



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

***Schoenoplectus californicus* (totora) como biorremediador para
mitigación del arsénico y plomo en aguas del río Opamayo,
Rumichaca - Huancavelica – 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Araujo Mayhua, Yosser Cristian (ORCID: [0000-0003-1608-8134](https://orcid.org/0000-0003-1608-8134))

Castro Ventura, Cristhian Jhoseph (ORCID: [0000-0002-8672-889X](https://orcid.org/0000-0002-8672-889X))

ASESOR:

MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel (ORCID: [0000-0001-7889-7928](https://orcid.org/0000-0001-7889-7928))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, a mi adorada madre, por el amor incondicional, apoyo constante y sabios consejos que me han brindado siempre.

Araujo Mayhua, Yosser Cristian

A mi madre Zenaida Ventura Huamani, por su inmensurable amor y apoyo, siendo un gran ejemplo de lucha y perseverancia.

Castro Ventura, Cristhian Jhoseph

AGRADECIMIENTO

A la universidad Alas Peruanas por los 5 años de nuestra educación superior.

A la Universidad Cesar Vallejo que nos dio la oportunidad de poder sacar el grado de titulación y no perder el tiempo en estos tiempos difíciles en los que nos encontramos.

A nuestras familias por el apoyo económico y emocional para seguir adelante.

Los autores

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	vi
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
I. MARCO TEÓRICO	6
II. METODOLOGÍA.....	17
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:	18
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE:	18
3.2.1. Variables:.....	18
3.2.2. Operacionalización de variable: Tabla 1	18
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO:.....	19
3.3.1. Población:.....	19
3.3.2. Muestra:	19
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:	19
3.4.1. Técnicas:.....	19
2.4.2 Instrumentos de recolección de datos:.....	20
2.4.3 Validez y confiabilidad.....	20
3.5. PROCEDIMIENTOS	21
3.5.1 Ubicación.....	21
3.5.2 Recolección de Plantas.	21
3.5.3 Construcción del sistema.....	22

3.5.4 Tratamientos	22
3.5.5 Obtención de las muestras de agua.....	23
3.4.2.2. En laboratorio:	24
3.5.6 Proceso de la minimización de los metales	24
3.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS:	24
3.7. ASPECTOS ÉTICOS:	25
IV. RESULTADOS	26
VI RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	43
ANEXOS	49

Índice de tablas

Tabla 2. Validación de los instrumentos	20
Tabla 4.1.1 Resultados iniciales del agua contaminada.	27
Tabla 4.2.1 Características iniciales del <i>Schoenoplectus californicus</i> (totora)	28
Tabla 4.3.1 Características finales <i>Schoenoplectus californicus</i> (totora).....	29
Tabla 4.3.2 Comparación del crecimiento de la totora en el tratamiento.....	29
Tabla 4.3.3, Nivel de absorción de la totora de plomo y arsénico como planta total.....	30
Tabla 4.3.4 Comparación de absorción de plomo y arsénico.....	31
Tabla 4.3.5 Resultados del plomo y arsénico en el agua según tratamiento	32
Tabla 4.3.6. Análisis de variancia para el plomo.....	32
Tabla 4.3.7 Prueba de Tukey para plomo.....	33
Tabla 4.3.8. Análisis de variancia para el arsénico	34
Tabla 4.3.7 Prueba de Tukey para arsénico.....	34

Índice de figuras

Figura 1, ubicación del trabajo experimental	21
Figura 2. Biofiltros con las plantas de totora.....	22
Figura 3. Efecto del tratamiento sobre las características de la planta	30
Figura 4. Efecto del tratamiento sobre el Arsénico	31
Figura 5. Efecto del tratamiento sobre el plomo	33
Figura 6. Efecto del tratamiento sobre el arsénico	35

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el *Schoenoplectus californicus* (tatora) como biorremediador para mitigación del arsénico y plomo en aguas del río Opamayo, Rumichaca – Huancavelica – 2021, es de tipo aplicado, experimental, para lo cual se utilizó 50 plantas, que fueron distribuidas en cada tratamiento de 10, 15 y 20 plantas, el trabajo se planteó bajo el diseño completamente al azar, se construyó 3 biofiltros con materiales de piedras y grava colocándose de mayor tamaño a menor tamaño hasta llegar a arena donde se sembró las totoras. Las muestras de agua fueron colectadas del curso de aguas del río Opamayo con una muestra de 31 L. Los resultados obtenidos de las características iniciales del agua del río Opamayo para el pH en promedio es de 5.4, con una turbiedad de 997 UNT y de plomo se determinó 2.78 mg/L y de arsénico de 1.32 mg/L valores muy encima de los límites permitidos, El tamaño inicial del tallo de la tatora fue 10.67 Cm y para el tamaño de la raíz de 4.97 cm y para la biomasa de 66.67 g respectivamente, al final el tamaño del tallo fue de 23.67 cm, para la raíz de 9.93 cm y para la biomasa de 136.67 g. Se determinó que para todos los tratamientos tanto para plomo como para arsénico que existe diferencia significativa ($P>0.05$) Y el tratamiento 3 con 20 plantas fue el mejor en comparación con los otros tratamientos. Finalmente, la eficiencia de adsorción fue del 90.65% en plomo y de 99.24 % de arsénico con ello se afirma que las plantas de tatora son plantas acumuladoras.

Palabras clave: *Schoenoplectus californicus* (tatora), río Opamayo, fitorremediación

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the *Schoenoplectus californicus* (cattail) as a bioremediator for mitigation of arsenic and lead in waters of the Opamayo river, Rumichaca - Huancavelica - 2021, it is of an applied, experimental type, or which 50 plants were used, that were distributed in each treatment of 10, 15 and 20 plants, the work was raised under a completely random design, 3 biofilters were built with stone and gravel materials, placing them from larger to smaller size until reaching sand where the cattails. The water samples were collected from the Opamayo river watercourse with a sample of 31 L. The results obtained from the initial characteristics of the Opamayo river water for the average pH of 5.4, with a turbidity of 997 NTU and lead were determined 2.78 mg / L and arsenic of 1.32 mg / L values well above the allowed limits, The initial size of the reed stem was 10.67 Cm and for the root size of 4.97 cm and for the biomass of 66.67 g respectively, at the end the stem size was 23.67 cm, for the root it was 9.93 cm and for the biomass it was 136.67 g. It was determined that for all treatments for both lead and arsenic there is a significant difference ($P > 0.05$) and treatment 3 with 20 plants was the best compared to the other treatments. Finally, the adsorption efficiency was 90.65% in lead and 99.24% in arsenic, with this it is affirmed that reed plants are accumulator plants.

Keywords: *Schoenoplectus californicus* (totora), rio Opamayo, phytoremediation

I. INTRODUCCIÓN

La inquietud de los problemas y el impacto del ser humano sobre el ambiente posee una documentación Antigua, si bien se muestran este impacto ambiental en culturas preindustriales que se limitó al ámbito local, con la revolución industrial, las secuelas de la influencia que causa sobre el medio ambiente se incrementaron grandemente, llegando a observarse en espacios a nivel global, es por ello toda investigación para obtener un progreso sostenible necesariamente se tiene que entender desde los conflictos sociales y ecológicos que lo genera (Londoño, 2016).

Los países desarrollados acumularon demasiadas emisiones durante 100 años, por todo el desarrollo industrial y también por los estándares de consumistas actuales, por lo que advierten, si esto continua así, no bajaría de 2.500 millones de toneladas por el contrario subiría a 3.500 o 5.100 millones de toneladas para el 2020 (Escoba, 2014).

Por otro lado, la minería es la actividad que causa la contaminación por metales pesados del proceso de extracción, toda acción que se realiza en favor de mitigar la contaminación de los derrames de relaves, como la adaptación de variedades vegetales permitirá que el agua contaminada recupere a través, de la capacidad biorremediadora, la supervivencia, crecimiento y desarrollo a través de pruebas experimentales (Pizarro, 2014), así mismo este perjudica a diferentes nichos ecológicos que sumado al poder de las empresas, la debilidad y complicidad del Estado, contribuyen pese a saber que existe un grave problema sobre el vertido de relaves en la mina Chica, hoy Minera Kolpa SA, con perjuicios al medio ambiente y que no tienen respuesta a sanciones y que solo existe impunidad ambiental de los sectores nacionales (Pinto H, 2014).

Por los informes de la Autoridad Nacional del Agua de 2021, manifiestan que todas las aguas que discurren en la provincia no cumplen las normas de medioambiente - Categoría 3 R, esto porque sobrepasan los límites máximos

permitidos que autoriza en el contenido de los metales pesados, indicando que este tipo de agua no debería ser usado para regar plantas no agua de bebida para los animales.

El sistema de biorremediación, proceso por el cual se aprovecha la capacidad de los microorganismos para absorber, degradar o transformar contaminantes y eliminar, o mitigar sus efectos en el suelo, agua. Existe una biorremediación in situ y ex situ en la que la primera es la que se realiza en el lugar y la segunda se realiza en un lugar preparado. Para el proceso de biorremediación in situ a su vez dividido en 4 métodos: Atenuación natural, bioventilación y bioaumentación (Cota-Ruiz et al., 2018). Sin embargo, el propósito de la eliminación de grandes cantidades de metales mediante biorremediación se considera biotecnología que actualmente se han ido desarrollando y mejorando (Sunita, 2020). Asimismo, es innegable que el uso de procesos biológicos para el tratamiento de efluentes o fuentes contaminadas semeja o simula a métodos químicos y físicos que mejora en términos de eficiencia y de economía (Sun, 2018), Al mismo tiempo, existen diferentes tecnologías que abordan este problema, que incluyen sistemas moleculares que se usan para tratar la contaminación, que incluyen diferentes grupos microorganismos que permiten su degradación o su bioacumulación los metales pesados presentes en el agua (Garzón et al., 2017).

Los problemas más graves que comprometen la seguridad alimentaria es la contaminación por metales pesados y metaloides a los recursos hídricos, más aún se analiza el problema específicamente con la contaminación por mercurio (Hg), Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) tanto al ambiente como a los alimentos, estas fuentes son contaminantes de la acción antrópica que se luchan en el mundo entero (Reyes, 2016). La recomendación del reglamento técnico-sanitario para el suministro y control de calidad del agua potable destinada al consumo (Real Decreto

1138/1990), el plomo, el cadmio y arsénico son considerados contaminantes tóxicos del agua, y lo máximo permitido para Pb y arsénico de 50 ppb. Los límites de análisis en agua potable es de plomo y cadmio 0.05 ppb y arsénico: 0,20 ppb (Sunita et al., 2020).

La motivación de la presente investigación es por el derrame de relave ocurrido un 25 de junio 2010 donde al romperse el dique de una de las tres instalaciones de relaves de Compañía Minera Caudalosa S.A., trajo como resultado, el vertido de los relaves que son materiales de residuos tóxicos compuestos de minerales y muchos elementos químicos para obtener concentrados, los cuales contaminaron las aguas del río Escalera, luego los ríos Huachocolpa, Lircay , Opamayo, Cachi y finalmente el río Mantaro según las evaluaciones del Gobierno Regional de Huancavelica, se estima que entre el 5% y 10% de los relaves acumulados en el depósito de relaves se escurrieron en el río Escalera, que podría significar 50 toneladas de desechos tóxicos, por tal motivo se considera en la presente investigación determinar la cantidad de Arsénico (As) y Plomo (Pb) residual presentes en el río Opamayo y con ello poder tratar con el sistema de biorremediación con la especie vegetal y proponer la siembra de la especie *Schoenoplectus californicus* (totora) en el río.

De lo mencionado en la presente investigación se plantea como problema general ¿En qué medida el *Schoenoplectus californicus* (totora) como biorremediador para mitigación del arsénico y plomo en aguas del río Opamayo, Rumichaca – Huancavelica – 2021?, los problemas específicos: ¿Cuáles son las Características del *Schoenoplectus californicus* (totora) como biorremediador para mitigación del arsénico y plomo en Aguas del Río Opamayo, Rumichaca - Huancavelica – 2021?; ¿Cuál será la cantidad de plantas óptima en la biorremediación del *Schoenoplectus californicus* (totora) para mitigación del

arsénico y plomo en Aguas del Rio Opamayo, Rumichaca - Huancavelica – 2021?; ¿Cuáles son las características del proceso de biorremediación del *Schoenoplectus californicus* (totora) para mitigación del arsénico y plomo en Aguas del Rio Opamayo, Rumichaca - Huancavelica – 2021?; el objetivo general: Evaluar el *Schoenoplectus californicus* (totora) como biorremediador para mitigación del arsénico y plomo en aguas del rio Opamayo, Rumichaca – Huancavelica – 2021 y como objetivos específicos: Determinar las Características del *Schoenoplectus californicus* (totora) como biorremediador para mitigación del arsénico y plomo en Aguas del Rio Opamayo, Rumichaca - Huancavelica – 2021; Determinar la cantidad de plantas optima en la biorremediación del *Schoenoplectus californicus* (totora) para mitigación del arsénico y plomo en Aguas del Rio Opamayo, Rumichaca - Huancavelica – 2021 y Determinar las características del proceso de biorremediación del *Schoenoplectus californicus* (totora), para mitigación del arsénico y plomo en aguas del Rio Opamayo, Rumichaca - Huancavelica – 2021.

La Justificación teórica es por la presente investigación que se permitió contribuir a profundizar temas sobre la contaminación de Pb y As en las aguas aparte de usar terminologías de biorremediación para tratamientos de contaminantes de agua del Rio Opamayo, Rumichaca - Huancavelica. La justificación técnica, permite usar sistemas y técnicas de uso con especies vegetales en la remediación de las aguas como procesos de tratamientos y minimizar la contaminación y su posible consecuencia en los humanos. La justificación social, se dará a conocer a la población los resultados del estudio de biorremediación del *Schoenoplectus californicus* (totora), en relación a la concentración de arsénico y plomo en aguas del rio Opamayo, con la finalidad de prevenir la contaminación de la cadena trófica del Centro Poblado de Rumichaca. La justificación económica, con la biorremediación será una solución a los problemas de contaminación, debido a los bajos costos, menores a 30 y 50% a otras técnicas de limpieza, así como el uso de especies vegetales como alternativa a la biorremediación que no deja residuos que

puedan afectar el medio ambiente (Ruiz-Diez, 2012) y la justificación ambiental, por los contaminantes de plomo (Pb) y Arsénico (As), que generan contaminación al agua modificando el pH, la temperatura, la conductividad eléctrica, además el deterioro de la calidad de los ecosistemas que ocasionan una mayor toxicidad ambiental. Por tales motivos se hace necesario la remediación y esta debe de ser preferentemente empleando materiales e insumos orgánicos ecológicamente amigables con el ambiente que no generen residuos tóxicos o peligrosos para el ecosistema afectado.

I. MARCO TEÓRICO

(Rodríguez, 2018), con el objetivo de determinar la bioacumulación de metales pesados en *schoenoplectus californicus* (*Cyperaceae*) de las áreas bentónicas se cuantificaron las concentraciones de metales pesados como arsénico, cadmio, cobalto, cromo, mercurio, níquel y plomo presentes en el lago San Pablo (Imbabura-Ecuador) en dos estaciones climáticas (invierno y verano) también, se estimó el potencial de riesgo ecológico del medio ambiente, se empleó la técnica instrumental de absorción atómica con producción de hidruros y por llama directa que permitió la determinación de las cantidades de los metales pesados en ppm que se encuentran en el agua, raíces y tallos de la totora. En cuanto al factor de bioconcentración en las raíces y en los tallos presentes en *Schoenoplectus californicus*, se ha encontrado que, de manera general, este macrófito no tiene la capacidad para acumular grandes cantidades de estos metales pesados. Se concluye que la existencia de estos metales en el lago San Pablo se atribuye a la actividad antropogénica.

(Figuroa, 2004), cuyo objetivo fue Determinar los Metales (Ni, Pb, Cr, Cu y As) en *Ciprus californicus*, es un trabajo experimental, que se realizó en el lago Villarrica y el Lago Peralta como ecosistema prístino, se usó el *Scirpus californicus* por poseer una relativa abundancia de helófito, se utilizó la espectrofotometría de absorción atómica. Los resultados es que se encontraron mayores concentraciones en la raíz con promedios de 7.55, 12.3 y 64.04 mg/Kg de Pb, Cr y Ni. La mayor concentración de As se presentó en peralta.

(Cota-Ruiz et al., 2018), se encontró un problema de contaminación que está amenazando tanto la salud de los seres vivos como del ambiente, considerando a la biotecnología ambiental por intermedio de la biorremediación como un sistema para la minimización de contaminantes, son técnicas biológicas de tratamiento, que se toman a las plantas, algas, bacterias y hongos, con eficiencia para la degradación de ambientes contaminados por metales pesados, hidrocarburos, compuestos xenobióticos, y elementos radioactivos. Siendo una

tecnología que se está renovando continuamente y está alcanzando un nivel en términos de eficacia y muy provechoso en el factor económico para disminuir los contaminantes.

Otiniano (2018), con el objetivo de generar opinión sobre biorremediación de metales pesados, indicó que el desarrollo de la minería no está acorde a las necesidades tecnológicas de producción, es por ello que ahora es uno de los principales problemas de contaminación del ambiente en los yacimientos artesanales de extracción de oro, al no poseer implementos de protección de trabajo, así como el uso de ingredientes químicos para su explotación. Que generan residuos de aguas con metales pesados como mercurio, arsénico, cromo, cadmio, hierro, plomo, y un aumento de cianuro al ocasionar diversos problemas de salud, la biorremediación de metales, como: la bioabsorción donde inmoviliza los metales por materiales biológicos de origen diverso; de igual manera por intercambio iónico y bioquímica entre los metales y los grupos funcionales presentes en las paredes celulares de algas, hongos, bacterias, o en otros polisacáridos como la celulosa, el quitosano, etc., hacen que sean eficientes. La biotransformación mediante reacciones de óxido - reducción en las que el metal se vuelve menos soluble y precipita. Así mismo, la biomineralización, juega un papel importante el metabolismo celular, que causan la evaporación del átomo por otro lado, la biorremediación como técnica de bioabsorción, por el poco costo, el breve periodo de tratamiento y al no tener productos metabólicos tóxicos. Hace que se considere una de los tratamientos de tecnologías limpias para el tratamiento de las aguas contaminadas con metales pesados.

(Takahashi, 2018), con el objetivo de ejecutar la evaluación de la remoción de los metales plomo y cadmio por células inmovilizadas de *Pseudomonas putida* ATCC 49128 presentes del agua extraído del afluente del río Pativilca, Barranca – Lima; la cepa bacteriana se adquirió del American Type Culture Collection, que

fue multiplicada con agar King B e incubada durante 24 horas a 35 °C, previamente se adaptó con la finalidad de tener un mayor actividad de degradación, se realizaron con diferentes cantidades de plomo y cadmio (desde 0,01 mg/ml hasta 0,1 mg/ml) en caldo tripticasa de soya como resultados se logró que la bacteria se adapte con una cantidad de 0,01 mg/ml de plomo y cadmio, además se determinó un crecimiento óptimo poblacional, en conclusión se determinó la eficiencia de remoción de $1,21 \pm 1,0369$ % en plomo y de $96,88 \pm 0,5103$ % en cadmio, de allí se puede deducir que las bacterias *Pseudomonas putida* ATCC 49128 inmovilizadas y adaptadas lograron remediar a las aguas contaminadas con iones metálicos.

(Alcántara-Malca & Esenarro-Vargas, 2019), mencionan que el método de remediar aguas contaminadas por acción de las mineras y que vierten estos a los cuerpos de agua, conteniendo muchos metales pesados, donde la biorremediación son sistemas muy baratos y eficientes, esta investigación de remediación se plantea aplicar un método químico no convencional de muy bajo costo que es la remediación utilizando cascarilla de arroz. Como resultados menciona que este disminuye significativamente la concentración de metales pesados en las aguas provenientes del proceso minero formal, el trabajo consistió contaminar el agua con soluciones diferentes de metales pesados para con esta usar como dispersores de jabón de 90 a 110 ml encontrándose que los porcentajes de extracción de metales pesados oscilan en el rango de 95% a 99%.

(Vaca A., 2018), con el objetivo de evaluar la capacidad de absorción de especies de macroalgas en la remoción de Cd por la técnica de bioabsorción como una alternativa ecoamigable a los tratamientos convencionales de agua, se emplearon las especies *Acanthophora spicifera*, *Padina pavónica*, *Sargassum ecuadorenum*, por ser especies que se encuentran fácilmente en la zona, además se encontró muchos trabajos que muestran su poder bioacumulador de

los metales pesados, después del trabajo se recopiló y envió las muestras de material vegetal para su análisis de laboratorio en la cual prepararon y luego fueron sometidos al equipo de espectrofotometría de absorción atómica de horno de grafito (Varian 220Z Spectra), luego se puso en el agua para filtrar las soluciones de Cd (0.5 y 1 mg/L), luego fue filtrado y también procesado por espectrofotometría, en conclusión se demostró que el *Padina pavónica* si se debe catalogar con una planta bioabsorbente.

(Carreño-sayago, 2016), cuyo objetivo fue diseñar un sistema de tratamiento con un filtro biológico y una técnica de biorremediación para las aguas contaminadas con metales pesados, con la zeolita y las plantas acuáticas como la *Lemna minor* (Lenteja de agua), la *Eichhornia crassipes* (Buchón de Agua), para esto se colocó esta planta en aguas industriales contaminadas así como las zeolitas por ser fáciles de conseguir, baratos, concluyendo que en este proceso de tratamiento con zeolitas y plantas acuáticas se están usando frecuentemente por ser muy eficientes en el tratamientos de aguas industrias contaminadas y porque si no se trata adecuadamente estos se vierten a los cuerpos de aguas estos contaminantes como los metales pesados con graves consecuencias para el medio ambiente.

(Garzón et al., 2017), mencionaron que la biorremediación como opción para solucionar problemas de contaminación y su relación en el desarrollo sostenible manifiesta que la biorremediación, en la actualidad se está convirtiendo en una herramienta fundamental y promisoras en relación a otras técnicas tradicionales físico-químicas en la biorremediación de los cuerpos de aguas. Razón por la cual, por ello la aplicación de la biorremediación como posibilidad del uso como biotecnología para resolver temas concernientes al tratamiento de contaminación, han registrado desde la década de 1970, ser eficiente y rentable en la minimización de muchos contaminantes, sin embargo

pese a tener muchos beneficios, se han encontrado con diferentes barreras que impiden su uso como la diversificación del ambiente, el sustrato y las características de viabilidad limitada de los microorganismos de origen natural y la biodegradación.

(Lanza, 2017), específico algas con acumulación de metilmercurio en el Perifitón de un lago andino tropical de gran altitud donde sostiene que el perifiton para la producción y acumulación de metilmercurio (MeHg) la cual ahora es bien conocida en los ecosistemas acuáticos, estas bacterias reductoras de sulfato y otros grupos microbianos se identificaron como los principales productores de MeHg, las algas perifitonas sobre la acumulación y transferencia de MeHg a la red alimentaria, los grupos específicos de algas en la acumulación de MeHg en el perifiton de *Schoenoplectus californicus* ssp. (Totora) y *Myriophyllum* sp. en Uru Uru, un lago boliviano tropical de gran altitud con importantes actividades mineras que existen a su alrededor donde las concentraciones de MeHg están más fuertemente relacionadas con la abundancia celular del género *Clorofito Oedogonium*, además de la presencia de otros 34 géneros identificados donde el MeHg también se relacionó con la clorofila-a total (algas totales) lo que sugiere que es el grupo más influyente para la acumulación de MeHg y la composición de algas perifitónicas en esta ubicación particular y en un momento dado.

(Raj et al., 2018) Los polisacáridos extracelulares (EPS) son subproductos bacterianos extensamente estudiados con alto peso molecular atribuido a demasiadas aplicaciones, su aplicación en el campo de la alimentación, industrias fueron bien conocidas por su gran eficacia en la biorremediación de aguas y suelos contaminados con metales pesados. Los EPS tienen el papel fundamental de desempeñar en la biorremediación de metales pesados, aumentando así la capacidad de biorremediación para abordar problemas de la contaminación por metales pesados en suelo y agua.

(Vassalle et al., 2020) Se estudió con el objetivo de evaluar la eficiencia de un fotobiorreactor tubular horizontal semicerrado (PBR) en escala demostrativa para eliminar un total de 35 compuestos y diferentes fármacos presentes en el agua de riego de una zona rural periurbana. La mayoría de estos compuestos estudiados no se elimina por completo durante el tratamiento convencional de aguas residuales, a lo que justifica la necesidad de investigar alternativas y estrategias de tratamiento.

(Nie et al., 2020) Se determinó que la aplicación de pesticidas reduce la pérdida de cultivos al mismo tiempo que aumentar la productividad de los cultivos y el uso frecuente de plaguicidas puede causar graves problemas ambientales debido a su alta composición. La cual con la tecnología de micro algas se ha tenido un éxito considerable en la eficiencia de tratamiento de la contaminación por plaguicidas. En esta revisión, los mecanismos metabólicos responsables de la eliminación de plaguicidas se resumen en base a estudios previos. Los diferentes métodos utilizados para mejorar la capacidad de las micro algas para eliminar pesticidas son evaluados críticamente.

(Saad H. Ammar, Hussein J. Khadim, 2019) En su trabajo investigo la viabilidad de cultivar dos especies de micro algas *Nannochloropsis oculata* e *Isochrysis galbana* en medio de cultivo que contiene agua producida en campos petrolíferos, para tratamiento simultáneo de aguas residuales y producción de biomasa. Se realizaron varios experimentos por lotes utilizando diferentes cargas de efluente (10 a 50%) Se estudió el efecto de las cargas de efluentes sobre las remociones de petróleo y DQO. Para ello se utilizó el método de adaptación progresiva.

(Pacheco et al., 2020) Demostró que el uso de microalgas es un método eficaz en los procesos de tratamiento de agua y presenta varias formas para desarrollar bio productos innovadores con aplicaciones en industrias. Usando un software de análisis bibliométrico SciMAT, se realizó un mapeo del campo de investigación entre 1981 y 2018 identificando los temas de actualidad y las tendencias estudiadas hasta ahora, centrándose en el desarrollo de métodos de tratamiento eficientes y rentables que permitan la producción de productos de valor añadido, que conduzcan a una economía azul y circular.

(Sun et al., 2019) En este trabajo se estudiaron los efectos de sustancias orgánicas, oxígeno disuelto (OD) y nitrato sobre la oxidación de sulfuros y el crecimiento bacteriano. Los resultados mostraron que *Paracoccus* sp. (N1), *Pseudomonas* sp. (N2) y *Pseudomonas* sp. (S4) tienen una gran adaptabilidad a entornos con bajo OD y altas concentraciones de sustancia orgánica. Se optimizó un aditivo SOB en agua olorosa artificial. El aditivo SOB optimizado es una mezcla de solución bacteriana al 80% de N1 y al 20% de N2 con una absorbancia igual a 0,5 a una longitud de onda de 600 nm (OD), y la dosis óptima del aditivo es de 20 ml / L., y los resultados indicaron que el aditivo SOB optimizado tiene un excelente rendimiento para la biorremediación de ríos olorosos.

(Apaza & Valderrama, 2020) En el presente trabajo se menciona que la contaminación ambiental por metales pesados representa un problema grave para el ser humano y el ecosistema por su grado de toxicidad, es por ello que es necesario tener alternativas de tratamiento para su disposición, se realizó el proceso de biorremediación de los metales plomo y cadmio; mediante el empleo de hongos nativos aislados de la poza de oxidación del laboratorio metalúrgico de la Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa – Perú; en medios de cultivo Saboread dextrosa y caldo papa dextrosa se cultivaron las cepas fúngicas para realizar los ensayos de remoción de plomo y cadmio

(Ordoñez-Araque et al., 2020) El presente artículo tiene como objetivo la revisión de investigaciones que analicen la problemática del contenido de cadmio, plomo, arsénico y níquel en los suelos de plantaciones y en productos derivados del cacao. Se realizó una revisión sistemática consultando 18 artículos de las principales bases de datos. Se encontraron análisis de metales pesados relacionados con el cacao en distintos países del mundo.

(Romaniuk et al., 2007) En esta investigación, se estimó y comparó la tasa de descomposición de 2 tipos de hidrocarburos (gasoil y aceite de cárter) a través de las técnicas de atenuación natural y de la incorporación de un producto específico en un suelo franco extraído del horizonte A de un Argiudol típico. Simultáneamente se evaluó el efecto de dichas prácticas tecnológicas sobre algunas variables edáficas.

(Calvo Brenes & Mora Molina, 2012) En este estudio se analizó el contenido de coliformes fecales en 10 ríos de las provincias de San José, Alajuela, Heredia y Cartago, así como de la Península de Osa. Para correlacionar el contenido de coliformes fecales con la densidad poblacional, además se muestrearon 3 puntos en cada río: la zona alta cercana a la naciente, la zona media y la zona baja cercana a su desembocadura.

(González & Añorve, 2016) En este trabajo se detectaron los genes de resistencia a los metales de Cd, Pb y As en bacterias ácido filas aisladas de residuos mineros. La metodología consistió en el cultivo de 20 cepas ácido filas, la extracción de ADN de 20 bacterias ácido filas y la para posterior detección de los genes *cadA*, *pbrA* y *arsA* por PCR punto final.

(Bayona-penagos, 2020) Este trabajo menciona que los mecanismos de transporte y de defensa de las plantas para mitigar los efectos adversos de la

toxicidad del arsénico y cadmio. Además, se muestran algunas técnicas para la remediación de metales pesados, las cuales incluyen métodos físicos, químicos y biológicos. La desintoxicación por metales pesados en suelos se enfoca por un lado en su remoción y, por el otro, en la disminución de su biodisponibilidad y movilidad tanto en el suelo como en la planta.

(Covarrubias et al., 2015) Menciono que los procesos más usados en la biorremediación son la sorción, precipitación, lixiviación y volatilización de metales pesados. Sin embargo, son necesarios más estudios sobre la diversidad microbiana de los sitios contaminados con metales pesados para encontrar cepas mejor adaptadas y con mayor capacidad de biorremediación de estos contaminantes.

(Lencina et al., 2011)El presente propone el empleo de una celda móvil que permita generar un recinto estanco con el fondo del cauce, de tal forma que luego de evacuada el agua atrapada, se pueda disponer del fondo a cielo abierto y seco. Los sedimentos una vez extraídos podrían ser tratados para la obtención de materiales con valor agregado.

(Buendía et al., 2014)El objetivo del trabajo es conocer la capacidad de la planta de girasol *Helianthus annuus* L, para crecer, absorber y acumular metales pesados como el plomo en sus tejidos, se instaló un experimento en el Laboratorio de Fertilidad de la Universidad Agraria La Molina, que duró 60 días. Se utilizó el diseño estadístico completamente al azar, con tres repeticiones.

(Abbas et al., 2018) El presente estudio se llevó a cabo para investigar la movilidad y biodisponibilidad del As en el suelo de los arrozales bajo enmiendas de compuestos de Fe a lo largo de toda la fase de crecimiento de las plantas de arroz. Las enmiendas de óxidos de Fe poco cristalinos (PC-Fe), $\text{FeCl}_2 \cdot \text{NaNO}_3$ y

FeCl₂ redujeron el As del grano en un 54% ± 3,0%, 52% ± 3,0% y 46% ± 17%, respectivamente, en comparación con el control no enmendado.

(Zand et al., 2020) Destaca la importancia de la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) inducida por el As, así como sus efectos perjudiciales en las plantas a nivel bioquímico, genético y molecular. Las recientes investigaciones sobre el As en el sistema suelo-planta indican que la toxicidad del As para las plantas varía en función de su especiación en las plantas.

(He et al., 2019) El objetivo principal de esta investigación es estudiar la aplicación de hierro nanovalente (nZVI) y biocarbón (BC) para apoyar la remediación de suelos contaminados con cadmio utilizando especies vegetales. La concentración de cadmio en los tejidos vegetales aumentó con la concentración de nZVI, mientras que la aplicación de BC mejoró la inmovilización del Cd en el suelo.

(Zhao et al., 2012) El efecto de remediación depende de las características del biocarbón y del suelo y de sus interacciones; las aplicaciones de biocarbón podrían disminuir la movilidad/biodisponibilidad de los HM en los suelos y la acumulación de HM en los suelos y la acumulación de HM en las plantas.

(Yu et al., 2017) El estudio reveló que los metales pesados ejercen parcialmente su toxicidad al perturbar el equilibrio de nutrientes y modificar actividades enzimáticas que inducen daños en las plantas. Sin embargo, *P. americana* ha desarrollado mecanismos de hiperacumulación para mantener el equilibrio elemental y la homeostasis redox bajo el exceso de Mn.

II. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

Tipo es aplicada. Se dice una investigación es aplicada porque propone desarrollar técnicas o para perfeccionar en mejorar su aplicación para obtener resultados satisfactorios y esta se pueda utilizar para conocer las realidades (Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, 2014).

Es cuantitativo, donde se cuantifica el estudio a partir de los análisis de hechos contables, donde se implique el sistema numérico y que genere los cálculos y elementos estadísticos. Además, este hecho hace que todo proceso involucra datos numéricos desde el momento de inicio hasta el final del trabajo con aprobar o rechazar las hipótesis planteadas y concluyendo para estos sean analizados a con pruebas estadísticas(Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, 2014).

El diseño es experimental, donde se manipuló la variable independiente del número de plantas con el objetivo de conocer su influencia el tratamiento de las aguas contaminadas con As y Pb que es la variable dependiente. Según (Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, 2014) mencionan que en este tipo de trabajos se manipula una o más variables independientes para luego ver resultados de variación que posee una o más variables dependientes.

Nivel explicativo, porque son toma de medidas o resultados que, con ello se caracterizan conceptos o fenómenos, que normalmente son de causas o que hechos generaron.

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE:

3.2.1. Variables:

Variable Independiente: Schoenoplectus californicus (totora) como biorremediador

Variable Dependiente: mitigación del arsénico y plomo en Aguas del Rio Opamayo.

3.2.2. Operacionalización de variable: Tabla 1

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO:

3.3.1. Población:

Para el caso de nuestra investigación, la población está constituida por todas las aguas contaminadas con As y Pb del río Opamayo.

Según (Oseda G, 2008) menciona que en la población están el conjunto de individuos donde poseen una misma formas de vivencia comunal al menos, poseer una cualidad de asociación voluntaria o de una familia, el ingreso a una misma universidad, o cosas parecida (p. 120).

3.3.2. Muestra:

Para la muestra se tomará 31 litros de agua contaminada del río Opamayo, del cual 1 litro será para el análisis respectivo. En donde cada sistema de filtro tendrá 10 litros de agua que fluir.

3.3.3 Muestreo

El muestreo del agua fue aleatorio respetando el protocolo de toma de muestra la cual, se tomó las muestras del centro del río cada 10 minutos hasta conseguir 50 litros, para luego homogenizar y con ello tomar los 31 litros que se necesita

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

3.4.1. Técnicas:

La técnica que se empleó en el presente estudio fue la observación, esta técnica se sustenta donde el investigador tiene que observar el objeto o proceso que se quiere analizar, donde se observará y se tendrá que tomar nota de todo hecho que pasa, siendo necesario el tener en cuenta el sentido, además de utilizar los instrumentos para

obtener datos con certeza (Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, 2014).

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos:

Los instrumentos que fueron usados en la presente investigación son las fichas de toma de datos como la obtención de las muestras de agua, análisis químicos, prueba del ensayo para la cantidad de plantas. Se encuentran ubicados en el (Anexo 05). Según (Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, 2014), mencionan que los instrumentos para la recolección de datos o recurso de campo hacia la sistematización en digital o en papel para que se necesita para anotar, lograr y archivar la información recogida.

2.4.3 Validez y confiabilidad

En la validez que necesita los instrumentos de recolección de datos del trabajo de investigación se dio por expertos que poseen la especialidad en el tema de estudio, donde evaluaron y validaron de forma individual y a su criterio.

Tabla 2. Validación de los instrumentos

NOMBRE DEL ESPECIALISTA	REG.CIP	ACEPTABILIDAD		PORCENTAJE DE VALIDACION	
		ACEPTABLE	INACEPTABLE	Características Schoenoplectus californicus (totora)	Número de plantas por tratamiento
ING. LUIS HOLGUIN ARANDA	111614	X		85%	85%
IORELA VANESA GUERE SALAZAR	131344	X		90%	85%
LUCERO CASTRO TENA	162994	X		85%	85%

3.5. PROCEDIMIENTOS

3.5.1 Ubicación.

El presente proyecto tiene como lugar realizarse en el Distrito de Huancavelica en el centro poblado de Rumichaca, Departamento de Huancavelica y los análisis de agua se realizaron en un laboratorio certificado.



Figura 1, ubicación del trabajo experimental

3.5.2 Recolección de Plantas.

Las plantas se recolectaron del centro poblado de Rumichaca, son plantas que están creciendo en una lagunilla, La recolección se realizó en horas de la mañana teniendo cuidado de no dañar las raíces y obtener plantas completas. Se recolectó en un número de 50 ejemplares que fueron sembrados en cada unidad experimental.

3.5.3 Construcción del sistema

Para la construcción del sistema se compró baldes de 10 litros de capacidad a los cuales se adaptó un grifo de PVC para la salida del agua, en ella se simuló un humedal artificial donde se puso piedras de río de 5 cm de diámetro aproximadamente como primera capa, luego piedras más pequeñas y la última capa fue de arena fina, donde se sembró las plantas.



Figura 2. Biofiltros con las plantas de totora

3.5.4 Tratamientos

Se tuvo para el presente trabajo experimental 3 tratamientos y fueron 10, 15 y 20 el número de plantas, las repeticiones será 3 tomas de muestra de las aguas en espacios de 4 horas cada uno, teniendo 3 repeticiones por tratamiento.

Tratamiento 1: 10 plantas de *Schoenoplectus californicus* (totoras)

Tratamiento 2: 15 plantas de *Schoenoplectus californicus* (totoras)

Tratamiento 3: 20 plantas de *Schoenoplectus californicus* (totoras)

3.5.5 Obtención de las muestras de agua

Se tuvo el punto de toma el representativo dentro de los que más afluentes se tenga, del cual se tomara 31 litros de agua contaminada del río Opamayo, y en cada sistema de filtro se utilizó 10 litros de agua que fluir.

El muestreo del agua fue aleatorio respetando el protocolo de toma de muestra la cual, se tomó las muestras del centro del río cada 10 minutos hasta conseguir 50 litros, para luego homogenizar y con ello tomar los 31 litros que se necesita

Se contó con un Kit de muestreo de agua y los implementos:

- ✓ Geoposicionador
- ✓ Muestreador (botella Van Dorn, Kemmerer o balde).
- ✓ Baldes plásticos de 20 L de capacidad,
- ✓ Cronómetro.
- ✓ Neveras de poliuretano con suficientes bolsas de hielo para mantener una temperatura cercana a 4°C.
- ✓ Frasco lavador.
- ✓ Toalla de papel absorbente.
- ✓ Lapicero y marcador de tinta indeleble.
- ✓ Tabla portapapeles.
- ✓ Guantes.
- ✓ Recipientes plásticos según requerimientos de análisis.
- ✓ Formato de captura de datos en campo (cadena de custodia)
- ✓ Bolsa plástica para guardar los formatos.
- ✓ Documentos de identificación personal
- ✓ Guardapolvo ropa de trabajo cómoda y que le brinde protección adecuada
- ✓ Gafas de seguridad

- ✓ Mascarillas
- ✓ Botas de caucho.

3.4.2.2. En laboratorio:

- ✓ Balanza analítica
- ✓ Campana extractora
- ✓ Bloque digestor
- ✓ Purificador de agua
- ✓ Espectrofotómetro de absorción atómica
- ✓ Horno mufla
- ✓ Estufa de convección forzada

3.5.6 Proceso de la minimización de los metales

En el proceso se tendrá cada sistema con un tanque donde se tendrá las muestras de las aguas de río contaminada en 10 litros cada una en la que tendrá un grifo de salida donde se controlará el flujo del agua haciendo que caiga 0.5 litros por minuto, donde se tendrá el tiempo suficiente para que las plantas y microorganismos trabajen en la degradación del As y el Pb.

Para las repeticiones se realizó las tomas de muestras cada 3 horas del flujo de los resultados se envió al laboratorio y se tabuló para el análisis respectivo

3.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS:

Para el presente trabajo de tesis se trazó bajo el Diseño Completo al Azar, que tuvo 3 tratamientos (número de plantas) con 3 repeticiones y siendo 10 kilos de

agua contaminada como unidad experimental. Para los análisis estadísticos de varianza se utilizó el software el SAS, y los promedios se someterá a la prueba de contraste de Tukey, para todos las figuras y tablas respectivas y algunas regresiones se usará el programa de Excel.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS:

Todos los datos y resultados contenidas en este trabajo de investigación son veraces y que no se manipuló respuesta alguna siempre respetando el reglamento de investigación, código de ética, la resolución rectoral N° 0089-2019 de la Universidad Cesar Vallejo, manejando adecuadamente la información y la propiedad intelectual de los autores. Considerando el cuidado del ambiente durante el proceso del desarrollo de la tesis. También la tesis fue sometida al software Turnitin para verificar su originalidad.

IV. RESULTADOS

4.1 Características iniciales del agua contaminada

Los resultados del análisis de pH, Turbidez, Plomo y Arsénico se muestran en la Tabla 4.1.1 son resultados iniciales de la muestra tomada del río Opamayo, de acuerdo al protocolo de aguas.

Tabla 4.1.1 Resultados iniciales del agua contaminada.

Muestra	pH	Turbidez	Plomo	Arsénico
1	5.8	998	2.96	1.27
2	4.95	985	2.71	1.33
3	5.46	1008	2.67	1.36
Promedio	5.4	997	2.78	1.32

De la Tabla 4.1.1 se observa al análisis químico se determinó para el pH en promedio de 5.4, es un agua ácida y también con una turbiedad de 997 UNT que nos hace suponer un agua turbia y de plomo se determinó 2.78 mg/L y de arsénico de 1.32 mg/L valores muy encima de los límites permitidos.

4.2 Características Iniciales del Schoenoplectus californicus (totora)

Los resultados iniciales tal como se colectaron de la Schoenoplectus californicus (totora) se muestra en la Tabla 4.1.2, por las características de la planta solo se observa la raíz y el tallo con hojas juntas.

Tabla 4.2.1 Características iniciales del *Schoenoplectus californicus* (totora)

Tratamiento	Tamaño tallo inicial	Tamaño raíz inicial	Biomasa inicial
1	14	4	80
2	12	4.9	60
3	10	6	40

De la Tabla 4.2.1 se observa que las características iniciales de cómo se colectó fue para tamaño del tallo un promedio para los tres tratamientos de 14, 12 y 10 Cm y para el tamaño de la raíz de 4, 4.9 y 6 cm y para la biomasa de 80, 60 y 40 g. respectivamente. Son plantas no muy grandes es por el ello el número de plantas por tratamiento.

4.3 Proceso del tratamiento del agua contaminada

Para el proceso de tratamiento del número de plantas fue de 10, 15 y 20 por cada unidad experimental, los resultados se muestran para cada toma de muestra en tres tiempos que fueron las repeticiones de trabajo.

4.3.1 Características finales de la totora.

El promedio de los tratamientos se muestra en la Tabla 4.3.1 para los valores de las características después del tratamiento, básicamente se tomó altura del tallo, raíz y la biomasa comparativa.

4.3.1 Características finales *Schoenoplectus californicus* (totora)

Tratamiento	Tamaño tallo final	Tamaño raíz final	Biomasa final
1	25	8	160
2	24	9.8	120
3	22	12	90

De la Tabla 4.3.1 se observa que los valores en cada tratamiento fueron para el tamaño del tallo para los tres tratamientos de 25, 24 y 22; para el tamaño de raíz de 8, 9.8 y 12 cm; y para la biomasa de 160, 120 y de 90 g. respectivamente. Los valores no fueron muy variables entre los tratamientos y durante el proceso su desarrollo fue normal.

Al comparar el crecimiento de la totora en el proceso del tratamiento se muestra en la Tabla 4.3.2

Tabla 4.3.2 Comparación del crecimiento de la totora en el tratamiento

	Tamaño tallo cm	Tamaño raíz cm	Biomasa g.
Periodo			
Inicial	12.00	4.97	66.67
Final	23.67	9.93	136.67

De la Tabla 4.3.2 se observa que hay un desarrollo importante de las plantas y con ello se demuestra que las plantas se desarrollaron en el agua contaminada y pudieron desarrollar su capacidad de ser planta acumuladora de metales pesados. Siendo el crecimiento final para el tallo de 23.67 cm, para la raíz de 9.93 cm y para la biomasa de 136.67 g.

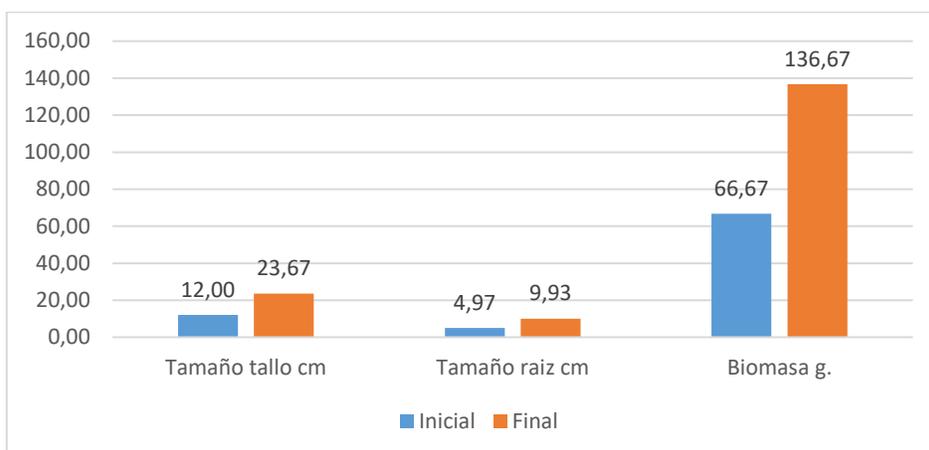


Figura 3. Efecto del tratamiento sobre las características de la planta

De la figura 3 se observa que al comparar el crecimiento tanto de tallos como raíces en comparación con el inicial y que con respecto a la biomasa acumuló nutrientes y es muy probable su acumulación de metales pesados.

4.3.2 Resultados de la absorción de *Schoenoplectus californicus* (totora) del de plomo y arsénico.

Tabla 4.3.3, Nivel de absorción de la totora de plomo y arsénico como planta total

Tratamiento	Plomo	Arsénico
Promedio	0.26	0.010

De la Tabla 4.3.3 se observa que al análisis de los valores promedios de absorción por la planta en promedio de los tres tratamientos en 0.26 mg/L y para arsénico de 0.01 mg/L, lo que hace que las plantas se consideren como acumuladores de metales pesados.

Al comparar con los datos iniciales de plomo y arsénico en el agua, podemos observar cuanto fue la absorción de la planta.

Tabla 4.3.4 Comparación de absorción de plomo y arsénico

Promedio tratamiento	Plomo Inicial	Plomo Final	Arsénico Inicial	Arsénico final
Comparación	2.78	0.26	1.32	0.01
% absorción	90.65		99.24	

De la Tabla 4.3.4 se observa que al comparar la absorción del plomo y arsénico residual en el agua el 90.65% en plomo y de 99.24 % de arsénico fue la absorción que realizó la planta, prácticamente desapareció los componentes contaminantes de agua.

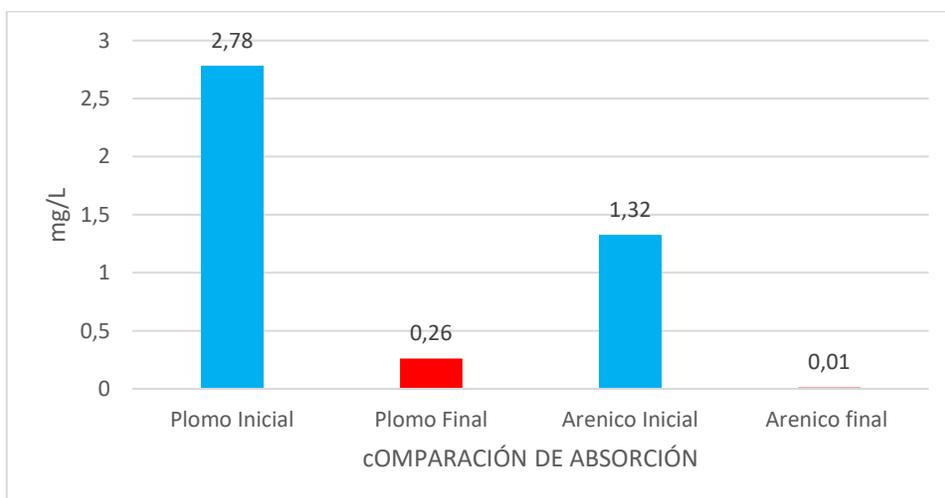


Figura 4. Efecto del tratamiento sobre el Arsénico

De la figura 4 se corrobora de la prueba de contraste de Tukey y que el mejor tratamiento es el tratamiento 3 por tener menor contenido de Arsénico en el agua.

Resultados del análisis estadístico de la degradación del arsénico y plomo según tratamiento y por cada repetición se muestran en la tabla 4.3.5.

Tabla 4.3.5 Resultados del plomo y arsénico en el agua según tratamiento.

Tratamientos	Repetición	Pb mg/L	As mg/L
T1	1	0.87	0.93
	2	0.92	0.941
	3	0.88	0.92
Promedio		0.89	0.93
T2	1	0.26	0.54
	2	0.24	0.53
	3	0.34	0.56
Promedio		0.28	0.54
T3	1	0.082	0.19
	2	0.077	0.22
	3	0.081	0.2
Promedio		0.08	0.2

Al análisis de varianza aplicados al agua residual para todos los tratamientos para la cantidad de plomo se determinó que existe diferencia estadística ($P < 0.05$), lo que significa que los tratamientos son diferentes Tabla 4.3.6.

Hipótesis:

H_0 = todos los tratamientos son iguales (No hay efecto)

H_a = al menos un tratamiento es diferente (Hay efecto)

$\alpha = 0.05$

Tabla 4.3.6. Análisis de varianza para el plomo

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr > F
ENTRE TRATAMIENTOS	2	0.793898	0.396949	63.86	<.01
ERROR	6	0.001154	0.00019233		
SUMA TOTAL	8	0.795052			

Como salió diferente en todos los tratamientos, entonces se aplica la prueba de contraste de Tukey Tabla 4.3.7 donde se determinó que el tratamiento 3 fue el mejor, porque existe menor cantidad de plomo en el agua tratada.

Tabla 4.3.7 Prueba de Tukey para plomo

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	0.93033	T1
B	0.54333	T2
C	0.20333	T3

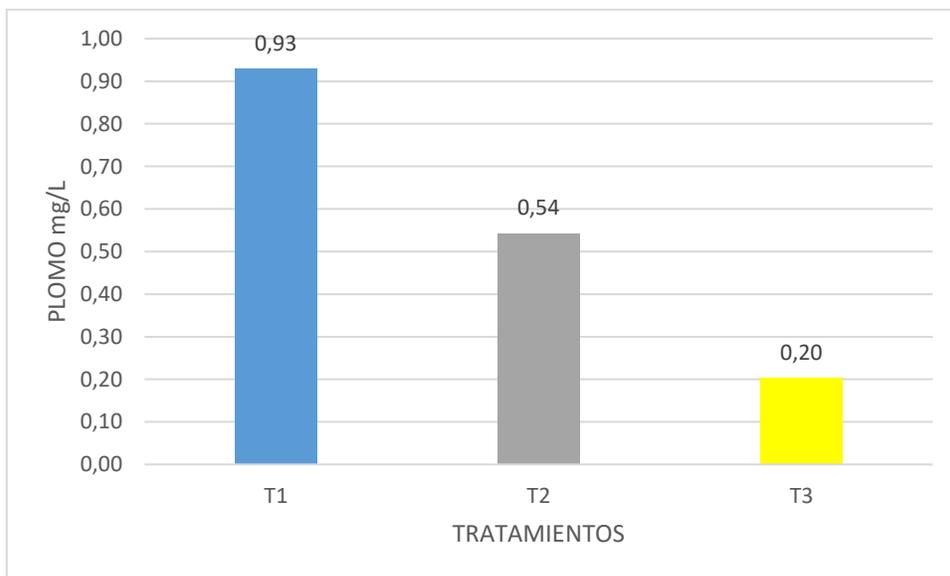


Figura 5. Efecto del tratamiento sobre el plomo.

De la Figura 5 se observa que si hay diferencia estadística y que el tratamiento 3 posee la menor cantidad de plomo en el agua.

Al análisis de varianza aplicados al agua residual para todos los tratamientos para la cantidad de arsénico, se determinó que existe diferencia estadística ($P < 0.05$), lo que significa que los tratamientos son diferentes Tabla 4.3.6.

Tabla 4.3.8. Análisis de varianza para el arsénico

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F VALOR	Pr > F
ENTRE TRATAMIENTOS	2	1.0682	0.5341	456.89	<.01
ERROR	6	0.007014	0.001169		
SUMA TOTAL	8	1.075214			

CV = 8.021 %

Como salió diferente en todos los tratamientos, entonces se aplica la prueba de contraste de Tukey Tabla 4.3.7 donde se determinó que el tratamiento 3 fue el mejor tratamiento, porque existe menor cantidad de arsénico en el agua tratada.

Tabla 4.3.7 Prueba de Tukey para arsénico

SIGNIFICANCIA	PROMEDIO	TRATAMIENTOS
A	0.89	T1
B	0.28	T2
C	0.08	T3

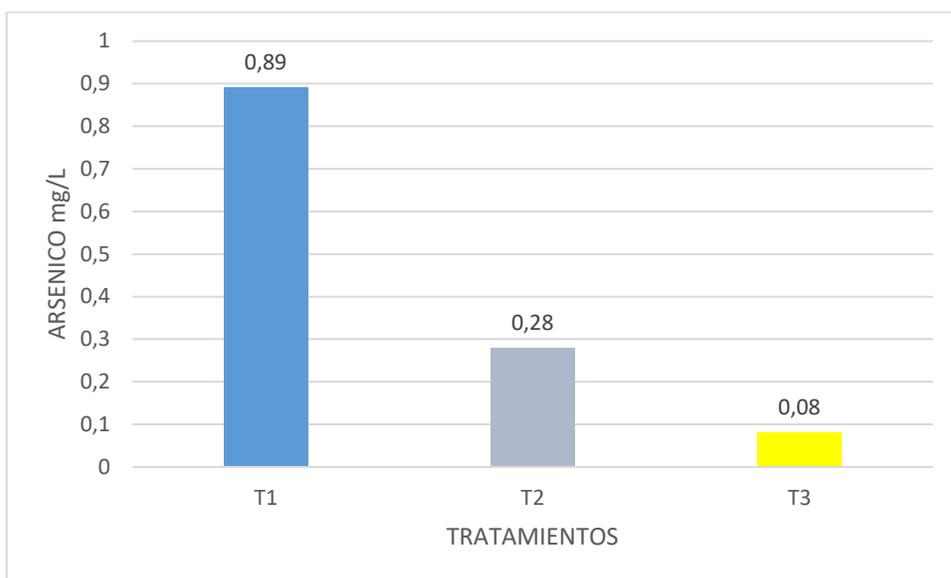


Figura 6. Efecto del tratamiento sobre el arsénico

De la Figura 6 se observa que si hay diferencia estadística y que el tratamiento 3 posee la menor cantidad de arsénico en el agua.

En consecuencia se observó que el tratamiento 3 que posee 20 plantas y fue el mejor para el tratamiento de aguas residuales.

V. DISCUSSION

Del análisis químico se determinó para el pH en promedio de 5.4, es un agua ácido y también con una turbiedad de 997 UNT que nos hace suponer un agua turbia y de plomo se determinó 2.78 mg/L y de arsénico de 1.32 mg/L valores muy encima de los límites permitidos.(Rodríguez A y R, Rodríguez, 2017) (Lenntech, 2019) mencionan que el plomo y el Arsénico son componentes que modifican mucho el pH del agua, así como la turbidez.

Las características iniciales de tamaño del tallo de la totora en un promedio para los tres tratamientos de 14, 12 y 10 Cm y para el tamaño de la raíz de 4, 4.9 y 6 cm y para la biomasa de 80, 60 y 40 g. respectivamente, además por el desarrollo de las plantas en el agua contaminada y pudieron desarrollar su capacidad de ser planta acumuladora de metales pesados. Siendo el crecimiento final para el tallo de 23.67 cm, para la raíz de 9.93 cm y para la biomasa de 136.67 g.

Las características iniciales de tamaño del tallo de la totora en un promedio para los tres tratamientos de 14, 12 y 10 Cm y para el tamaño de la raíz de 4, 4.9 y 6 cm y para la biomasa de 80, 60 y 40 g. respectivamente. Son plantas no muy grandes es por el ello el número de plantas por tratamiento. Esta especie se encuentra en Ecuador y se encuentra en las zonas bentónicas (en los bordes del lago) (Rodríguez et al., 2017). Para el proceso de tratamiento del número de plantas fue de 10, 15 y 20 por cada unidad experimental, los resultados se muestran para cada toma de muestra en tres tiempos que fueron las repeticiones de trabajo, al comparar el crecimiento tanto de tallos como raíces en comparación con el inicial y que con respecto a la biomasa acumuló nutrientes y muy probable acumulación de metales pesados, Figueroa (2004) menciona que la mayor concentración de arsénico fue en la raíz y menor concentración en tallos, al igual que el plomo.

Al comparar la absorción del plomo y arsénico residual en el agua el 90.65% en plomo y de 99.24 % de arsénico fue la absorción que realizó la planta, prácticamente desapareció los componentes contaminantes de agua, (Lenntech, 2019) (Figuroa, 2004) (Cota-Ruiz et al., 2018) encontraron similares hasta un poco mayor que los encontrados en el presente trabajo de investigación

Al determinar el mejor tratamiento se encontró que al análisis de variancia para todos los tratamientos resultó que existe diferencia significativa ($P > 0.05$) al existir un efecto del tratamiento hacia la absorción del plomo y al someter a la prueba de Tukey resulto que el tratamiento 3 con 20 plantas el mejor en comparación con los otros tratamientos.

Para los valores de Arsénico al análisis de variancia para todos los tratamientos que hay diferencia significativa ($P > 0.05$) existiendo un efecto del tratamiento, tal es así al someter a la prueba de Tukey el tratamiento 3 con 20 plantas resultó ser el mejor en comparación con los otros tratamientos por obtener menor número o menor cantidad de Arsénico

VI. CONCLUSIONES

Las características iniciales de tamaño del tallo de la totora en un promedio para los tres tratamientos de 14, 12 y 10 Cm y para el tamaño de la raíz de 4, 4.9 y 6 cm y para la biomasa de 80, 60 y 40 g. respectivamente, además por el desarrollo de las plantas en el agua contaminada y pudieron desarrollar su capacidad de ser planta acumuladora de metales pesados. Siendo el crecimiento final para el tallo de 23.67 cm, para la raíz de 9.93 cm y para la biomasa de 136.67 g.

Para determinar el mejor tratamiento se encontró que al análisis de variancia para todos los tratamientos tanto para plomo como para arsénico resultó que existe diferencia significativa ($P > 0.05$) al existir un efecto del tratamiento hacia la absorción del plomo y arsénico y al someter a la prueba de Tukey resulto que el tratamiento 3 con 20 plantas fue el mejor en comparación con los otros tratamientos.

En la determinación de las características del agua del rio Opamayo y al realizar el análisis químico se determinó para el pH en promedio de 5.4, es un agua ácida y también con una turbiedad de 997 UNT que nos hace suponer un agua turbia y de plomo se determinó 2.78 mg/L y de arsénico de 1.32 mg/L valores muy encima de los límites permitidos

VI RECOMENDACIONES

Desarrollar trabajos con mayor número de plantas de *Schoenoplectus californicus* (totora), para descontaminación de los metales pesados.

Realizar mayores trabajos en lagunas artificiales con la *Schoenoplectus californicus* (totora) en ríos contaminados que permitan su colmatación.

Hacer trabajos con asociación con microorganismos benéficos y otras plantas acuáticas para descontaminar aguas residuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abbas, G., Murtaza, B., Bibi, I., Shahid, M., Niazi, N. K., Khan, M. I., Amjad, M., Hussain, M., & Natasha. (2018). Arsenic uptake, toxicity, detoxification, and speciation in plants: Physiological, biochemical, and molecular aspects. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph15010059>
- Alcántara-Malca, D. A., & Esenarro-Vargas, D. (2019). Método De Remediación De Bajo Costo Para Disminuir La Concentración De Metales Pesados En Aguas Contaminadas Por La Actividad Minera. *Biotempo*, 15(2), 149–156. <https://doi.org/10.31381/biotempo.v15i2.2054>
- Apaza, H., & Valderrama, M. (2020). Isolation of fungal strains from a tailings pond for lead and cadmium bioremediation. *UCV HACER*.
- Bayona-penagos, L. V. (2020). *de revisión por arsénico y cadmio en cultivo de arroz* *Introducción*. 49–70.
- Buendía, H., Cruz, F., Meza, C., & Arévalo, J. (2014). Fitorremediación De Suelos Contaminados Por Hidrocarburos De Petróleo Phytoremediation of Soils Contaminated Land By Petroleum Hydrocarbons. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 1(30), 113–121.
- Calvo Brenes, G., & Mora Molina, J. (2012). Contaminación fecal en varios ríos de la Gran Área Metropolitana y la Península de Osa. *Revista Tecnología En Marcha*, 25(4), 33. <https://doi.org/10.18845/tm.v25i4.617>
- Carreño-sayago, U. F. (2016). y desarrollo de un filtro biológico para las aguas contaminadas con cromo : estudio de caso Biological filter design , construction and development for Chromium contaminated water (case study) Proyecto e

- construção de um filtro biológico para as águas co. *Ingenio Magno*, 7(1), 22–30.
- Cota-Ruiz, K., Nuñez-Gastelúm, J. A., Delgado-Rios, M., & Martinez-Martinez, A. (2018). Biorremediación: Actualidad De Conceptos Y Aplicaciones. *Biotecnia*, 21(1), 37–44. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v21i1.811>
- Covarrubias, S. A., García Berumen, J. A., & Peña Cabriales, J. J. (2015). Microorganisms role in the bioremediation of contaminated soils with heavy metals. *Acta Universitaria*, 25(NE-3), 40–45. <https://doi.org/10.15174/au.2015.907>
- Escoba, B. (2014). *Evaluación de la actividad fitorremediadora del schoenoplectus californicus "junco" en agua contaminada con arsénico*. Universidad de Tacna.
- Figuroa, M. A. (2004). *Determinación de Metales Trazas (Ni, Pb, Cr, Cu y As) en Ciprus californicus*. Universidad Austral de Chile.
- Garzón, J. M., Rodríguez Miranda, J. P., & Hernández Gómez, C. (2017). Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible. *Universidad y Salud*, 19(2), 309. <https://doi.org/10.22267/rus.171902.93>
- González, M., & Añorve, G. V. (2016). *Detección de genes de resistencia a cadmio , plomo y arsénico en bacterias acidofilas aisladas de residuos mineros . 2*.
- He, L., Zhong, H., Liu, G., Dai, Z., Brookes, P. C., & Xu, J. (2019). Remediation of heavy metal contaminated soils by biochar: Mechanisms, potential risks and applications in China. *Environmental Pollution*, 252, 846–855. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.05.151>
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (M. G.-H. Educación (ed.)).
- Lanza. (2017). *PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ASOCIADA A METALES PESADOS EN COLOMBIA*.
- Lencina, G., Lahorca, R., Alí, M. S., & Gauna, A. (2011). Extracción y Tratamiento de Sedimentos de Ríos Contaminados Sediments Extraction and Treatment of

- Contaminated Rivers. *Ciencia.*, 6(24), 10.
<http://www.exactas.unca.edu.ar/revista/v240/pdf/ciencia24-1.pdf>
- Lenntech, B. . (2019). *Propiedades de los Elementos Químicos del Arsénico, Plomo. Efectos con la salud y el Medio Ambiente.*
<https://www.lenntech.es/elementos/as.htm>
- Londoño, F. (2016). *Los Riegos de los Metales Pesados en la Salud Humana y Animal.*
- Nie, J., Sun, Y., Zhou, Y., Kumar, M., Usman, M., Li, J., Shao, J., Wang, L., & Tsang, D. C. W. (2020). Bioremediation of water containing pesticides by microalgae: Mechanisms, methods, and prospects for future research. *Science of the Total Environment*, 707, 136080. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136080>
- Ordoñez-Araque, R., Lopez-Cortez, A., Casa-Lopez, F., Landines-Vera, E., & Fuentes, E. (2020). Análisis de cadmio, plomo, níquel y arsénico en plantas de cacao y derivados: Industria Alimentaria. *CienciAmérica*, 9(4), 107.
<https://doi.org/10.33210/ca.v9i4.351>
- Oseda G, et al. (2008). *Metodología de la Investigación* (E. P.- Perú (ed.)).
- Pacheco, D., Rocha, A. C., Pereira, L., & Verdelhos, T. (2020). Microalgae water bioremediation: Trends and hot topics. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(5).
<https://doi.org/10.3390/app10051886>
- Pinto H, H. (2014). Desastre ecológico y ambiental en Huancavelica. *Investigaciones Sociales*, 14(25), 321–338. <https://doi.org/10.15381/is.v14i25.7321>
- Raj, K., Sardar, U. R., Bhargavi, E., Devi, I., Bhunia, B., & Tiwari, O. N. (2018). Advances in exopolysaccharides based bioremediation of heavy metals in soil and water: A critical review. *Carbohydrate Polymers*, 199(July), 353–364.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.07.037>
- Rodríguez A y R, Rodríguez, M. y A. M. (2017). *Determinación Cuantitativa De La Hiperacumulación De Metales Presentes En Una Muestra De Macrófitos De Schoenoplectus Californicus Del Lago San Pablo.* Universidad Central del

Ecuador.

- Rodríguez, S. M. (2018). *Bioacumulación de metales pesados en schoenoplectus californicus (Cyperaceae) de las áreas bentónicas en dos estaciones climáticas: El caso de estudio del Lago San Pablo. Imbabura-Ecuador.* 139. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=216495>
- Romaniuk, R., Brandt, J. F., Rios, P. R., & Giuffré, L. (2007). Natural attenuation and induced remediation in hydrocarbon polluted soils. *Ciencia Del Suelo*, 25(2), 139–149.
- Ruiz-Diez. (2012). *Nutrición mineral de plantas como base de una agricultura sostenible* (La Univers).
- Saad H. Ammar, Hussein J. Khadim, A. I. M. (2019). Cultivation of *Nannochloropsis oculata* and *Isochrysis galbana* microalgae in produced water for bioremediation and biomass production. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 26(3), 1–4. <https://doi.org/10.1007/s11273-020-09706-3><http://dx.doi.org/10.1016/j.jweia.2017.09.008><https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117919><https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2020.103116><http://dx.doi.org/10.1016/j.jweia.2010.12.004><http://dx.doi.org/10.1016/j.jweia.2010.12.004>
- Sun, Z., Pang, B., Xi, J., & Hu, H. Y. (2019). Screening and characterization of mixotrophic sulfide oxidizing bacteria for odorous surface water bioremediation. *Bioresource Technology*, 290(June), 121721. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121721>
- Sunita, K. (2020). *Secondary Metabolites From Halotolerant Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Ameliorating Salinity Stress in Plants.* <https://doi.org/10.3389/FMICB.2020.567768>
- Sunita, K., Mishra, I., Mishra, J., Prakash, J., & Arora, N. K. (2020). Secondary Metabolites From Halotolerant Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Ameliorating Salinity Stress in Plants. *Frontiers in Microbiology*, 11.

<https://doi.org/10.3389/FMICB.2020.567768>

- Takahashi, K. (2018). Remoción de plomo y cadmio presente en el afluente del río Pativilca, Barranca-Lima por células inmovilizadas de *Pseudomonas putida* ATCC 49128. *Universidad Católica Sedes Sapientiae.*, 1–145. http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/135/Cueva_Mallqui_tesis_maestría_2014.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Vaca A. (2018). *BIORREMEDIACIÓN DE AGUA CONTAMINADA CON CADMIO EMPLEANDO LA TÉCNICA DE BIOSORCIÓN CON TRES ESPECIES DE MACROALGAS*. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUÍ ECUADOR.
- Vassalle, L., Sunyer-Caldú, A., Uggetti, E., Díez-Montero, R., Díaz-Cruz, M. S., García, J., & García-Galán, M. J. (2020). Bioremediation of emerging micropollutants in irrigation water. The alternative of microalgae-based treatments. *Journal of Environmental Management*, 274(July). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111081>
- Yu, H. Y., Wang, X., Li, F., Li, B., Liu, C., Wang, Q., & Lei, J. (2017). Arsenic mobility and bioavailability in paddy soil under iron compound amendments at different growth stages of rice. *Environmental Pollution*, 224, 136–147. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.072>
- Zand, A. D., Tabrizi, A. M., & Heir, A. V. (2020). Incorporation of biochar and nanomaterials to assist remediation of heavy metals in soil using plant species. *Environmental Technology and Innovation*, 20, 101134. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101134>
- Zhao, H., Wu, L., Chai, T., Zhang, Y., Tan, J., & Ma, S. (2012). The effects of copper, manganese and zinc on plant growth and elemental accumulation in the manganese-hyperaccumulator *Phytolacca americana*. *Journal of Plant Physiology*, 169(13), 1243–1252. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2012.04.016>

ANEXOS

Tabla 1: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Schoenoplectus californicus (totora) como biorremediador	La biorremediación con especies vegetales como la totora es una biotecnología eco amigable con el medio ambiente	Para Determinar las características de la totora se hará una revisión minuciosa de la literatura y para determinar el tratamiento se realizará bajo el diseño completo al azar con tres repeticiones y con ello ver la absorción de la planta y el porcentaje de reducción de los minerales en el agua	Características Schoenoplectus californicus (totora)	Tamaño de tallo
				numero de hojas
				Tamaño de raíz
				Biomasa
			número de plantas por tratamiento	10
				15
				20
			Características del proceso	Volumen de agua
				Flujo
			para mitigación del arsénico y plomo en Aguas del Rio Opamayo Rumichaca Huancavelica - 2021	La biorremediación se usa para mitigar, reducir la contaminación en suelo y agua, en este caso el arsénico y plomo mediante diversos métodos
Pb				
As				
pH				
Eficiencia de absorción	Pb y As en tallo			
	Pb y As en hojas			
	Pb y As en raíz			

Validez y confiabilidad

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 01

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** LUIS HOLGUIN ARANDA
 1.2. **Cargo e Institución donde labora:** Docente Universidad Cesar Vallejo
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. ambiental
 1.4. **Nombre del Instrumento motivo de evaluación:** Número de plantas por tratamiento
 1.5. **Autor (A) de Instrumento:** Cristhian Jhoseph Castro Ventura, Yosser Cristian Araujo Mayhua

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%


**LUIS FERMIR
 HOLGUIN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111711**

Lima, 07 de agosto del 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 02

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: LUIS HOLGUIN ARANDA
 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de Investigación: Ing. ambiental
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Características Schoenoplectus callifornicus (totora)
 1.5. Autor (A) de Instrumento: Cristhian Jhoseph Castro Ventura, Yosser Cristian Araujo Mayhua

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%


**LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111811**

Lima, 07 de agosto del 2021

	INSTRUMENTO. 01						
	Características Schoenoplectus californicus (totora)						
Título:	Schoenoplectus californicus (totora) como biorremediador para mitigación del arsénico y plomo en Aguas del Río Opamayo, Rumichaca - Huancavelica - 2021						
Línea de investigación:	Tratamiento y Gestión de los Residuos						
Facultad:	Ingeniería y arquitectura						
Tesista:	Cristhian Jhoseph Castro Ventura, Yosser Cristian Araujo Mayhua						
Fecha:							
Equipo:							
TRATAMIENTOS	Repetición	Absorción de Pb			Absorción de As		
		tallo	hojas	raíz	tallo	hojas	raíz
T1	1						
	2						
	3						
T2	1						
	2						
	3						
T3	1						
	2						
	3						




LUIS FERMIR
HOLGUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. Nº 111711

Firma del experto

CIP:

DNI:

Teléfono:

Firma del experto

CIP:111614

DNI:41259267

Teléfono:956749548

Firma del experto

CIP:

DNI:

Teléfono:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 01

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: FIORELLA VANESSA GÜERE SALAZAR
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación:
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Número de plantas por tratamiento
 1.5. Autor (A) de Instrumento: Cristhian Jhoseph Castro Ventura, Yosser|Cristian Araujo Mayhua

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:


 Mg Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CP 131344

85

Lima, 23 de agosto del 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 02

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** FIORELLA VANESSA GÜERE SALAZAR
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente Universidad Cesar Vallejo
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:**
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Características Schoenoplectus californicus (totora)
 1.5. **Autor (A) de Instrumento:** Cristhian Jhoseph Castro Ventura, Yosser Cristian Araujo Mayhua

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90


 Vg Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CP 131344

Lima, 23 de agosto del 2021

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	INSTRUMENTO. 01						
	Características Schoenoplectus californicus (totora)						
Título:	Schoenoplectus californicus (totora) como biorremediador para mitigación del arsénico y plomo en Aguas del Río Opamayo, Rumichaca - Huancavelica - 2021						
Línea de investigación:	Tratamiento y Gestión de los Residuos						
Facultad:	Ingeniería y arquitectura						
Tesista:	Cristhian Jhoseph Castro Ventura, Yosser Cristian Araujo Mayhua						
Fecha:							
Equipo:							
TRATAMIENTOS	Repetición	Absorción de Pb			Absorción de As		
		tallo	hojas	raíz	tallo	hojas	raíz
T1	1						
	2						
	3						
T2	1						
	2						
	3						
T3	1						
	2						
	3						




Mg. Ing. Pamela Vanessa Guerra Solorzano
Docente
CIP 131344

Firma del experto

CIP: 131344
DNI: 43566120
Teléfono: -

Firma del experto

CIP:
DNI:
Teléfono:

Firma del experto

CIP:
DNI:
Teléfono:

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	INSTRUMENTO. 02					
	Número de plantas por tratamiento					
Título:	Schoenoplectus californicus (totora) como biorremediador para mitigación del arsénico y plomo en Aguas del Rio Opamayo, Rumichaca - Huancavelica - 2021					
Línea de investigación:	Tratamiento y Gestión de los Residuos					
Facultad:	Ingeniería y arquitectura					
Tesista:	Cristhian Jhoseph Castro Ventura, Yosser Cristian Araujo Mayhua					
Ficha:						
Equipo:						
Plantas	Tamaño tallo	Numero de hojas	Tamaño raíz	Biomasa	Humedad	observaciones
1						
2						
3						




 Mg. Ing. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 Docente
 CIP 131344

Firma del experto

CIP:
DNI:
Teléfono:

Firma del experto

CIP:
DNI:
Teléfono:

Firma del experto

CIP:
DNI:
Teléfono:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 01

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: LUCERO CASTRO TENA
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Especialidad o línea de investigación:
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Número de plantas por tratamiento
 1.5. Autor (A) de Instrumento: Cristhian Jhoseph Castro Ventura, Yosser Cristian Araujo Mayhua

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

Lima, 24 de agosto del 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 02

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** LUCERO CASTRO TENA
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente Universidad Cesar Vallejo
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:**
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Características Schoenoplectus californicus (totora)
 1.5. **Autor (A) de Instrumento:** Cristhian Jhoseph Castro Ventura, Yosser Cristian Araujo Mayhua

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

83

Lima, 24 de agosto del 2021

	INSTRUMENTO. 01						
	Características Schoenoplectus californicus (totora)						
Título:	Schoenoplectus californicus (totora) como biorremediador para mitigación del arsénico y plomo en Aguas del Río Opamayo, Rumichaca - Huancavelica - 2021						
Línea de investigación:	Tratamiento y Gestión de los Residuos						
Facultad:	Ingeniería y arquitectura						
Tesista:	Cristhian Jhoseph Castro Ventura, Yosser Cristian Araujo Mayhua						
Fecha:							
Equipo:							
TRATAMIENTOS	Repetición	Absorción de Pb			Absorción de As		
		tallo	hojas	raíz	tallo	hojas	raíz
T1	1						
	2						
	3						
T2	1						
	2						
	3						
T3	1						
	2						
	3						




LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI: 70837735
CIP: 162994

Firma del experto

Firma del experto

Firma del experto

CIP:
DNI:
Teléfono:

CIP:
DNI:
Teléfono:

CIP:162994
DNI:70837735
Teléfono:

	INSTRUMENTO. 02					
	Número de plantas por tratamiento					
Título:	Schoenoplectus californicus (totora) como biorremediador para mitigación del arsénico y plomo en Aguas del Rio Opamayo, Rumichaca - Huancavelica - 2021					
Línea de investigación:	Tratamiento y Gestión de los Residuos					
Facultad:	Ingeniería y arquitectura					
Tesista:	Cristhian Jhoseph Castro Ventura, Yosser Cristian Araujo Mayhua					
Ficha:						
Equipo:						
Plantas	Tamaño tallo	Numero de hojas	Tamaño raíz	Biomasa	Humedad	observaciones
1						
2						
3						



 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
 DNI: 70837735
 CIP: 162994

 Firma del experto

 Firma del experto

 Firma del experto

CIP:
 DNI:
 Teléfono:

CIP:
 DNI:
 Teléfono:

CIP: 162994
 DNI: 70837735
 Teléfono:

Declaratoria de Autenticidad

Nosotros Cristhian Jhoseph Castro Ventura, identificado con DNI N° 71077708 y Yosser Cristian Araujo Mayhua, identificado con DNI N° 71923746, a efecto de cumplir las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaramos bajo juramento que todo datos e información que acompañan a la Tesis titulada: "Schoenoplectus californicus (totora) como biorremediador para mitigación del arsénico y plomo en Aguas del Rio Opamayo, Rumichaca - Huancavelica – 2021" por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lima, 23 de Agosto del 2021

Apellidos y Nombres de los Autores	
Castro Ventura, Cristhian Jhoseph	
DNI: 71077708	Firma 
ORCID: 0000-0002-8672-889X	
Araujo Mayhua, Yosser Cristian	
DNI: 71923746	Firma 
ORCID: 0000-0003-1608-8134	

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Wilber Quijano Pacheco, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo (Lima Norte) asesor del Trabajo de Tesis titulada:

“Schoenoplectus californicus (totora) como biorremediador para mitigación del arsénico y plomo en Aguas del Rio Opamayo, Rumichaca - Huancavelica – 2021”

De los autores Araujo Mayhua, Yosser Cristian y Castro Ventura, Cristhian Jhoseph, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **16%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual a sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

Lugar y fecha, Los Olivos, 20 de agosto del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:

Quijano Pacheco, Wilber Samuel

DNI 06082600	FIRMA 
ORCID 0000-0001-7889-79-28	

Resumen de coincidencias

16 %

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

1	repositorio.ucv.edu.pe	3 %
2	idus.us.es	2 %
3	repositorio.uccs.edu.pe	2 %
4	revistas.ucv.edu.pe	1 %
5	Entregado a Pontificia ...	1 %
6	repositorio.unh.edu.pe	1 %
7	repositorio.unsa.edu.pe	1 %
8	pt.scribd.com	<1 %
9	Entregado a Universida...	<1 %

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

Schoenoplectus californicus (totora) como biorremediador para mitigación del arsénico y plomo en Aguas del Río Opamayo, Rumichaca - Huancavelica - 2021

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:
Araujo Mayhua, Yasser Cristian (0000-0003-1608-8134)
Castro Ventura, Cristhian Jhoseph (0000-0002-8872-889X)

ASESOR:
MSc. Cajiao Pacheco, Wilber Samuel (0000-0001-7088-7920)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA - PERÚ
2021

Informes de laboratorio

INFORME DE ENSAYO N° 1-0120/21

Pág. 1/1

Solicitante : Cristhian Jhoseph Castro Ventura
Domicilio legal : Torre Tagle N°809
Proyecto : ----
Muestra(s) Declarada(s) : Agua Superficial de Rio
Procedencia de la muestra : Rio Opamayo
Cantidad de muestras para el Ensayo : 01 muestra x 1000 mL
Forma de Presentación : 01 Frasco de Plástico
Fecha de Recepción : 22/07/21
Fecha de Inicio del Ensayo : 02/08/21
Fecha de Término del Ensayo : 04/08/21
Fecha de Emisión de Informe : 05/08/21
N° de Cotización de Servicio : ----

Código	Ensayo	Unidad	Resultados
M-001	pH	Unidades de pH	5.40
	Turbidez	NTU	997.00
	Plomo	mg/L	2.78
	Arsénico	mg/L	1.32



- Lugar y condiciones ambientales del muestreo; Indicado por el cliente
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia

Método de Análisis:

pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, D, 23rd Ed.2017. pH VALUE. Electrometric Method
 Turbidez: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130, 23rd Ed.2017. Turbidity. Nephelometric Method
 Plomo: APHA AWWA WEF Part 3500-Pb B, 23rd Ed.2017 Lead. Dithizone Method.
 Arsénico: APHA AWWA WEF Part 3500-As B, 23rd Ed.2017 Arsenic. Silver Diethyldithiocarbamate Method.

Huancayo, 05 de Agosto de 2021


GRUPO JHACC S.A.C.
 Ing. Henry R. Choza León
 CIP N° 124232
 JEFE DE LABORATORIO

*El informe de ensayo solo es valido para las muestras referidas en el presente informe

*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita del LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES GRUPO JHACC

*Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

LAA-GJ

Rev. 01

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

INFORME DE ENSAYO N° 1-0126/21

Pág. 1/1

Solicitante : Cristhian Joseph Castro Ventura
 Domicilio legal : Torre Tagle N°809
 Muestra(s) Declarada(s) : Agua superficial del río Opamayo - Tratada
 Procedencia de la Muestra : ---
 Lugar de Muestreo : ---
 Cantidad de muestras para el Ensayo : 03 muestras x 1000 mL
 Forma de Presentación : 03 Frascos de plástico
 Fecha de Recepción : 10/08/21
 Fecha de inicio del Ensayo : 11/08/21
 Fecha de Término del Ensayo : 12/08/21
 Fecha de Emisión de Informe : 16/08/21
 N° de Cotización de Servicio : ---

Codigo del cliente	Plomo (mg/L)	Arsénico (mg/L)	Limite de detección
ML1	0.89	0.93	0.01
ML2	0.28	0.54	
ML3	0.08	0.20	

- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado por el cliente
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia

Método de Análisis:

Plomo: APHA AWWA WEF Part 3500-Fb B, 23rd Ed.2017 Lead. Dithizone Method.

Arsénico: APHA AWWA WEF Part 3500-As B, 23rd Ed.2017 Arsenic. Silver Diethylthiocarbamate Method.

Huancayo, 16 de Agosto de 2021

GRUPO JHACC S.A.C.

 Ing. Henry R. Choza León
 CIP N° 124282
 JEFE DE LABORATORIO

*El informe de ensayo sólo es valido para las muestras referidas en el presente informe

*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita del LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES GRUPO JHACC

*Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

LAA-GJ

Rev: 01



INFORME DE ENSAYO N° 3-0115/21

Pág. 1/1

Solicitante : Cristhian Jhoseph Castro Ventura
 Domicilio legal : Torre Tagle N°609
 Muestra(s) Declarada(s) : Biomasa de tallo
 Procedencia de la Muestra : ---
 Lugar de Muestreo : ---
 Cantidad de muestras para el Ensayo : 01 muestra x 100 g
 Forma de Presentación : 01 Bolsa hermética
 Fecha de Recepción : 10/08/21
 Fecha de Inicio del Ensayo : 11/08/21
 Fecha de Término del Ensayo : 12/08/21
 Fecha de Emisión de Informe : 16/08/21
 N° de Cotización de Servicio : ---

Codigo del cliente	Plomo (mg/L)	Arsénico (mg/L)	Limite de detección
CJ1	0.26	0.11	0.01

- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado por el cliente
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia

Método de Análisis:

Plomo: APHA AWWA WEF Part 3500-Pb B, 23rd Ed.2017 Lead. Dithizone Method.

Arsénico: APHA AWWA WEF Part 3500-As.B, 23rd Ed.2017 Arsenic. Silver Diethyldithiocarbamate Method.

Huancayo, 16 de Agosto de 2021

GRUPO JHACC S.A.C

Ing. Henry B. Ochoa León
 CIP N° 124232
 JEFE DE LABORATORIO

*El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe

*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita del LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES GRUPO JHACC

*Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

LAA-GJ

Rev: 01



"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

INFORME DE ENSAYO N° 1-0128/21

Pág. 1/1

Solicitante : Cristhian Jhoseph Castro Ventura
Domicilio legal : Torre Tagle N°809
Muestra(s) Declarada(s) : Agua superficial del río Opamayo - Tratada
Procedencia de la Muestra : ---
Lugar de Muestreo : ---
Cantidad de muestras para el Ensayo : 03 muestras x 1000 mL
Forma de Presentación : 03 Frascos de plástico.
Fecha de Recepción : 10/08/21
Fecha de Inicio del Ensayo : 11/08/21
Fecha de Término del Ensayo : 11/08/21
Fecha de Emisión de Informe : 16/08/21
N° de Cotización de Servicio : ---

Codigo del cliente	pH	Turbidez (NTU)
ML1	7.40	3.08
ML2	7.60	2.31
ML3	7.90	3.50

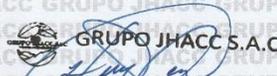


- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado por el cliente
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia

Método de Análisis:

pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, D, 23rd Ed.2017. pH VALUE. Electrometric Method
 Turbidez: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130, 23rd Ed.2017. Turbidity. Nephelometric Method

Huancayo, 16 de Agosto de 2021


GRUPO JHACC S.A.C
 Ing. Henry B. Ochoa León
 CIP N° 124232
 JEFE DE LABORATORIO

*El informe de ensayo sólo es valido para las muestras referidas en el presente Informe

*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita del LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES GRUPO JHACC

*Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

LAA-GJ

Rev: 01

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

Recojo de muestras











