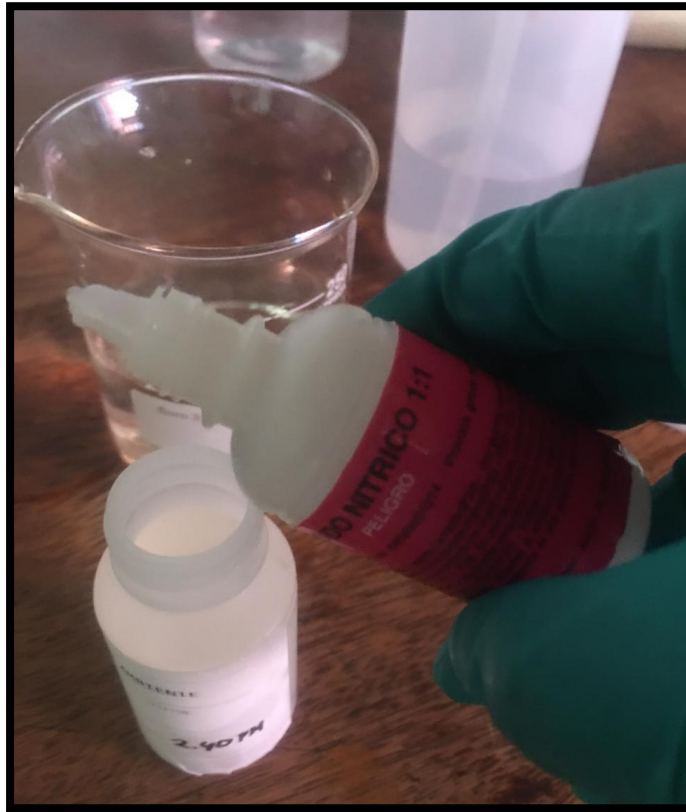


Imagen 36: Preparación de muestra de agua con preservante HNO_3 para análisis en laboratorio después del tratamiento



Imagen 37: Frascos con muestra de agua y equipos utilizados para el monitoreo



Imagen 38: Hojas de Pistia stratioides ya separadas después de realizado el tratamiento



Imagen 39: Pesado de muestras de hoja de Pistia Stratioides para envío a laboratorio para análisis

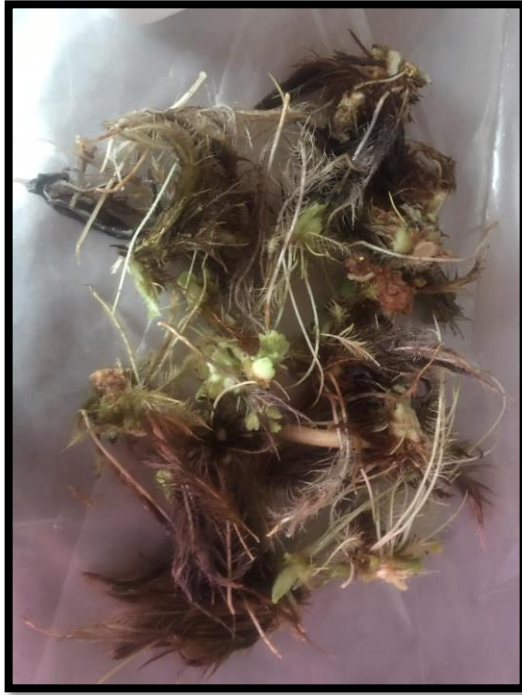


Imagen 40: Restos de raíz de Pistia stratioides después de realizado y tratamiento y ser separadas de hojas.