



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Reducción de plomo y zinc mediante *Citrus sinensis* (L) Osbeck y  
*Citrus limón* en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021.**

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

**Ingeniero ambiental**

**AUTORES:**

Almerco Espinoza, Lessly Jhomara (orcid.org/0000-0001-8530-2304)

Retuerto Jimenez Pablo Manuel (orcid.org/0000-0003-4321-0860)

**ASESOR:**

Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio (orcid.org/0000-0002-3419-7361)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA — PERÚ

2021

## DEDICATORIA

Al ser más maravilloso. Él pintor de cuadros, aquel que sabe trazar cada línea. Él alfarero, moldea el barro, aprieta, pero sabe cuál será el precioso resultado. Él eterno carpintero, sabe dónde va cada pieza y cómo va a quedar, a Dios, quien ha forjado mi camino a la rectitud, obediencia y en la búsqueda de lograr cada meta. Sé Quién me guía, y me guiará hasta el final. Te agradezco, padre celestial.

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de investigación se le agradece a Dios por mostrarnos siempre confiar en los que hacemos, tener empeño y perseverancia para no rendirnos.

A nuestra familia por enseñarnos a ser perseverantes y luchar por nuestras metas en la vida.

Al ing. Julio Ordoñez por enseñarnos el hábito de investigar, por sus críticas constructivas a poder mejorar cada día más.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
INDICE DE TABLAS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I.    INTRODUCCIÓN.....	1
II.   MARCO TEÓRICO.....	5
III.  METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo, diseño y nivel de investigación.....	19
3.2. Variables y operacionalización.....	19
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimiento.....	22
3.6. Métodos de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos.....	31
IV.  RESULTADOS .....	32
V.   DISCUSIÓN.....	43
VI.  CONCLUSIONES.....	44
VII. RECOMENDACIONES.....	45
REFERENCIAS.....	46
ANEXOS.....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Variables de la investigación.....	19
<b>Tabla 2:</b> Fichas de recolección de datos.....	20
<b>Tabla 3:</b> Coordenadas de ubicación de la toma de muestra del efluente minero.	21
<b>Tabla 4:</b> Resultados de la concentración Cero de Pb (II) y Zn.....	32
<b>Tabla 5:</b> Comparación de resultados de la muestra cero vs ECA AGUAS D.S N°004-2017-MINAN .....	32
<b>Tabla 6:</b> Análisis de la concentración de Pb después del tratamiento .....	33
<b>Tabla 7:</b> Análisis de la concentración de Zn después del tratamiento .....	33
<b>Tabla 8:</b> Porcentaje de reducción de Pb (II) después del tratamiento.....	34
<b>Tabla 9:</b> Porcentaje de reducción de Zn después del tratamiento .....	35
<b>Tabla 10:</b> Determinación de la dosis óptima de la <i>Citrus Sinensis</i> (L) Osbeck y <i>Citrus limón</i> para la reducción de Plomo. ....	37
<b>Tabla 11:</b> Determinación de la dosis óptima de la <i>Citrus Sinensis</i> (L) Osbeck y <i>Citrus limón</i> para la reducción de Zinc. ....	38
<b>Tabla 12:</b> Resultados estadísticos de ANOVA para reducción de plomo en aguas contaminadas. ....	41
<b>Tabla 13:</b> Resultados estadísticos de ANOVA para la reducción de Zinc en aguas contaminadas.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Toma de muestra de agua del rio San Juan.....	223
<b>Figura 2.</b> Pesaje de Cascaras de Naranja y Limón .....	23
<b>Figura 3.</b> (a) Lavado de la cascara de naranja (b) Agitación magnética.....	24
<b>Figura 4.</b> (a) Lavado de la cascara de limón (b) Agitación magnética .....	24
<b>Figura 5.</b> Secado de la cascara de naranja a 90°C por 24 h .....	25
<b>Figura 6.</b> Secado de la cascara de limón a 90°C por 24 h.....	25
<b>Figura 7.</b> (a) Trituración de la cascara de naranja (b) Trituración de la cascara de limón.....	25
<b>Figura 8.</b> Tamizaje de las Biomosas.....	26
<b>Figura 9.</b> Dosis de cascara de naranja. ....	26
<b>Figura 10.</b> Dosis de Cascara de limón.....	27
<b>Figura 11.</b> Tratamiento y medición de pH de las biomosas .....	27
<b>Figura 12.</b> Digestión de las muestras a 80°C por 2 horas .....	27
<b>Figura 13.</b> Muestras de biomasa filtradas.....	29
<b>Figura 14.</b> Diagrama de flujo del procedimiento .....	30
<b>Figura 15.</b> Porcentaje de reducción de Pb(II) (%R) .....	35
<b>Figura 16.</b> Porcentaje de reducción de Pb(II) (%R) .....	35
<b>Figura 17.</b> Porcentaje de reducción de Zn(II) (%R) .....	36
<b>Figura 18.</b> Porcentaje de reducción de Zn(II) (%R) .....	37
<b>Figura 19.</b> Dosis optima de <i>Citrus Sinensis</i> con promedio de reducción. ....	38
<b>Figura 20.</b> Dosis optima de <i>Citrus limón</i> con promedio de reducción. ....	38
<b>Figura 21.</b> Dosis optima de <i>Citrus Sinensis</i> con promedio de reducción. ....	39
<b>Figura 22.</b> Dosis optima de <i>Citrus limón</i> con promedio de reducción.....	40

## RESUMEN

El actual trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar en qué proporción la biosorción con las cascaras de naranja (*Citrus Sinensis*) y limón (*Citrus Limón*) reduce plomo en aguas del rio San Juan – Pasco 2021. Para el avance se tomó en cuenta como población las aguas del distrito de Simón Bolívar – Rancas. Empleando como observación el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. El diseño de este estudio fue experimental y tuvo un enfoque cuantitativo. Se procedió la recolección de las frutas para luego ser lavadas y peladas, luego estas fueron puestas a secar al aire libre por un día, tomando como muestra inicial de 212.530 de naranja y limón, las cascaras se cortaron manualmente en trozos de 1 cm y se lavó las biomásas con agua ultra pura y agitación magnética por 30 minutos, luego pasa por una etapa del secado por 24 horas a 90° C para la obtención de un peso constante de la materia lo cual de la naranja fue de 70.516 g y para el limón de 56.288 g, luego fueron llevados a una tamizadora de tipo shaker mediante una serie de tamices de tamaños 0.4 mm, 0.6 mm, 0.8 mm. Se usó 3 L de muestra total siendo distribuidas en 3 sub tratamientos de 300 ml, estas muestras de agua fueron tratadas con cascara de naranja y limón en 3 diferentes dosis 2 g/L, 4g/L, 6g/L evaluadas por 2 horas, la mezcla se puso curso mediante la agitación magnética durante 2h luego se filtró y se mandó a analizar por ICP OPTICO, de la muestra acuosa, se agrego 1mL (HN03) de ácido nítrico Y 1,0 mL DE (HCl), se colocó el digitubo en un digestor de bloques. Se ajustó a una temperatura de digestión a 85° C por 2 horas, luego se retiró y se procedió a rellenar el volumen hasta el volumen original (50mL). Los resultados de concentración de la muestra cero del pb fue de 9.27 mg/L y el Zn 12.34 mg/L. se determinó la reducción de plomo y zinc, dado que con el resultado de plomo con naranja a una dosis de 6 g/L se obtuvo un 98.85% de recuperación y el resultado de zinc con naranja a una dosis de 2 g/L obtuvo un 86.54% de recuperación esto en cuanto a remoción y en cuanto a dosis optima con mayor eficaz fue de 6 g/L en cuanto al plomo en el *Citrus Sinensis* fue de 0.106 mg/L de promedio y en cuanto a la dosis optima de zinc con mayor eficaz con *Citrus Sinensis* fue 2 g/L.

Palabras claves: Reducción, plomo, dosis, *Citrus Sinensis*, limón.

## ABSTRACT

The current research work aimed to determine in what proportion the biosorption with orange (*Citrus Sinensis*) and lemon (*Citrus lemon*) peels reduces lead in waters of the San Juan - Pasco 2021 river. For the advance, it was taken into account as population the waters of the Simón Bolívar - Rancas district. Using the national protocol for monitoring the quality of surface water resources as an observation. The design of this study was experimental and had a quantitative approach. The fruits were collected and then washed and peeled, then these were put to dry in the open air for a day, taking as an initial sample of 212,530 orange and lemon, the peels were manually cut into 1 cm pieces and were washed the biomass with ultra-pure water and magnetic stirring for 30 minutes, then went through a drying stage for 24 hours at 90° C to obtain a constant weight of the material, which for the orange was 70,516 g and for the lemon was 56,288 g, then they were taken to a shaker-type sieve through a series of sieves of sizes 0.4 mm, 0.6 mm, 0.8 mm. 3 L of total sample was used, being distributed in 3 sub-treatments of 300 ml, these water samples were treated with orange and lemon peel in 3 different doses 2 g / L, 4g / L, 6g / L evaluated for 2 hours, The mixture was started by means of magnetic stirring for 2 hours, then it was filtered and it was sent to be analyzed by ICP OPTIC. From the aqueous sample, 1mL (HN03) of nitric acid and 1.0 mL DE (HCl) were added, the digitube was placed in a block digester. It was adjusted to a digestion temperature of 85°C for 2 hours, then it was removed and the volume was filled to the original volume (50mL). The concentration results of the zero sample of the pb were 9.27 mg / L and the Zn 12.34 mg / L. The reduction of lead and zinc was determined, since with the result of lead with orange at a dose of 6 g / L, a 98.85% recovery was obtained and the result of zinc with orange at a dose of 2 g / L obtained a 86.54% recovery, this in terms of removal and in terms of optimal dose with greater effectiveness was 6 g / L in terms of lead in *Citrus Sinensis*, it was 0.106 mg / L on average and in terms of the optimal dose of zinc with The highest efficacy with *Citrus Sinensis* was 2 g / L.

Keywords: Reduction, lead, dose, *citrus Sinensis*, *lemon*.

## I INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, los diversos problemas ambientales fueron y son principalmente por efluentes mineros generadas en la época colonial, estas no eran tan importantes en el Perú, pero con el pasar de los tiempos experimentamos nuevas realidades siendo en la actualidad un medio que genera desequilibrio en el medio ambiente de las zonas de influencia, esto por la falta de aplicación de leyes por parte de las autoridades responsables que contrarresten la contaminación del medio ambiente, como es la contaminación por nuestros recursos hídricos.

La razón principal de contaminación es debido a los metales pesados (Pb) que se encuentran disueltos en el agua y son especies químicas que se van desplazando a lo largo de la cadena trófica, así como los demás contaminantes biológicos o sea presencia de coliformes, ya que se debe a las descargas de aguas servidas. El agua acumula varias sustancias durante su recorrido por zonas industriales, los contaminantes por vertidos industriales y desperdicios de la actividad humana es una razón y fenómenos más expuestos para el medio ambiente. Entre los químicos más dañinos para la salud humana y el equilibrio de los ecosistemas en global se encuentran los metales pesados, esto se debe a su toxicidad a inferiores concentraciones ya que son bioacumulables y no biodegradables, por motivo que este es considerado como un problema muy considerado a nivel mundial.

Hay diversas tecnologías convencionales para la descontaminación del agua por metales, lo cual resultan costosas e insuficientes cuando la concentración de los metales es mínima. Por lo cual se manifiestan nuevas técnicas de mínimo costo como la biosorción, este proceso que usa distintas formas de biomasa de origen animal, vegetal o microbiano para unir estos contaminantes (Vera, 2015).

En el actual proyecto de investigación de tipo experimental, se aplicó biosorción como desarrollo de eliminación de Plomo y Zinc en soluciones acuosas. Usando *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus Limón* como biosorbentes, la utilización de estas biomazas es de principal interés, mirando de un punto de vista factible económico, ambiental, debido que la cáscara de naranja y limón son materiales de escaso y mínimo valor económico, generando en grandes cantidades. El análisis de este

estudio permitirá hallar la eficiencia de esta biomasa para la reducción de estos metales pesados en aguas contaminadas y determinar que la *Citrus Sinensis* (L) Osbeck tiene la ventaja de reducir Plomo y Zinc en la microcuenca del Rio San Juan.

De acuerdo a lo anterior, se forma relevante desarrollar e investigar el uso de algunas materias biosorbentes simples de mínimo costo que esto se debe a su contenido de polímeros como la lignina, pectina, celulosa tienen capacidad de fijar iones metálicos. Se debe usar la biosorción como tecnología innovadora y compatible con el ambiente.

El **problema** del proyecto de investigación inicia a raíz de la presencia de principales fuentes de contaminación por metales pesados, por lo cual el real problema del rio san juan es que al trasladarse por fuentes contaminantes como son las empresas de minería en primordial la minera Cerro S.A.C y Aurex, son los primeros contribuyentes con el lago Junín e inicio del rio Mantaro. Por motivo que este realiza que la contaminación del Rio San Juan se expanda a estos diferentes recursos hídricos, debido que la microcuenca del Rio San Juan es destinatario de los efluentes de la actividad minera metalúrgicas de la compañía minera Cerro S.A.C y la compañía Minera Aurex, por donde el medio de la quebrada Quiulacocha derraman sus aguas residuales producidas en sus operaciones y funciones mineras.

En el sector de estudio, hay una gran explotación minera de cobre, plata, zinc y plomo, por lo cual, en Pasco, el rio San Juan percibe el primer impacto de la empresa minera Cerro S.A.C. antes denominado Volcán y la empresa minera Aurex S.A.C.

La valoración de la calidad del agua de los ríos es indispensable y ha adquirido demasiado interés en las últimas décadas a tal manera de evitar riesgos sanitarios y ambientales, que promueva la salud y el proceso sostenible de la población. Los diferentes estilos de vida, refiriéndose a su calidad, imploran disfrutar de un ambiente sano libre de agentes contaminantes físicos, biológicos y químicos.

El desarrollo de biosorción viene afectado por distintas variables en medio de las que se localiza el Pb y Zn, la concentración de biosorbente, inicial de metal, el volumen de partícula, etc., la reducción resulta de principal importancia. Por ende, es vital importancia conocer la forma de conservación del Río San Juan; ya que supone que este cuerpo receptor de agua tiene muy superiores las concentraciones de sustancias contaminantes urbanos e industriales.

La presente investigación tiene como problema general: ¿Cuál es la reducción de Plomo y Zinc mediante *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021? y como problemas específicos: ¿Cuál es la dosis optima de *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* para la reducción de Plomo y Zinc en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021?, ¿Cuál es la eficiencia de la *Citrus Sinensis* (L) Osbeck *Citrus limón* para la reducción de Plomo y Zinc en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021 ?.

La justificación, el análisis de esta problemática se origina en efecto de la clara contaminación por metales pesados, que generan peligrosos impactos al medioambiente, como es la contaminación del río San Juan, ya que, la Microcuenca del Río San Juan es receptor de los efluentes de las actividades Mineras Metalúrgicas de la Empresa Minera Cerro S.A.C. y la Compañía Minera Aurex, los cuales a través de la quebrada Quiulacocha vierten sus aguas residuales generadas en sus operaciones y actividades mineras, por lo el estudio investigación sugiere el uso de *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* para reducir plomo y Zinc en las aguas del río San Juan por adsorción.

Con la presente investigación se responde a las preguntas y se busca justificar como objetivo general: Determinar la reducción de Plomo y Zinc mediante *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021, y como objetivo específico: identificar la dosis optima de *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* para la reducción de Plomo y Zinc en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021 y evaluar la eficiencia de la *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* para la reducción de Plomo y Zinc en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021.

A lo ya mencionado, se adiciona la hipótesis general: La *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* reduce Plomo y Zinc en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021, Y como hipótesis específica: la *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* con una dosis óptima permite la reducción de Plomo y Zinc en la Microcuenca del Río San Juan- Pasco 2021 y la *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* es eficiente para la reducción de Plomo y Zinc en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021.

## II MARCO TEÓRICO

En nuestro proyecto de investigación se inspeccionaron diferentes temas de investigaciones, artículos y revistas de conocedores que tienen cierta relación con el actual trabajo, a continuación, se mostrará con los trabajos realizados con similitud.

(BACA, 2018) indicó que usaron la cascara de *Citrus Sinensis* (naranja) en Bioadsorción de cromo en efluente de etapa de curtido, que determinaron la influencia del PH Y granulometría de la cascara de *Citrus Sinensis* en la Bioadsorción de cromo del efluente de etapa de curtido de la curtiembre del norte, logrando un resultado eficaz de Bioadsorción de 2,830 ppm interpretando un 45.35%, con un PH 4 y granulometría 0,250 mm, para la granulometría 0,500 mm se obtuvo un resultado eficiente a PH 5 con una Bioadsorción de 2,750 interpretando un 44.07% y concluyeron que si hay influencia del PH y granulometría.

(AGUILAR, mellisa, y otros, 2018) Los investigadores hicieron una evaluación de la cáscara naranja y enfocados mostraron como alternativa de absorbente, de las dos variables de jugo y huando, para la adsorción de ion metálico cu, de una solución sintética. Los análisis realizados sobre el efecto de tiempo óptimo de contacto fueron de 2 horas, el por ciento de remoción de cu y la superior capacidad de absorción por biomasa fue: 25.213% y 6.1349 mmol/gr para la cáscara (*Citrus Sinensis*), para las pruebas de tamaño fue de 297 um siendo este último el más eficaz, obteniendo un superior rendimiento en la cáscara de naranja (*Citrus Sinensis*) para actuar como adsorbente.

(ORDOÑEZ, 2016) demostró que la cascara de naranja contiene un alto porcentaje de carbono (42,70%) lo cual favorece a la Bioadsorción. Usaron dos variables lo cual fueron tamaño de partícula de la biomasa (400 um y 800 um) y cantidad de la biomasa absorbente (4,8,12 y 16 g/6) con un total de 8 tratamientos, el diseño se basó en colocar distintas concentraciones de biomasa de cascara de naranja molida con distintos tamaños de partículas en soluciones de 50 ppm de plomo y 50 ppm de cromo. Los resultados fueron favorables a la Bioadsorción, debido a que el

grado de potonación de la superficie incrementa y en resultado también incrementa la adsorción de los metales pesados.

Según (TEJADA, y otros, 2016) indicaron que para absorber y como desarrollo para remover plomo en aguas residuales industriales, utilizando biomasa residual, con cáscara de naranja y zuro de maíz. Realizaron comparaciones entre las biomásas usadas, modificando el tamaño de partícula y el PH, de tal manera de hallar las eficientes condiciones de absorción. Se determinó que las biomásas mostraron mejor capacidad de absorción a condiciones de tamaño de partícula de 0.5mm para el zuro de maíz y para la cáscara de naranja 1mm, a un pH de 6, con datos de remoción de 67,5% y 99,2%, relativamente. Se usaron distintos modelos para describir la cinética de absorción teniendo superior ajuste de pseudo en primer orden y el otro que se adaptó mejor a los resultados logrados fue el de Freundlich.

(MUÑOZ, 2017) Demostró que la biosorción de Pb(II) utilizando como material biosorbente el residuo la cáscara de naranja "Citrus Sinensis", pretratada. El pretratamiento del material biosorbente se realizó por medio de la reticulación con una solución 0.2M de CaCl<sub>2</sub>, el Ph de esta muestra se adaptó a 5 utilizando una solución 0.05 M de Hcl. De la investigación realizada la cinética del proceso de biosorción, determinó que la igualdad alcanzó a las 4 horas del comienzo del proceso de biosorción logrando un por ciento de remoción de Pb (II) del 40% y la máxima capacidad de biosorción de Pb mediante la cascara de naranja fue de 141.05 mg/g.

(ORDOÑO, y otros, 2020) Indicaron que utilizaron la zeolita natural para absorber y remover cobre y arsénico de las aguas residuales de la mina, fue un proyecto que se desarrolló en un sistema discontinuo batch, el proyecto de investigación obtuvo los resultados de la caracterización de la zeolita que acondiciono contiene 8,36% de (K<sub>0.92</sub>Na<sub>0.08</sub>) ((AlSi<sub>3</sub>)<sub>08</sub>), integrante similar a la zeolita clinoptilolita. La cantidad eficaz del absorbente es de 2g/L para el Cu y As el tiempo eficaz de absorción fue de 30 minutos para el Cu y 70 minutos para el As, y el PH eficaz fue de 5,5 y 6,2 relativamente. En las muestras sacadas de aguas residuales de la mina, usando los datos óptimos se tuvo una remoción del 99.36% de Cu y 52,78% As. Y concluyeron que, en aguas residuales de mina, la remoción que obtuvieron.

(CORIZA, 2018) se centró en utilizar la cascara de limón para reducir la concentración de plomo en las aguas residuales a normas dadas por la ley de medio ambiente 1333 de fondeos hídricos. Usando el biosorbente citrus *Cinensis* con una dosis de 8 gr se rebajó la concentración de plomo en 0,24 mg/l fue la primera prueba que tuvieron y para otra dosis de 9 gr se rebajó a 0.16 mg/l para esta prueba en un periodo de contacto de 10 minutos, para las dos pruebas partiendo con una solución de pb de 5 mg/l. y también se pudo notar que la remoción del pb usando el citrus *Cinensis* alcanzo un por ciento de remoción de entre 95,2% y 97%.

(2019) (ARTICA, y otros, 2019) los investigadores determinaron que biosorbente era más eficiente para remoción de cromo y plomo, si la cascara de limón o la cascara de castaña, la cascara de limón obtuvo un porcentaje de eficiente remoción de Cr del 88,10 a estándares de Ph, dosis y periodo de contacto de 5,4,5 g/L en 3h mutuamente. Para el plomo logro una eficiente remoción de 91,35% a Ph 5 y periodo de contacto de 3h. Por otro lado, la cascara de castaña logro un porcentaje de eficiencia de remoción de Cr del 87,78% a condiciones de PH, dosis y periodo de contacto de 5, 5 g/l y 4h mutuamente. Por el otro lado el plomo logro una eficiencia de 87,09% a Ph 5, dosis y periodo de contacto de 4h, al final dedujeron que los biosorbente producidos por la cascara de castaña y limón tienen gran capacidad en la adsorción de cr + 6 y pb pueden ser aprovechados en efluentes de industrias curtidoras.

(ALGARRA, 2015) Evaluó la biosorción en modo semibatch de cromo trivalente (CrIII) presente la solución acuosa utilizando biomasa *citrus limónia* de modo fijo entre un filtro de columna. Su remoción de Cr del filtro del *citrus limónia* fue de un 40% ejerciendo a estándares examinados en el presente trabajo como lo fueron caudal = 20 ml/min, PH=4 y altura de relleno de biosorbente de 13,4 cm que equivalió a 15 g. Se observó en el proyecto que la cascara de limón que con más de 13,5 cm (15g) la retención se vuelve permanente

(TEJADA, y otros, 2016) en su proyecto de investigación determinaron la adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico, analizaron las generalidades de la adsorción como una alternativa para la remoción de metales en solución y algunas biomazas que se usan frecuentemente en estas

técnicas. Llegaron a la conclusión que el método de adsorción en la remoción de metales en solución se puede aplicar en estos procesos de descontaminación y así se evita problemas siguientes como se podría generar lodos químicos y generando una alternativa de materiales que son desechos

(CARBONEL, 2020) Indico que la Zeolita es muy efectivo para remover cadmio, plomo y cobre de soluciones acuosas. Las alteraciones físicas y químicas que se practican en las zeolitas aumentan la capacidad de absorción y área específica de los materiales; por lo cual, se han mencionado en algunos casos en donde la eficiencia de absorción se reduce considerablemente después de un tratamiento mineral. La influencia de varios parámetros de operación se ve reflejado en la variabilidad de distintas capacidades de absorción de plomo, cobre y cadmio. En relatividad con el equilibrio de absorción en la gran parte de estudios analizados, la isoterma de langmuir es la que mejor se acomoda a los datos, en cuanto a la cinética, el modelo de pseudogundo orden es el que se acomodó mejor a los datos.

(DE LA VEGA, y otros, 2018) Indicaron que se sintetizo la zeolita faujasita desde el aluminio y silica gel, por el método sol – gel. Tal tratamiento se desarrolló por medio de espectroscopia de infrarrojo, análisis termo gravimétrico, difracción de rayos y microscopia de electrónica de barrido. Luego se halló el material sintetizado como zeolita de modo faujista X. La facilidad del proyecto y la eficacia lograda por la zeolita para la remoción de diferentes iones con porcentajes de remoción superior al 70%, la vuelven en una variable que es viable como adsorbente de iones metálicos, nitrógeno amoniacal en ARM y dureza. Lo anterior indico a la posibilidad de incorporar columnas de absorción a gran escala para el tratamiento ARM.

(APAEZ, y otros, 2020) indicaron que la aplicación de la zeolita como un complemento no modificó el tiempo en la fertilización química, a ocurrencia de los tiempos fenológicos en el cultivo, sin embargo la aplicación de zeolita aumentó el contenido de P, Fe, B y Mg incrementó la capacidad de intercambio catiónico del suelo experimental, como porcentaje de dosis de FQ sobre la rentabilidad económica y producción se analizaron los tratamientos 100FQ, 25Z + 75FQ, 50FQ +50Z estos valores representan porcentajes, se halló que el tiempo de ocurrencia de los tiempos fenológicos no hubo variación por los tratamientos así, la mezcla

que causó el superior rendimiento de fruto fresco(37.8 t ha<sup>-1</sup>) y ganando al peso invertido (\$3.44) tuvo 25Z + 75FQ de tal modo que en calabacita la aplicación de zeolita permitió bajar la dosis de FQ con el correspondiente aumento en rendimiento y rentabilidad .

(CADILLO, 2018) Brindó una propuesta a fin de reducir las concentraciones presentes en aguas ácidas usando bacterias sulfato reductoras, con tratamientos para disminuir las concentraciones de metales pesados, se llegó a construir un sistema de tratamiento de tubo (PVC) esta simulación cuenta con una columna de tratamiento como filtro natural, de la cual se seleccionan turba, paja y estiércol de vaca, y se observa una alta concentración de cobre (Cu). El valor de pH se incrementa significativamente a 6.24, por lo que las concentraciones se redujeron a un valor aceptable, como el valor final de cobre (Cu) es de 0.21 mg / L, Cumpliendo con el D.S 010-2010 -Valor máximo para MINAM en actividades mineras Restricciones de descarga de aguas residuales.

(MERCADO, y otros, 2020) Indicaron que el eficaz tratamiento de aguas residuales en plantas estudiadas está influenciado por el modelo de tecnología, tipo de operación, calidad del afluente y mantenimiento, rectamente incluidas al trámite de las plantas de tratamiento. Y la correlación entre la eficiencia de parámetros primordiales como ser la DQO y la DBO con los principios de operación y mantenimiento, demostrados en este estudio, indicaron una dependencia de manera recta, mostrando que a mayor eficiencia se ha obtenido resultados superiores de operación y mantenimiento con las plantas evaluadas.

(MAMANI, 2018) En su trabajo titulado "Caracterización y Tratamiento de Aguas Residuales Ácidas", el objetivo general es evaluar las características de tratamiento y diseño de las aguas residuales ácidas de la Mina La Rinconada. El presente estudio es un estudio experimental y descriptivo realizado a través de una caracterización física y química suficiente. Este tratamiento adopta el método activo de neutralización-precipitación, con cal como neutralizador y 500 ml de muestra de agua para prueba de neutralización. El valor de pH es 3.38. Los metales pesados disueltos son Cu, Fe, Al, Zn, Ni y Mn. Los resultados finales de la prueba de neutralización en 05-10 minutos son valores de pH de 6.5 y 8.5, respectivamente,

que pueden disolver metales pesados, tales como: 94% de hierro, 80% de cobre, 95% de aluminio y 99% de aluminio. Zinc 87%, níquel 10% y manganeso 95%. La dosis óptima es de 0,4 gramos de cal por litro de agua ácida.

(HUAMANGA, y otros, 2016) El propósito de su tesis fue utilizar métodos activos y pasivos para tratar las aguas residuales mineras y metalúrgicas. Para el método pasivo se utiliza humus y compost, utilizando la tecnología mencionada por Smit (1999) como material de reacción, pero por el lado del método activo se utiliza una membrana manual semipermeable y prosigue con la tecnología de ósmosis inversa. Para el espectrofotómetro Perkin Elmer 601 se utiliza con el fin de emplear análisis cuantitativamente metales pesados. Utilizando sistemas de compostaje y humus, encontramos que las tasas de eliminación de cobre, arsénico, cadmio y mercurio eran todas mayores al 97%. Para zinc en el humus es 85% y el plomo en el compost es 95%. En el sistema manual de membranas semipermeables, las tasas de rechazo de Pb, As y Zn son todas superiores al 99%, mientras que otros elementos como Hg y Cd se retienen; en este caso, el metal con menor capacidad de retención es el cobre. Debido al humus y al compost tiene una alta capacidad de remoción de metales. Cuando se combina con membrana semipermeable, puede ejercer aún más el efecto esperado.

(CAMARGO, 2019) La tesis se desarrolló con el propósito de reducir el cobre por redox en aguas residuales contaminadas por relaves mineros, el método empleado para tratar el agua residual es redox. Antes de caracterizar las muestras contaminadas se ejecuta la prueba de jarra, Se obtiene un resultado positivo ( $R_o = 0.894$ ) correspondiente al procedimiento del programa a partir de las aguas residuales industriales generadas en el centro de la mina. Conclusión: Para el efluente contaminado por el proceso minero, la tasa de reducción de cobre a través del proceso redox es de 99%, lo que puede mantener la concentración por debajo del estándar de calidad ambiental del agua, considerando el valor de pH de 9.

(DENEGRÍ, y otros, 2020) en su artículo denominado tratamiento de drenaje ácido de las actividades mineras a través de humedales artificiales se tiene métodos pasivos y activos para el tratamiento de las filtraciones mineras corrosivas, este con muchos resultados interesantes, las cuales son las ventajas y desventajas que se

aplican al tratamiento ácido de efluentes de minas. Por este motivo, se revisó 119 publicaciones organizadas por temática común, llegando a demostrar que los humedales artificiales han demostrado ser una excelente alternativa al drenaje ácido de las minas. Sin embargo, se tiene que los humedales anaeróbicos son más efectivos para eliminar ácidos y metales pesados y, de manera similar, el agua subterránea muestra que son muy adecuados para tratar la DMAE.

(BERROSPI, 2019) Intentó reducir la concentración metales pesados en agua ácida aplicando dolomita como agente reparador en la escala experimental para remover metales pesados del recurso hídrico. Se puede describir que la dolomita es un mineral no metálico ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ). Debido a las propiedades físicas y químicas de neutralización y adsorción de iones metálicos disueltos, puede usarse como un reactivo eficaz para purificar el agua contaminada por AMD. Por lo tanto, una dosis de 25 gramos de dolomita es suficiente para realizar los requisitos en categoría 4 de la ECA para 500 mililitros de agua ácida. Además, se ha demostrado que la dolomita es eficaz para lograr tasas de remoción de metal.

(TEJADA, 2017) Para poder lograr determinar dosis ideal del  $\text{CaO}$ , se realizaron pruebas de jarras, la cal donde se utilizó en forma de lechada de cal ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) al 5% y como dosis ideal se logró 6 ml/L de lechada de cal que es un equivalente a 0.30g/l de cal, según los resultados de sst y turbidez. Del mismo modo la proporción de remoción de turbiedad y sólidos totales en suspensión de las aguas residuales, se ha logrado calcular desde las pruebas experimentales ejecutadas para lograr una dosis óptima, el cual la dosis es 6 ml/L que es un equivalente a 0,3 g/l; logrando las concentraciones de remoción lo siguiente: remoción de sst es 99,973% y remoción de turbidez es de 99,976 %.

(DE LA MORA, y otros, 2020) En este estudio demostraron la capacidad de un HFSC para reducir los contaminantes como  $\text{NH}_3\text{-N}$ , DQO y PT en aguas residuales que provienen de una granja porcícola, el humedal demostró una eficaz eficiencia que es aceptable para reducir los contaminantes evaluados, por lo tanto, en el caso especial del  $\text{NH}_3\text{-N}$  la remoción que logro fue por debajo de 60% en el tiempo de temperatura más baja y por encima del 75% en el tiempo más cálido. También la remoción de amonio demostró la máxima dependencia de la temperatura del agua,

cuando el grado del agua se expuso por mayor de los 17° C la floración creció con más rapidez, por lo tanto, incremento también la actividad microbiana, fue indiscutiblemente más elevada que cuando la temperatura del agua presento indicadores por debajo de los 17° c.

(ECHEGARAY, 2018) Se utilizó el método de reducción de alcalinización para eliminar el manganeso del agua contaminada en el proceso de minería, adopte el método de reducción de alcalinización de acuerdo con el tratamiento del efluente y determine adecuadamente la cantidad apropiada de agente de tratamiento. Se realiza una prueba de jarra antes de caracterizar las muestras contaminadas con manganeso. Se han obtenido resultados positivos en el tratamiento de aguas industriales residuales ocasionadas en la mina (Ro = 0,894). Conclusión: En 2017, la tasa de remoción de manganeso del cuerpo de agua contaminada durante el proceso minero de la provincia de Hualar a través del método de reducción de alcalinización fue de 99.47%, considerando el valor de pH de 12 y 6mL de solución de cal.

(BELIZARIO, y otros, 2018) Indicaron que la concentración de metales y fosforo en dos diferentes tiempos de muestreo de las aguas superficiales en la parte mínima de la cuenca del rio coata fue hallada: aluminio 1.043 mg/L y 0.142 mg/L, manganeso 0.106 mg/L y hierro 0.856 mg/L y 0.184 mg/L. Las concentraciones de arsénico 0.029 mg/L y fosforo 10.287 mg/L en tiempo de sequía alcanzan los niveles permisibles de los ECA minan. La conducta eléctrica fue de 1680 Us/cm. Los motivos de la contaminación fueron antropogénicos por la curtiembre de aguas residuales de la ciudad de Juliaca.

(ECHEVERRIA, y otros, 2020) Indicaron que se construyó, diseñó y evaluó una planta guía de tratamiento que utiliza un CBR como tratamiento biológico primordial, que empleo material y servicios locales. Se empleó poli estireno, rugoso de forma de soporte y se contrastó que es un material apropiado para el proceso de la biopelícula. La eficiencia en total alcanzada por el prototipo, logro alcanzar niveles que comprenden entre 69-79% para DQO total, 68-77% para DQO con solubilidad y 81-99% para SST. En palabras generales, el CBR junto con un sedimentador primario y un sedimentador secundario u otro tratamiento establece un desarrollo

con un gran potencial para ser implementado y escalado en rangos climáticos con características parecidas a las de este proyecto.

(SOLANO, 2018) Esta investigación se centra en encontrar información sobre el tratamiento. Relaves de minería, herramientas, tecnologías e innovaciones que se han utilizado en las siguientes áreas 10 años de tiempo de investigación para poder compararlo con Producido debido a contaminantes. También sé que ayuda Aproveche al máximo las cosas que ya no tienen valor o valor de uso y conviértelas en Beneficios económicos, personales y sociales

(VARGAS, y otros, 2020) Dados con los estudios que realizaron los investigadores para el análisis de los principales sistemas biológicos en Colombia indicaron que mostraron inmensas eficiencias de remoción de parámetros como DBO5, DQO, SST Y coliformes. Pero del mismo modo la viabilidad de implementar un nuevo sistema biológico determinado, necesita las características de ARD, los TRH, costo de implementación, el caudal a tratar, operación y mantenimiento. También innovar con sistemas de pretratamientos, en donde permitan quitar todo el material flotante de inmenso tamaño.

(PEREZ, y otros, 2020) Propuesto a fin de reducir los agentes contaminantes encontrados dentro de los relaves de la planta de beneficio para determinar los procedimientos adecuados de remediación y cumplir con el límite máximo permisible de descarga al río. El método empleado fue el de drenaje ácido para la reparación de relaves en el montón; resultando en la obtención de fluido con un límite inferior al límite máximo permisible; metales disueltos alcanzados (As <0.010, Al <0.020. Cd <0.002, Pb <0.010, Fe <0.005, Hg <0.025) mg / l, con un pH = 8.5, 1.89 mg / l de oxígeno disuelto, conductividad 5040 uScm. El proceso de remediación de efluentes ácidos a nivel horizontal puede desempeñar un papel eficaz.

(MEJIA, 2018) Con el enfoque de la utilización de método activo, así como la fitorremediación y los métodos experimentales de atolones, una prueba experimental para el tratamiento agua ácida, porque la calidad del agua se evaluará

durante el tratamiento de la sustancia activa. El humedal construido por el laboratorio El método de usar plantas para la cal y la fitorremediación. El uso de métodos activos también puede minimizar las concentraciones de metales que se encuentran disueltos en muestras de agua.

(BARRETO, 2016) En el presente trabajo se agrega cal, ya que esta es eficiente en la eliminación de las concentraciones de hierro y cobre en las aguas residuales de la minería. Estas concentraciones antes y después del tratamiento se miden con un espectrofotómetro de absorción atómica de llama, y también hay un medidor de pH para medir nuestro pH. Finalmente, se muestra el tiempo de determinación de la agitación y la remoción del pH previo de metales pesados, porque a medida que el pH y el tiempo de agitación aumentan, la concentración de cobre y hierro comenzará a disminuir.

(YARLEQUE, 2018) Se enfoca en el correcto diseño del tratamiento de aguas residuales, esta investigación consiste en caracterizar la abundancia (DBO y coliformes), asimismo determinar el grado de tratamiento, y luego proponer métodos alternativos de tratamiento para lograr el nivel recomendado; con la finalidad de obtener el diseño de este artículo después de utilizar este método, comparamos los costos a través del valor actual neto (VAN) para obtener la alternativa más adecuada. Se obtuvo finalmente eficientes resultados en el tratamiento de aguas residuales y de fácil uso, Permite una toma de decisiones objetiva basada en fundamentos técnicos comunes, e Información básica de ingeniería de la tecnología evaluada.

(ROJAS, 2019) Brindó alternativas para el tratamiento de agua potable de flóculos mineros, los gradientes de tiempo y velocidad son esenciales, ya que aumentan la posibilidad de adición de partículas y brindan más tiempo para que las partículas caigan por gravedad, es decir, en el fondo. Por otro lado, el pH es un factor que destaca en la desestabilización de las sustancias de coagulación y floculación. El uso de Floculantes-Floculantes son nuevas alternativas que se deben utilizar en el proceso de clarificación porque son más económicas y por ser biodegradables tienen menor impacto en el ecosistema.

(ARENA, y otros, 2021) Los tratamientos biológicos estudiados en este trabajo son aquellos que pueden reducir fácilmente una gran cantidad de relaves contaminados y métodos de tratamiento de aguas residuales. Los métodos efectivos de este tipo de tratamiento se han investigado a fondo. La conclusión es que el método biológico de tratamiento de aguas residuales mineras tiene resultados efectivos además de bajo costo, porque el proceso central se basa en las características de los elementos estudiados. Pero también es necesario la implementación de tecnología para optimizar los métodos de tratamiento de estos estudios.

(ARANEDA, y otros, 2019) Según los autores dijeron que los sistemas de biomasa granular son una técnica muy factible para tratar y aplicar en aguas residuales urbanas, el análisis de prototipos de negocios que se propusieron demostró que el agua tratada uso para riego en el propio condominio o su infiltración en las napas subterráneas dadas por el gobierno, son opciones de solución económicamente factibles. Además, el análisis de sensibilización demostró que el precio para venta del agua es el factor que más influye en la variación del VAN, logrando siempre un resultado positivo del 90.5%.

(MENENDEZ, y otros, 2020) Demostraron que, para el tratamiento de aguas residuales, los biodiscos forman parte de las tecnologías que adentro de la variación de biomasa incorporado a un medio soporte. Las opciones de ser percibidos modularmente le otorgan volubilidad y mayores opciones de operación, con eficiencias en la remoción de DQO y DBO parecidos a las que se obtuvieron con los filtros percoladores. Las características en global de los biodiscos y los resultados que se logran obtener con su implementación, demostró que se les mande más atención, especialmente para su uso para el tratamiento de aguas residuales de un caudal medio y pequeño.

(MORALES, 2020) Con el fin de determinar y optimizar las condiciones operativas que pueden lograr una alta extracción y una óptima recuperación mineral, también se descartó la parte estéril del proceso en los relaves, y determinó el proceso mediante pruebas. Con una eficiente respuesta de relaves durante el tratamiento del agua a un caudal de 50m<sup>3</sup> / hy 70m<sup>3</sup> / h pudo obtener buenos resultados.

(ANDRADE, 2021) El trabajo de recopilación bibliográfica actual sobre alternativas para el tratamiento de relaves mineros intenta encontrar nuevas alternativas amigables con el medio ambiente participando en el uso de la taxonomía vegetal. La investigación que se puede preparar para este trabajo se centra en la tecnología de extracción de plantas y filtración de la rizosfera, que ha obtenido resultados muy positivos y prometedores y es un método alternativo eficaz. Para la tecnología de extracción de plantas, se decidió utilizar plomo (Pb) y cromo (Cr) de las semillas de mostaza, que absorben  $23,35 \text{ mg} / \text{mg}$  de cromo en el punto más alto. Para la filtración de la rizosfera utilizamos raíces de pasto, sambo y alfalfa para tratar el cromo (Cr) y el cobre (Cu). Entre ellos, el mayor porcentaje de absorción es el cobre. Desde el primer día de tratamiento, la tasa de absorción de este metal supera el 50%.

(HUAMANI, 2020) En su investigación de sugerencias para mejorar plantas de tratamiento de aguas residuales de activos mineros. Sobre esta base, se determinaron las siguientes metas generales: proponer un plan para la mejora del tratamiento de aguas residuales. El tipo de método utilizado es cuantitativo, con diseño descriptivo, transversal y no experimental. Los resultados muestran que se ha utilizado un canal de entrada, una sala de rejilla, un arenero, dos piscinas anaeróbicas, dos piscinas aeróbicas y sus respectivos lechos de secado. La resistencia de los elementos de hormigón es de  $350 \text{ kg} / \text{cm}^2$ , y la resistencia del acero. Mide  $5/8$  pulgadas y  $3/8$  pulgadas. Además, se puede concluir que el monto de la inversión debe ser financiado por BCP y TEA es del 12%.

(LOPEZ, 2021) En el trabajo actual se comprobará la importancia del uso de tratamiento de aguas residuales mineras para así poder evitar que los metales pesados lleguen a la fuente de agua, El tratamiento permite reducir las concentraciones, por lo que se toman en consideración 14 formas de tratamiento de aguas residuales convencionales y 6 formas de tratamiento de aguas residuales no convencionales. La matriz de comparación y la encuesta a las personas involucradas en el campo minero con el fin de tener una comprensión más amplia de todos los factores que pueden estar involucrados en el desarrollo del proceso de depuración del agua con base en los siguientes principios de sustentabilidad.

(GARAVITO, y otros, 2020) El sistema que emplearon con lenteja de agua y Jacinto de agua indicó un desempeño eficaz y eficiente al remover un 44.4% en proporción a materia orgánica, sólidos suspendidos y sedimentables, motivó a los desarrollos que se van a realizar en este tratamiento biológico, como la adsorción y filtración. De acuerdo con los datos finales obtenidos en cuanto a remoción de materia que se presentaron con estos sistemas hay mucho potencial para adaptarse a diferentes procesos industriales que operen con aguas residuales de características similares.

### III METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo, diseño y nivel de investigación

La presente investigación realizada tuvo un enfoque cuantitativo y de tipo **aplicada** o también descrito como investigación práctica. Según Álvarez (2020), describe a la investigación de tipo aplicada cuando esta se enfoca en adquirir un nuevo conocimiento que ayude a solucionar problemas prácticos. Por lo mencionado se aplicó los conocimientos teóricos indagadas en diversas investigaciones y la manipulación de las condiciones operativas en relación a las variables, mediante esta se utilizó *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* como biosorbente para reducir Pb y Zn en la microcuenca del Rio San Juan.

El **diseño** de este estudio fue **experimental**, ya que se aplicó biosorción para reducir plomo y Zinc en el río San Juan utilizando *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* como biosorbente, el cual aplicara el efecto a causa al manejo de tipo pre y post prueba representada en variable independiente (Capacidad del material bioadsorbente y dependiente (Reducción de plomo y Zinc), para la determinación de los cambios generados en el proceso de eliminación de Plomo y Zinc de la muestra. Según Ramos (2021) indica que el estudio experimental es caracterizado por contar con la manipulación intencional de la variable independiente y la medición pre y post test de la variable dependiente.

El nivel de investigación para este actual proyecto fue **explicativo**, debido a las revisiones bibliográficas que se utilizaron para la correcta investigación a describir. Según Álvarez (2020) indica que el nivel explicativo da a lugar a más conceptos y descripción de fenómenos, mayormente va enfocado a Buscar la determinación de la causa de los eventos, logrando determinar el comportamiento de la variable en destino de otra.

#### 3.2. Variables y operacionalización

En la **Tabla 1**, se muestran las variables independientes (causa) y variables dependientes (efecto) el cual se propone en un intento de dar viabilidad a la investigación aquí identificada según el título.

**Tabla 1:** Variables de la investigación

<b>Variables de investigación</b>	
Eficiencia del material bioadsorbente	INDEPENDIENTE
Reducción de Plomo y Zinc	DEPENDIENTE

En el Anexo 1, se muestra la lista de matriz de operacionalización de variables, que considera definiciones, indicadores y escalas.

### **3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de muestral.**

La **Población** del estudio es el agua del río San Juan, ubicada en la región Pasco, a 24 km de la capital entre el tramo Yurajhuanca y el Delta Upamayo del distrito de Simón Bolívar, Rancas.

La **muestra** de solución recolectada fue de 9 litros de agua para la determinación del análisis de la concentración de Pb y Zn inicial y después del tratamiento, mediante la aplicación de *Citrus Sinensis* y *Citrus limón* en la microcuenca del río San Juan.

Se realizó **muestreo** aleatorio simple en un punto determinado, ya que se utilizó una población de solución homogénea, donde la muestra tiene la misma probabilidad de ser seleccionada, de esta manera se empleó los pasos del Protocolo Nacional del Monitoreo de la Calidad del Agua designada por la Autoridad Nacional del Agua - 2017, el cual fue enviada al laboratorio para la aplicación del tratamiento de espectrometría de absorción atómica.

Para la **unidad muestral** se utilizó 300 mililitros para el análisis de sus características fisicoquímicas.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El desarrollo de la **técnica** de recolección de datos se da de manera observativa in situ en la microcuenca del río San Juan para su exploración, identificación y recolección de datos, brindando así la facilidad en la determinación de los parámetros físico-químicos.

Se utilizaron cuatro documentos como **instrumentos** de recopilación de datos, que se detallan en el Anexo 4 y se sintetiza brevemente en la **Tabla 2**.

**Tabla 2:** Fichas de recolección de datos

<b>FICHA 1</b>	Ficha de ubicación
<b>FICHA 2</b>	Datos de la toma de muestra
<b>FICHA 3</b>	Análisis inicial de la caracterización de las muestras obtenidas
<b>FICHA 4</b>	Resultado final de la caracterización

Otro sistema empleado fue el muestreo de manera puntual, análisis de laboratorio con pruebas experimentales.

Los instrumentos de aplicación, se encuentran procedimientos de muestreo, monitoreo de parámetros in situ y en tiempo real, informes de laboratorio y artículos de investigación, y algunos documentos mostrados en el **Anexo 4**.

La **validez** de los instrumentos de la presente investigación fue calificada y evaluada por medio de tres expertos en materia de la investigación adjuntada en el Anexo.

La **confiabilidad** de los instrumentos fue para la ayuda de recolección de datos las cuales fueron probadas y justificadas en las fichas experimentales, generadas por medio del programa "Excel", tanto para la obtención de los datos de muestras de campos y la obtención de los datos del análisis del procedimiento experimental.

### 3.5. Procedimiento

A continuación, describimos el procedimiento considerado en el desarrollo de la parte experimental de la investigación cuyo esquema se muestra en la Figura 14.

#### ETAPA 1: Toma de muestra de las aguas con efluentes mineros del río San Juan.

##### a) Fase de gabinete

- Se reconoció el lugar de muestreo mediante el registro de coordenadas geográficas en el programa “Google Earth”.
- Se elaboró el plan de muestreo, preparación de materiales y formatos de campo.

##### b) Fase de campo

**Actividades preliminares:** Para la recolección de muestra del cuerpo de agua se realizó el desplazamiento hacia el lugar de muestreo, y se realizó el registro de las coordenadas UTM, dichas características se detallan en la **Tabla 3**.

**Tabla 3:** Coordenadas de ubicación de la toma de muestra del efluente minero.

<b>LUGAR DE MUESTREO</b>	Microcuenca del Río San Juan 400m antes de llegar a la Planta Concentradora sociedad Minera El Brocal S.A.A – Huaraucaca
<b>ZONA</b>	18 L
<b>COORDENADAS UTM</b>	X: 761815
	Y: 104212

Se prepararon los instrumentos e indumentaria respectiva, de esta forma se localizó el punto exacto para la obtención de la muestra, ya estando en la ubicación exacta se procedió a enjuagar los recipientes con el agua del río para así poder recolectar por completo la muestra, y luego se cerró los recipientes dentro del río, de esta forma se evitó el ingreso de cualquier elemento externo a la muestra. Las tomas de muestra realizadas fueron evidenciadas por medio de tomas fotográficas que están plasmadas en la presente investigación (Figura 1), para que estas sirvan como muestra de los hechos relatados.



**Figura 1:** Toma de muestra de agua del rio San Juan.

### **C) Almacenamiento y transporte de muestras**

Las muestras recolectadas del cuerpo receptor de agua se acondicionaron en un sistema de cadena de frio (cooler), para mantener la integridad de las mismas durante su traslado al respectivo laboratorio de ensayo, ya que mediante su análisis se determinaron los valores de la concentración inicial de Plomo y Zinc y la concentración después del tratamiento bioadsorbente, la obtención de dicha muestra se llevó a cabo en el Rio San Juan ubicada en el Distrito de Simón Bolívar, Provincia de Pasco y Región Pasco.

### **ETAPA 2: Obtención del bioadsorbente**

- ***Citrus Sinensis (L) Osbeck*** (Cáscara de naranja)

Para obtener el material bioadsorbente se tomó las cáscaras que estén en buen estado, seleccionando así las cáscaras de naranja de mayor espesor y maduras esto con el fin de evitar su rápida descomposición, el cual fue adquirido por los comerciantes de jugo de naranja, con un total de 12 kilogramos materia prima.

- ***Citrus limón*** (Cáscara de limón)

Para obtener el material bioadsorbente se tomó las cáscaras de limón que estén en buen estado, siendo adquiridos por los comerciantes de Ceviche con un total de 12 kilogramos materia prima.

### ETAPA 3: Trabajo de laboratorio

#### Equipos

##### a) Datos generales del equipo.

- Nombre: Espectrómetro de Emisión Óptica con Acoplamiento Inductivo.

##### b) Especificaciones técnicas del equipo.

- Marca : AGILENT
- Modelo : 700 Serie ICP-OES

#### Reactivos

Para el desarrollo de los análisis se usaron reactivos de alta pureza que cumplen con las especificaciones de la American Chemical Society

- Ácido clorhídrico concentrado - HCl.
- Ácido nítrico concentrado - HNO<sub>3</sub>.
- Ácido nítrico (1 + 1).
- Agua de reactivo (Ultrapuro). Agua de grado I de ASTM.

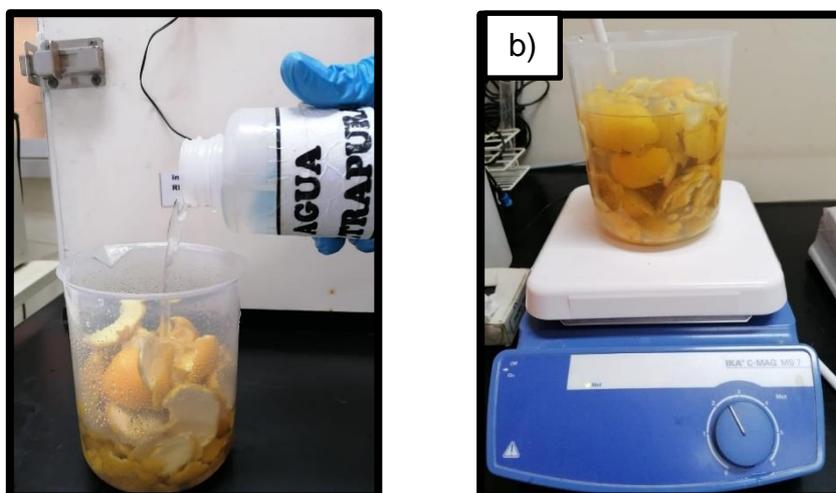
Se recolecto una cantidad suficiente de ambos bioabsorbentes, para su tratamiento en cada etapa que se describe y caracteriza a continuación.

**Recolección:** Para esta operación los materiales bioabsorbentes (cáscaras de naranja y limón) fueron adquiridas por los comerciantes de jugo. Tomando como muestra inicial de 212.530 g de naranja y 212.530 g de cascara de limón (Figura 2). Las cascaras se cortaron manualmente en trozos pequeños de 1 cm aproximadamente, para facilitar su manipulación en las siguientes etapas.

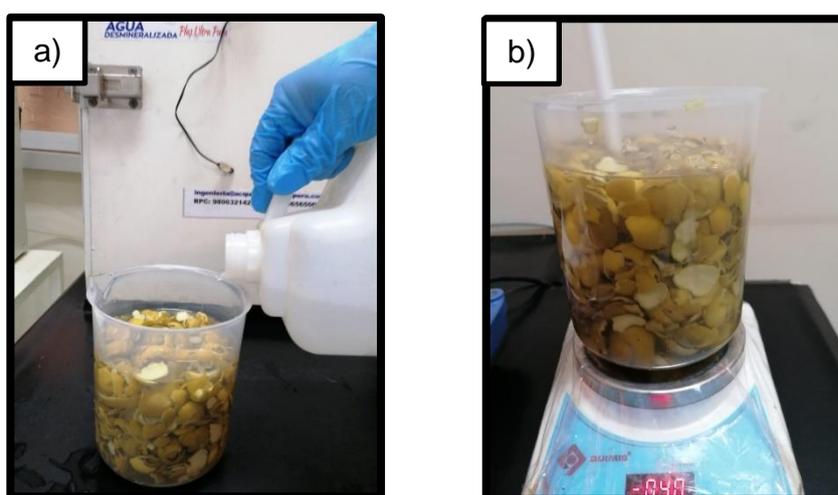


**Figura 2:** Pesaje de Cascaras de Naranja y Limón

**Limpieza:** Se lavó las biomásas agua ultrapura y agitación magnética por 30 minutos, para así poder remover las impurezas adheridas a la superficie, para evitar cualquier afectación en proceso del tratamiento, tal como se observa en las Figuras 3 y 4.



**Figura 3:** (a) Lavado de la cascara de naranja  
(b) Agitación magnética



**Figura 4:** (a) Lavado de la cascara de limón  
(b) Agitación magnética

**Secado:** Ya estando libre de impureza, los trozos de ambas cascarras fueron sometidas a la etapa de secado, siendo colocadas al horno por 24 horas, con una temperatura de 90°C para la obtención de un peso constante del bioadsorbente; el cual fue de 70.516 g para la Naranja y 56.288 g para el limón, este equivale a un 33.18% y un 26.48 % del peso inicial respectivamente (Figuras 5 y 6).



**Figura 5:** Secado de la cascara de naranja a 90°C por 24 h



**Figura 6:** Secado de la cascara de limón a 90°C por 24 h

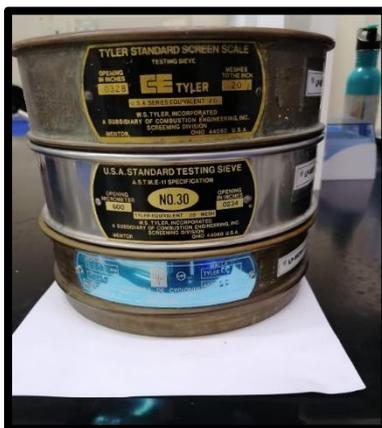
**Molienda:** Para reducir el tamaño del material, se usó un mortero hasta obtener partículas pequeñas de biomasa. como se aprecia en la Figura 7.



**Figura 7:** (a) Trituración de la cascara de naranja

(b) Trituración de la cascara de limón

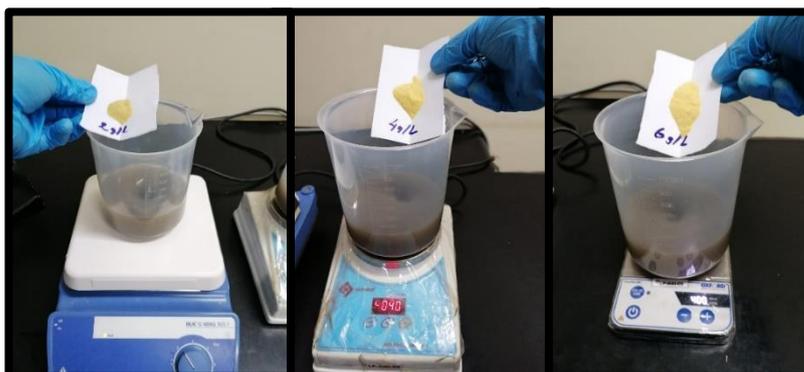
**Tamizado:** La clasificación se llevó a cabo en una tamizadora tipo Shaker mediante una serie de tamices, los cuales presentaban los siguientes tamaños: 0.4 mm, 0.6 mm y 0.8 mm, como se evidencia en la Figura 8.



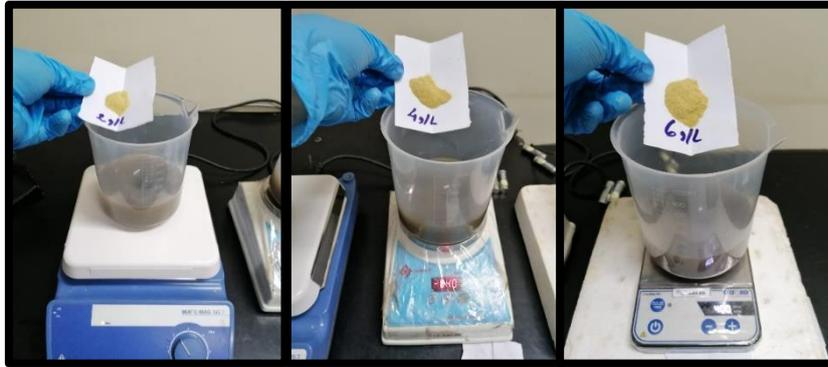
**Figura 8:** Tamizaje de las Biomosas

#### **ETAPA 4: Tratamientos del material bioadsorbente**

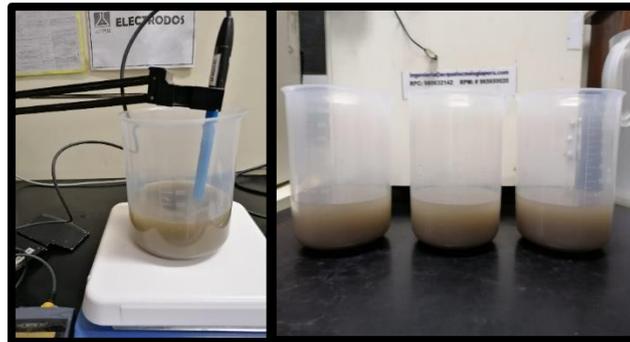
Para este tratamiento se utilizó 3 L de muestra total de agua por cada repetición, siendo distribuidas en 3 sub-tratamientos de 300 ml de la microcuenca del río San Juan, dichas muestras de agua fueron tratadas con cáscara de naranja y cascara de limón en 3 diferentes dosis 2 g/L, 4 g/L y 6 g/L (Figuras 9, 10 y 11), siendo evaluados por 2 horas respectivamente, con la finalidad de determinar cuál de los tratamientos y sub-tratamientos es más eficiente. Esto se realizó mediante el proceso discontinuo de adsorción a temperatura ambiente. Se pesaron los sólidos bioadsorbentes y se añadieron en diferentes dosis a los vasos precipitados con 300 mL de solución preparada. La mezcla se puso en contacto mediante agitación magnética durante 2h. Posteriormente se filtró y se mandó a analizar por ICP – OPTICO.



**Figura 9:** Dosis de cascara de naranja.



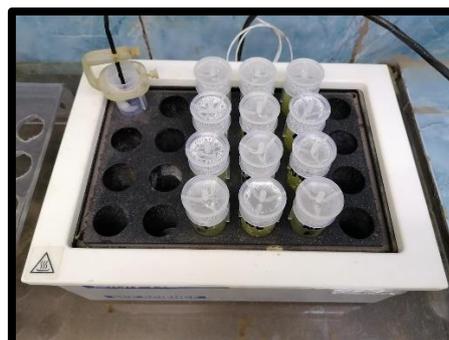
**Figura 10:** Dosis de Cascara de limón



**Figura 11:** Tratamiento y medición de pH de las biomásas

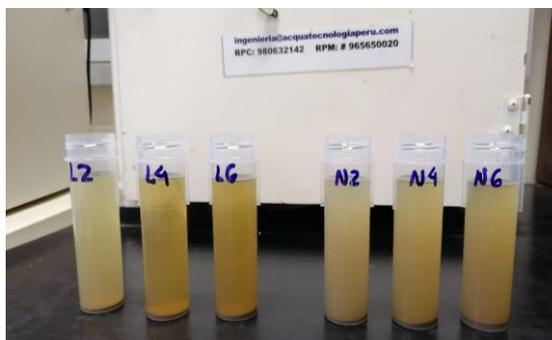
#### **ETAPA 5: Preparación de la muestra acuosa**

De la muestra acuosa obtenida se transfirió una alícuota de 50 mL ( $\pm 0.5$  mL) de una muestra bien mezclada, a un vaso recipiente de plástico con tapa (Digitubo). Se agregó 1 mL ( $\text{HNO}_3$ ) de ácido nítrico y 1,0 mL de ( $\text{HCl}$ ) ácido clorhídrico al digitubo que contiene el volumen de muestra medido. Se colocó el digitubo en un digestor de bloques. Este digestor se ubicó en una campana de extracción y se ajustó la temperatura de digestión a aproximadamente 85 °C por 2 horas, pero no superior a esa temperatura (Figura 12).



**Figura 12:** Digestión de las muestras a 80°C por 2 horas

Transcurridos las 2 horas se retiró el digitubo del digestor de bloques para que se enfrié, de haber reducción del volumen de la muestra, se procedió a rellenar el volumen hasta el volumen original (50 ml), Se dejó reposar la muestra durante una noche para dejar que el material no disuelto se asiente (Figura 13).



**Figura 13:** Muestras de biomasa filtradas

#### **a) Análisis de muestra**

Se configuro el sistema del instrumento según la potencia y las condiciones de operación seleccionadas, se realizó la calibración de los 32 elementos en 3 puntos de calibración, (soluciones estándar de calibración mezcladas y blancos de calibración). De la curva analizada se elabora una ecuación de tipo lineal, se analiza que el coeficiente de correlación ( $r^2$ ) sea mayor a 0. 9995. Después de completar la calibración las muestras se analizaron de la misma manera operativa utilizada en la rutina de calibración con el blanco de enjuague también utilizado entre todas las soluciones de muestra. Del resultado obtenido, se reemplaza en la ecuación lineal de cada elemento y se obtiene el resultado en las unidades de mg/l.

**Figura 14:** Diagrama de flujo del procedimiento

**Actividades a ejecutar:**

<p><b>FASE 1:</b> Caracterización de los datos iniciales de la muestra del efluente minero</p>	<p><b>FASE 2:</b> Preparación de la cantidad exacta de las biomosas. (<i>Citrus Sinensis</i> (L) Osbeck y Citrus)</p>	<p><b>FASE 3:</b> Preparación del reactivo para mantener presente el pH en la muestra</p>	<p><b>FASE 4:</b> Análisis de los parámetros de la solución.</p>	<p><b>FASE 5:</b> Medición final de concentración de Plomo y Zinc.</p>
<p><b>Temperatura:</b> en °C <b>pH =</b> en unidades <b>[Pb (II) y Zn ] inicial =</b> en mg/L</p>	<p><u><b>Para 300 ml de solución</b></u> Citrus Sinensis <i>Citrus Limón</i></p>	<p>HCl y NaOH</p>	<p><b>Volumen =</b> 300 ml <b>Velocidad de agitación =</b> 120 RPM <b>Dosis =</b> 2.0, 6.0, 8.0 g/ L <b>Tamaño de partícula=</b> 4, 6 y 8 mm <b>[Pb (II) y Zn], medición =</b> A 2</p>	<p>Medición con Espectrometría de emisión óptica (ICP-OES)</p>

### 3.6. Métodos de análisis de datos

Para verificar las hipótesis se utilizaron instrumentos como: tablas y gráficos de Microsoft Excel, cálculos de análisis de varianza facilitando así el análisis de los datos obtenidos del tratamiento de reducción de plomo y Zinc.

Asimismo, después del proceso de adsorción, se determinó la concentración del plomo presente en la fase líquida por medio de absorción atómica, sabiendo que, por medio de balance de masa, se puede determinar la concentración de plomo retenida por sólidos bioadsorbentes; por lo mencionado se utilizó la expresión matemática indicada a través de la siguiente ecuación:

$$\eta: \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100 \quad (1)$$

$\eta$  = porcentaje de reducción de plomo (%).

$C_i$  = concentración inicial de la solución.

$C_f$  = concentración final de la solución.

### 3.7. Aspectos éticos

LA ÉTICA Y POLÍTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA CÉSAR VALLEJO, tiene como objetivo que las investigaciones que se ejecutan en la universidad, tienen que efectuar los máximos estándares establecidos como el rigor científico, honestidad y responsabilidad, para obtener un exacto conocimiento científico y así cuidar el derecho y bienestar de los que hacen las investigaciones cuidando la propiedad intelectual, del mismo modo motivar las buenas prácticas científicas incluyendo la formación de los investigadores

El actual proyecto de investigación acató el dominio intelectual, convocando a los autores y la ética en búsqueda de la universidad RCU N° 026-2017/UCV. Posteriormente se adaptó a la resolución rectoral N° 0089- 2019/UCV, reglamento de investigación y búsqueda de la universidad César Vallejo e interviniendo la disposición N° 7.4 de la resolución del vicerrectorado de proyecto de investigación N° 008-2017- VI/UCV. Por lo cual se confirmó con el turnitin la certeza de no plagio del proyecto de investigación.

En este entorno la actual presente investigación se llevó a realizar con los inicios estipulados que se encuentran en el código de ética del año 2017, el cual explora e incentiva el respeto por las personas en su autonomía e incentivar, honestidad, justicia, buscar el bienestar, rigor científico, competencia científica, profesional y responsabilidad.

#### IV RESULTADOS

- **Análisis de concentración inicial de plomo (II) y Zinc.**

El día 2 de noviembre de 2021, a las 4:23 pm, se recolecto la muestra de agua contaminada por efluentes mineros, en las coordenadas 11°54'36''S 76°34'46''W. Realizado de este modo el análisis de la concentración cero de plomo (Pb) y Zinc (Zn) en el Laboratorio GEOJECS SRL; dichos resultados analizados por ICP – OPTICO se muestran en la **Tabla 4**.

**Tabla 4:** Resultados de la concentración Cero de Pb (II) y Zn

Elemento	Unidad de medida	Muestra Cero
Pb (II)	mg/ L	9.27
Zn	mg/ L	12.34

Los niveles obtenidos de la concentración inicial de estos elementos presentes en el agua del Río San Juan sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) D.S N°004-2017-MINAN, que es 0.05 para Pb y 2 para Zn, el cual representa un riesgo muy alto a la población aledaña mostrada en la **Tabla 5**.

**Tabla 5:** Comparación de resultados de la muestra cero vs ECA AGUAS D.S N°004-2017-MINAN

Elemento	Unidad de medida	Muestra Cero	Eca Categoría 3	Resultado
Pb (II)		9.27	0.05	No aceptable
Zn	mg/ L	12.34	2	No aceptable

- **Análisis de concentración de plomo (II) y Zinc después del tratamiento.**

Antes de analizar la caracterización inicial de plomo (II) y Zinc se ejecutó el tratamiento para reducir dichos metales pesados mediante el uso de adsorbentes naturales (cascara de naranja y cascara de limón), dicho procedimiento se describió

en el capítulo III, de esa manera se analizó la concentración por ICP – OPTICO, los datos se muestran en la **Tabla 6 y 7**.

**Tabla 6:** Análisis de la concentración de Pb después del tratamiento

Elemento	Biadsorbente	Repeticiones	Dosis ( g/l) y Tamaño (mm)				
			2 g/l	4 mm	4 g/l	6 mm	6 g/l
Plomo (II)	Cascara de naranja	1	0.176		0.13		0.107
		2	0.182		0.145		0.101
		3	0.174		0.144		0.11
	cascara de limón	1	0.204		0.17		0.125
		2	0.188		0.175		0.125
		3	0.206		0.185		0.132

En la **Tabla 6**. Se muestran los resultados finales de la prueba del diseño experimental de las concentraciones de plomo (II) después del tratamiento esto con la influencia de dosis (2 g/l, 4 g/l y 6 g/l), tamaño de partícula (4 mm, 6 mm y 8 mm) y tiempo de residencia por 2 horas, mediante el uso de adsorbentes naturales como la cascara de naranja y cascara de limón.

**Tabla 7:** Análisis de la concentración de Zn después del tratamiento

Elemento	Biadsorbente	Repeticiones	Dosis ( g/l) y Tamaño (mm)				
			2 g/l	4 mm	4 g/	6 mm	6 g/l
Zinc (Zn)	Cascara de naranja	1	1.63		3.44		4.04
		2	1.73		3.58		4.08
		3	1.66		3.55		4.11
	Cascara de limón	1	2.75		3.32		3.69
		2	2.75		3.26		3.63
		3	2.92		3.42		3.7

En la **Tabla 7**. Se muestran los resultados de las concentraciones de Zinc después del tratamiento esto con la influencia de dosis (2 g/L, 4 g/L y 6 g/L) y tamaño de partícula (4 mm, 6 mm y 8 mm), mediante el uso de adsorbentes naturales (cascara de naranja y cascara de limón).

**Objetivo general:** Determinar la reducción de plomo mediante *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021.

Para la determinación del porcentaje de reducción de Pb y Zn (% R), se aplicó la fórmula 1 y 2, el cual permitió la determinación de los resultados finales después

del tratamiento mediante el uso de *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón*, los cuales se registraron en la **tabla 5 y 6**.

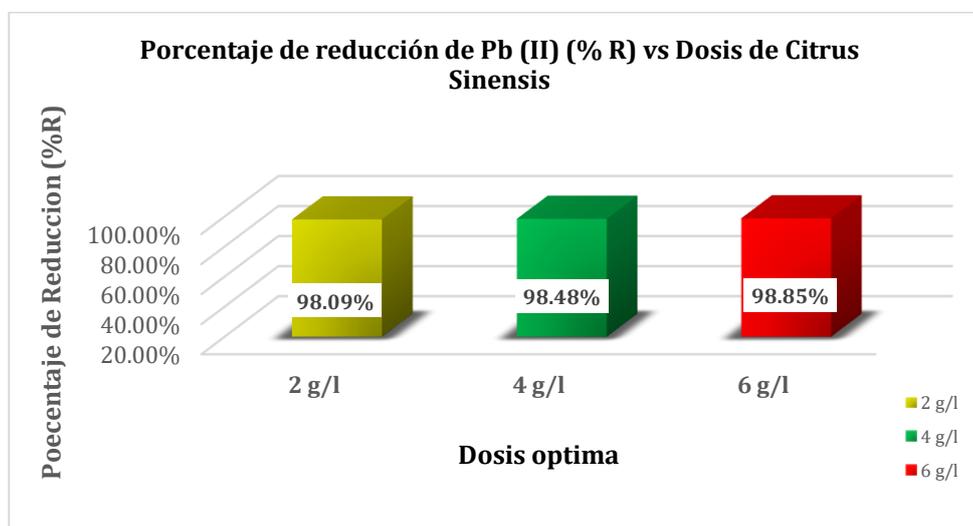
$$\text{Reducción de Plomo Pb(II) \%} = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Reducción de Plomo Zn(II) \%} = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100 \quad (2)$$

**Tabla 8:** Porcentaje de reducción de Pb (II) después del tratamiento

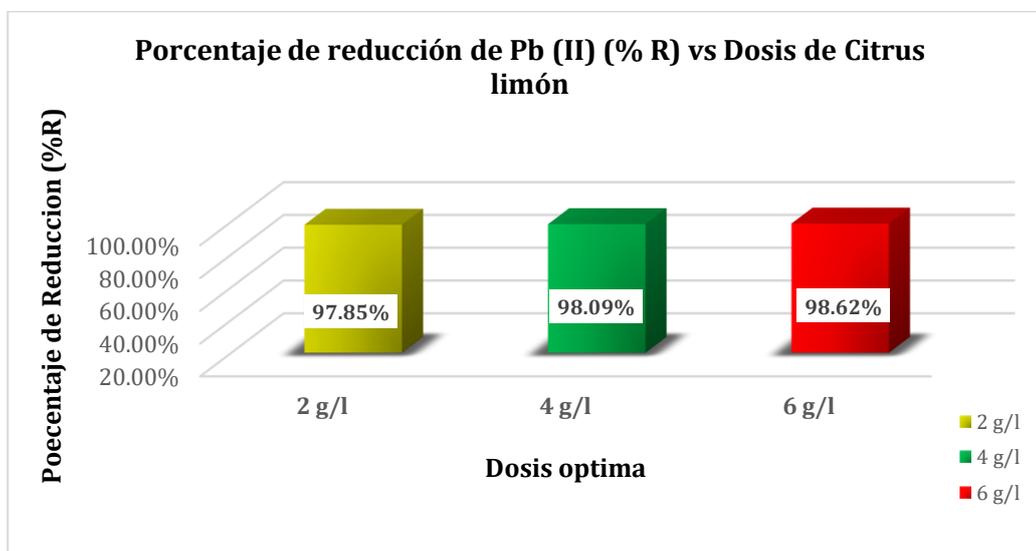
Bioadsorbente	Dosis	Concentración inicial de Pb (mg/l)	Concentración final de Pb (mg/l)	Porcentaje de reducción (% R)
Cascara de naranja	2 g/l	9.27	0.177	98.09%
	4 g/l	9.27	0.140	98.48%
	6 g/l	9.27	0.106	98.85%
Cascara de limón	2 g/l	9.27	0.199	97.85%
	4 g/l	9.27	0.177	98.09%
	6 g/l	9.27	0.127	98.62%

En la **tabla 8**. Se puede apreciar los resultados de porcentaje de reducción de plomo mediante la aplicación de la fórmula antes descrita, está realizada con el promedio de concentración final de las 3 repeticiones realizadas en cada dosis óptima.



**Figura 15: Porcentaje de reducción de Pb(II) (%R)**

En la Figura 15. Se determinó que la dosis de 2 g/l de *Citrus Cinensis* se recuperó un promedio de 98.09 % y el resultado con mayor recuperación se obtuvo con una dosis de 6 g/l, obteniéndose un 98.85%.



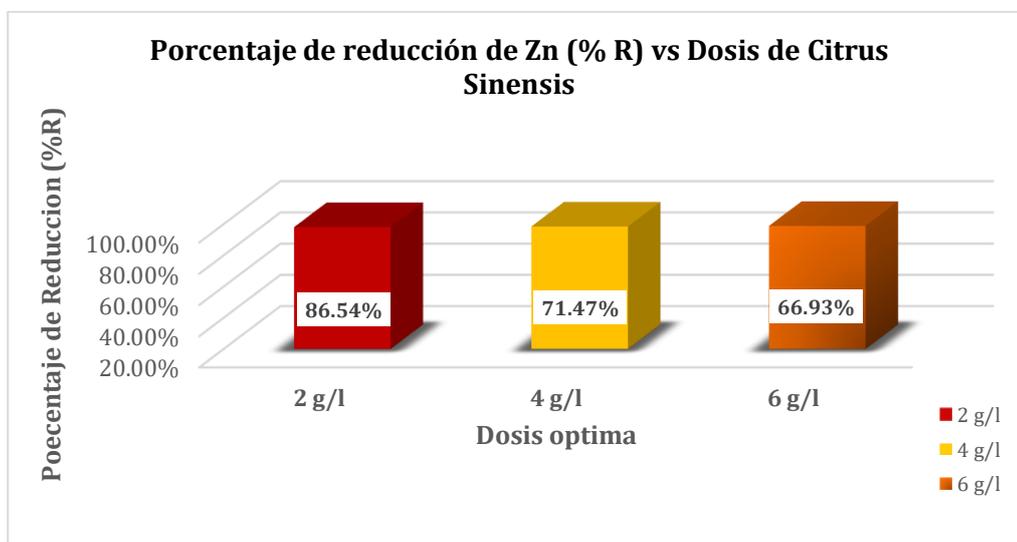
**Figura 16: Porcentaje de reducción de Pb(II) (%R)**

En la Figura 16. Se determinó que la dosis de 2 g/l de *Citrus limón* se recuperó un promedio de 97.85 % y el resultado con mayor recuperación se obtuvo con una dosis de 6 g/l, obteniéndose un 98.62%.

**Tabla 9: Porcentaje de reducción de Zn después del tratamiento**

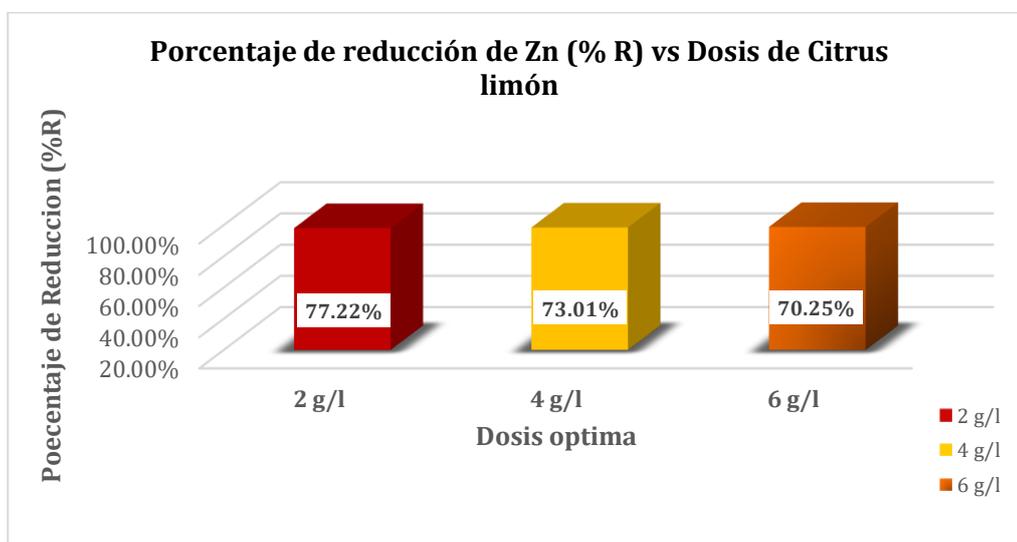
Bioadsorbente	Dosis	Concentración inicial de Zn (mg/l)	Concentración final de Zn (mg/l)	Porcentaje de reducción (% R)
Cascara de naranja	2 g/l	12.34	1.66	86.54%
	4 g/l	12.34	3.52	71.47%
	6 g/l	12.34	4.08	66.93%
Cascara de limón	2 g/l	12.34	2.81	77.22%
	4 g/l	12.34	3.33	73.01%
	6 g/l	12.34	3.67	70.25%

En la **tabla 9**. Se puede apreciar los resultados de porcentaje de reducción de Zinc mediante la aplicación de la formula antes descrita, está realizada con el promedio de concentración final de las 3 repeticiones realizadas en cada dosis óptima.



**Figura 17:** Porcentaje de reducción de Zn (II) (%R)

En la Figura 17. Sé determinó que la dosis de 4 g/l de *Citrus Sinensis* se recuperó un promedio de 71.47% y el resultado con mayor recuperación se obtuvo con una dosis de 2 g/L, obteniéndose un 86.54%.



**Figura 18:** Porcentaje de reducción de Zn (II) (%R)

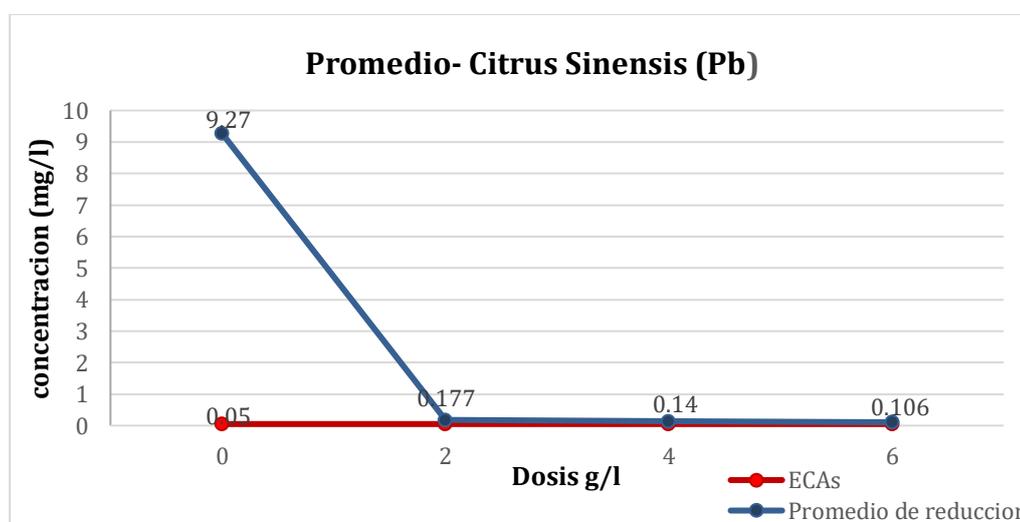
En la Figura 18. Sé puede visualizar que a una dosis de 6 g/l de *Citrus limón* se recuperó un promedio de 70.25% y el resultado con mayor recuperación se obtuvo con una dosis de 2 g/L, obteniéndose un 77.22%.

**Objetivo específico 1:** Identificar la dosis optima de *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* para la reducción de plomo en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021.

**Tabla 10:** Determinación de la dosis óptima de la *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* para la reducción de Plomo.

Bioadsorbente	Dosis	Pb (mg/l) ICP – OPTICO	Pb (mg/l) ICP – OPTICO	Pb (mg/l) ICP – OPTICO	Promedio
Cascara de naranja	2 g/l	0.176	0.182	0.174	0.177
	4 g/l	0.13	0.145	0.144	0.140
	6 g/l	0.107	0.101	0.11	0.106
Cascara de limón	2 g/l	0.204	0.188	0.206	0.199
	4 g/l	0.17	0.175	0.185	0.177
	6 g/l	0.125	0.125	0.132	0.127

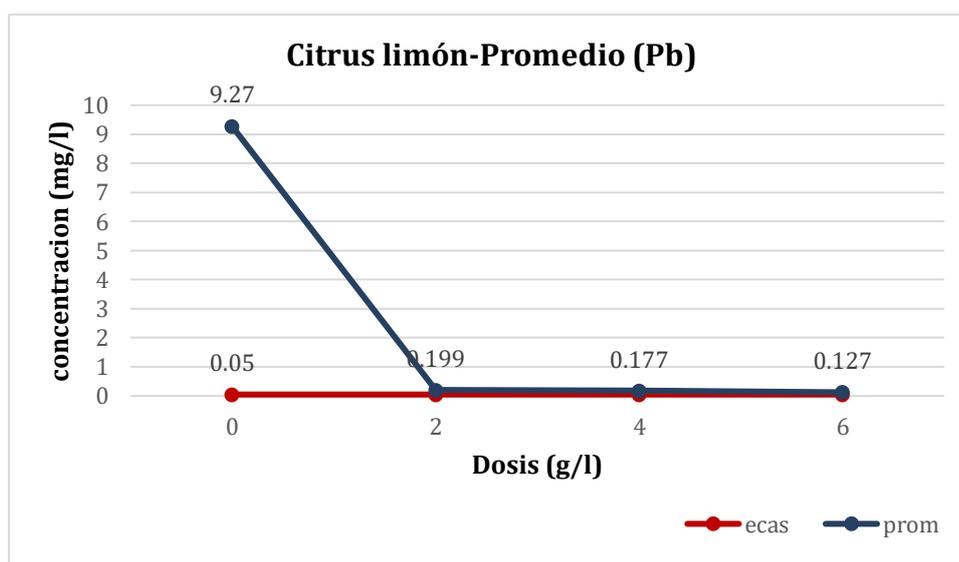
En la Tabla 10. Se puede apreciar los resultados de la dosis optima del plomo de la naranja y limón, está realizada con 3 dosis diferentes.



**Figura 19:** Dosis optima de *Citrus Sinensis* con promedio de reducción.

En la Figura 19 se muestran las 3 diferentes dosis de *Citrus Sinensis* con sus promedios de concentración de Plomo (II), así mismo se pudo identificar que la dosis

óptima de *Citrus Sinensis* fue el de 6 g/L en la reducción Plomo(Pb) de las aguas con efluentes mineros el cual fue de 0.106 mg/l de promedio de concentración reducida y con un tamaño de partícula de 8 mm, la porción de dosis que obtuvo un resultado de promedio menor fue el de 2 g/L con una absorción de 0.177 mg/l de Pb. Asimismo, se puede observar que los resultados obtenidos sobrepasan los ECAs (0.05) para Pb, Según D.S N°004-2017-MINAN, esto fue debido a la alta concentración inicial del contaminante.



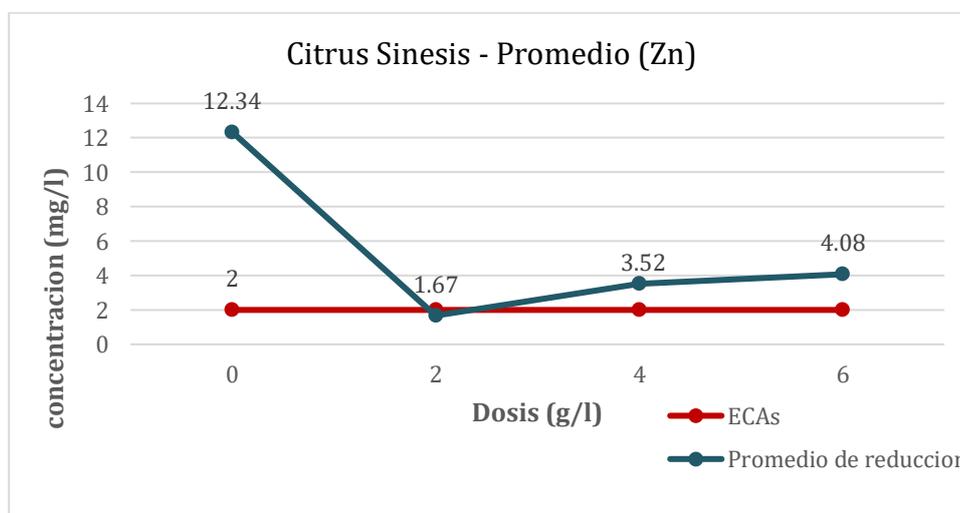
**Figura 20:** Dosis óptima de *Citrus limón* con promedio de reducción.

En la Figura 20 se observa las 3 diferentes dosis de *Citrus limón* con sus promedios de concentración de Plomo (II), así mismo se pudo identificar que la dosis óptima de *Citrus limón* fue el de 6 g/L en la reducción Plomo (Pb) de las aguas con efluentes mineros el cual fue de 0.127 mg/l de promedio de concentración reducida y con un tamaño de partícula de 8 mm, la porción de dosis que obtuvo un resultado de promedio menor fue el de 2 g/L con una absorción de 0.199 mg/l de Pb. Asimismo, se puede observar que los resultados obtenidos sobrepasan los ECAs (0.05) para Pb, Según D.S N°004-2017-MINAN, esto fue debido a la alta concentración inicial del contaminante.

**Tabla 11:** Determinación de la dosis óptima de la *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* para la reducción de Zinc.

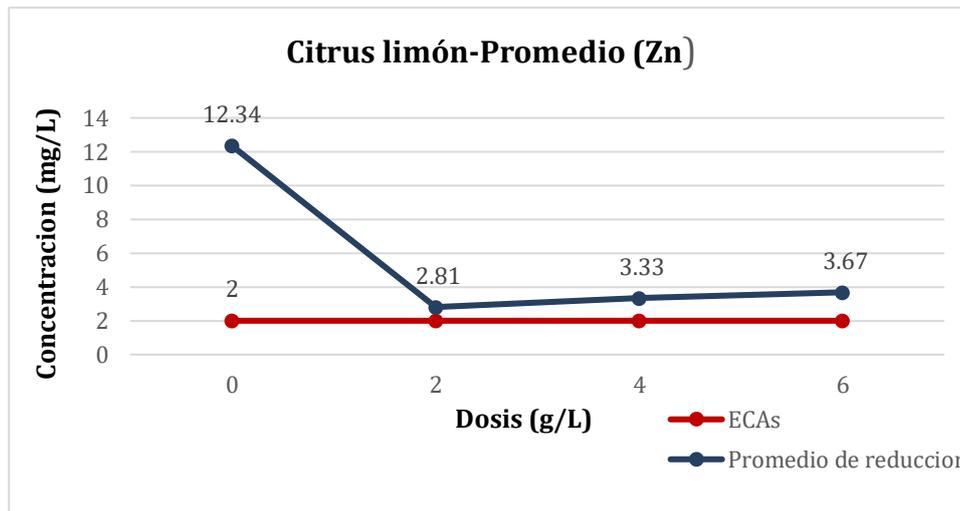
Bioadsorbente	Dosis	Zn (mg/l) ICP – OPTICO	Zn (mg/l) ICP – OPTICO	Zn (mg/l) ICP – OPTICO	Promedio
Cascara de naranja	2 g/l	1.63	1.73	1.66	1.67
	4 g/l	3.44	3.58	3.55	3.52
	6 g/l	4.04	4.08	4.11	4.08
Cascara de limón	2 g/l	2.75	2.75	2.92	2.81
	4 g/l	3.32	3.26	3.42	3.33
	6 g/l	3.69	3.63	3.7	3.67

**En la Tabla 11.** Se puede apreciar los resultados de la dosis optima del zinc de la naranja y limón, está realizada con 3 dosis diferentes.



**Figura 21:** Dosis optima de Citrus Sinensis con promedio de reducción.

En la Figura 21 se observa las 3 diferentes dosis de *Citrus Sinensis* con sus promedios de concentración de Zinc, así mismo se pudo identificar que la dosis óptima de *Citrus Sinensis* fue el de 2 g/L en la reducción Zinc de las aguas con efluentes mineros el cual fue de 1.67 mg/l de promedio de concentración reducida y con un tamaño de partícula de 4 mm, la porción de dosis que obtuvo un resultado de promedio menor fue el de 6 g/L con una absorción de 4.08 mg/l de Zn. Asimismo, se puede observar que los resultados obtenidos no sobrepasan los ECAs (2) para Pb con la dosis de 2 g/L. Según D.S N°004-2017-MINAN.



**Figura 22:** Dosis óptima de *Citrus limón* con promedio de reducción

En la Figura 22 se observa las 3 diferentes dosis de *Citrus limón* con sus promedios de concentración de Zinc, así mismo se pudo identificar que la dosis óptima de *Citrus limón* fue el de 2 g/L en la reducción de Zinc de las aguas con efluentes mineros el cual fue de 2.81 mg/l de promedio de concentración reducida y con un tamaño de partícula de 4 mm, la porción de dosis que obtuvo un resultado de promedio menor fue el de 6 g/L con una absorción de 3.67 mg/l de Zn. Asimismo, se puede observar que los resultados obtenidos sobrepasan los ECAs (2) para Zn, Según D.S N°004-2017-MINAN, esto fue debido a la alta concentración inicial del contaminante.

### Análisis Estadístico

Prueba de ANOVA de un factor

Confiabilidad Alfa 0.05 = 5%

- **La hipótesis H0:** La *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* reduce plomo en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021.
- **La hipótesis H1:** La *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* no reduce plomo en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021.
- **Variable dependiente:** Reducción de plomo

**Tabla 12:** Resultados estadísticos de ANOVA para reducción de plomo en aguas contaminadas.

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Fila 1	4	9.802	2.4505	20.66915833		
Fila 2	4	9.689	2.42225	20.84079358		
Fila 3	4	9.588	2.397	20.994738		

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0057305	2	0.00286525	0.000137522	0.99986249	4.256494729
Dentro de los grupos	187.5140698	9	20.83489664			
Total	187.5198003	11				

### Interpretación

En la Tabla 12, se muestran el análisis de varianza de *La Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* para comprobar que reduce plomo en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021 se acepta cuando  $F >$  valor crítico de F y la Probabilidad (valor-p)  $0.9998 > 0.05$  (alfa 5%) y se rechaza la H1.

Se concluye que la prueba si reduce plomo y acepta la H0.

### Análisis Estadístico

Prueba de ANOVA de un factor

Confiabilidad Alfa  $0.05 = 5\%$

- **La hipótesis H0:** *La Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* reduce zinc en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021.
- **La hipótesis H1:** *La Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* no reduce zinc en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021.
- **Variable dependiente:** Reducción de plomo

**Tabla 13:** Resultados estadísticos de ANOVA para la reducción de Zinc en aguas contaminadas

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	4	17.36	4.34	28.4462
Fila 2	4	22.91	5.7275	19.437025
Fila 3	4	24.57	6.1425	17.07149167

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7.128516667	2	3.564258333	0.164618915	0.85071394	4.256494729
Dentro de los grupos	194.86415	9	21.65157222			
Total	201.9926667	11				

### Interpretación

En la Tabla 13, se muestra El análisis de varianza de La *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* para comprobar que reduce zinc en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021 se acepta cuando  $F >$  valor crítico de F y la Probabilidad (valor-p)  $0.9998 > 0.05$  (alfa 5%) y se rechaza la H1.

Se concluye que la prueba si reduce Zinc y acepta la H0.

## V DISCUSION

Respecto a las diversas investigaciones analizadas de autores que usaron *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* como bioadsorbente para la reducción de Pb y Zn en aguas contaminadas por estos efluentes, se efectuó una comparación respecto a los resultados.

De los resultados adquiridos de manera experimentalmente se observó que existen variables que son fáciles de manipular, de esta manera llegando a la obtención de altos niveles de reducción de plomo y Zinc relacionándose directamente con la dosis óptima y el tamaño de partícula utilizado en la presente investigación que contribuyen a una eficiente reducción de estos metales pesados, que coinciden con las investigaciones de Ore (2019) y Sánchez (2018), Por su parte mencionan que el tamaño de partícula y la dosis óptima son parámetros que influyen significativamente en el proceso de absorción de metales pesados, que concuerdan con el trabajo de Alvarado (2017), aunque en este último hace referencia a factores de tiempo de residencia y el tamaño de partícula.

En la investigación respecto al análisis de granulometría, se empleó 3 diferentes tamaños de partícula 4mm, 6 mm y 8 mm para *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón*, siendo el tamaño de partícula 8 mm de ambas biomasas la mayor en retención de plomo (Pb) para *Citrus Sinensis* (L) Osbeck a un 98.85 % y 98.62 % para *Citrus limón*, mientras que no concuerda con la investigación de Alvarado (2017), donde empleó diferentes tamaño de partícula de *Citrus Sinensis* que es de 4 mm, 6 mm y 8 mm. Siendo el tamaño 4 mm la más eficiente, obteniéndose un 99.73%. deduciendo así que mayor tiempo de residencia y menor tamaño de partícula mayor será la reducción de plomo. Por lo mencionado no concuerda con el análisis obtenido de la presente investigación.

Respecto al análisis de dosis optima se trabajó con 3 diferentes pesos (2 g/ L, 4 g/L y 6g/L) de ambas biomosas, siendo la dosis de 6 g/l la óptima en la reducción de ion de plomo (Pb) a un 98.85 con (*Citrus Sinensis*) y 98.62% con (*Citrus limón*), mientras que no concuerda con los resultados de la investigación de ALVARADO (2017) Y MUÑOZ (2007) donde ambos una dosis de 2 g/ L deduciendo que es la más eficiente con 95% de reducción en plomo (Pb). Por lo manifestado en la investigación se trabajó con una dosis de 2 g/L, el cual redujo Plomo, pero no fue el óptimo.

## VI CONCLUSIONES

Se logró reducir la concentración inicial de Plomo (II) y Zinc mediante *Citrus Sinensis* (L) Osbeck, donde se obtuvo una reducción del Pb de 98.85 % y 86.54 % de Zn siendo los mejores resultados, a comparación del bioadsorbente de *Citrus limón* con una reducción de Pb de 98.62% y 77.22% de Zn.

Se pudo identificar que la dosis óptima de *Citrus Sinensis* que fue de 6 g/L, con un tamaño de partícula de 8 mm y una concentración reducida 0.106 mg/l, para remover el Pb: mientras que para la remoción del Zn, se tuvo una dosis optima de 2 g/L, con una tamaño de partícula de 4 mm y una concentración promedio de 1.67 mg/l. Asimismo la dosis optima de *Citrus limón* fue el de 6 g/L en la reducción de Pb el cual fue de 0.127 mg/l de promedio de concentración reducida a un tamaño de partícula de 8 mm y 2 g/L en la reducción de Zn el cual fue de 2.81 mg/l de promedio de concentración reducida a un tamaño de partícula de 4 mm en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021.

La *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* es eficiente en la reducción de Pb y Zn, ya que redujo significativamente los niveles de concentración en diferentes dosis y en diferente tamaño de partículas en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021.

Finalmente se concluye que por medio del análisis de varianza y a un nivel 95% de significancia, la *Citrus Sinensis* (L) Osbeck y *Citrus limón* si reduce significativamente Pb y Zn en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021

## VII RECOMENDACIONES

Realizar varias repeticiones con la finalidad de asegurar los resultados encontrados, Asimismo explorar otras fuentes biológicas (biosorbente) que posibiliten la remoción de otros metales pesados

Efectuar otros análisis espectrofotométricos a la muestra de solución para analizar qué otros metales pesados contiene y de esa manera poder presagiar de mejor manera la probabilidad del comportamiento fisicoquímico de la dicha prueba.

Es de suma importancia que la Autoridad Nacional del Agua trabaje con otros parámetros de ejecución para analizar los puntos de quiebre y facilite la optimización del proceso desde diferentes factores técnico-económico.

Evaluar otras variables enfocados en el tamaño de partícula, de tal forma el análisis de las materias primas para poder hallar los componentes que contienen, los cuales nos ayuden a reducir el plomo.

Antes de que el *citrus limón* y el *citrus sinensis* ingresen a la etapa del secado, después de lavarse para sacar impurezas, es preferible que se deje secar al aire libre unos 30 minutos para así evitar un secado forzado.

Evaluar el efecto de otras variables de proceso, como el PH, la agitación, temperatura y el tiempo.

Debido a que existen una gran variedad de materiales orgánicos y cada uno contienen propiedades y capacidades de adsorción diferentes, se recomienda experimentar con otros tipos de cascara de frutas o verduras los cuales incluso podrían tener selectividad por absorber ciertos metales específicos.

## REFERENCIAS

- AGUILAR, mellisa y FLORES, cinthia. 2018.** *Evaluación de la cascara de naranja (Citrus Cinensis) como material adsorbente natural de ion metálico cu(II), Universidad nacional de San Agustín.* Arequipa : cesar vallejo, 2018. pág. 169. Vol. 1. 2312455353.
- ALGARRA, jeffer. 2015.** *Evaluación de un filtro con biomasa (cascara de limón mandarina citrus – limonia) para remocion de cromo III presente en solución acuosa.* bogota : universidad cesar vallejo, 2015. pág. 50. Vol. 1.
- ANDRADE, scarleth. 2021.** *Recopilación bibliográfica de tecnologías alternativas para el tratamiento de relaves mineros para minimizar la cantidad de metales pesados.* Machala : Machala : Universidad Técnica de Machala, 2021. pág. 76. Vol. 1.
- APAEZ, patricio y LARA, maria blanca. 2020.** *Producción y rentabilidad de calabacita con aplicación de zeolita y fertilizante químico.* michoacan : univ. de michocacana, 2020. pág. 67. Vol. 10.
- ARANEDA, natalia y CARRERA, paula. 2019.** *Sistemas granulares aerobios para el tratamiento descentralizado de aguas servidas y su reutilización en condominios en chile.* Viña del mar : Univ. Adolfo Ibañez, 2019. pág. 68. Vol. 28.
- ARENA, gabriela y PONCE, karina. 2021.** *análisis de los métodos de tratamientos biológicos en procesos mineros para la gestión de aguas residuales y relaves.* Arequipa : Univ. Catolica San Pablo, 2021. pág. 49. Vol. 1.
- ARTICA, mayra y SIERRA, sarita. 2019.** *Eficiencia de la cascara de castaña y limón para la remocion cromo y plomo en una curtiembre de ate vitarte – 2019.* lima : universidad cesar vallejo, 2019. pág. 80. Vol. 1.
- BACA, joel. 2018.** *Influencia del Ph y granulometría de la cascara de citrus sinensis (naranja) en la Bioadsorción de cromo en efluente de etapa de curtido, curtiembre ecológica del norte.* trujillo : cesar vallejo, 2018.
- BARRETO, humberto. 2016.** *Efecto de la dosificación de cal en la remoción de hierro y cobre del efluente de la empresa minera San Simón- La Libertad.* Trujillo : Universidad Cesar vallejo, 2016. pág. 60. Vol. 1.
- BELIZARIO, german, CAPACOILA, german y HUAQUISTO, edilberto. 2018.** *Determinacion del contenido de fosforo y arsénico, y de otros metales contaminantes de las aguas superficiales del rio coata, afluente del lago Titicaca, Perú.* La Paz : Escuela de profesional agricola, 2018. pág. 89. Vol. 1.
- BERROSPI, liz. 2019.** *Remoción de metales pesados presentes en las aguas ácidas de la laguna Yanamate mediante la aplicación de la dolomita como agente remediante a escala experimental-2019.* carro de pasco : univ Daniel Alcidez, 2019. pág. 155. Vol. 1.

- CADILLO, erick. 2018.** *Propuesta de mejoramiento de la calidad de las aguas ácidas que drenan del pasivo ambiental de la mina nuncia mediante el uso de bacterias sulfato reductoras –Ataquero – Carhuaz –Ancash.* lima : univ. Federico villareal, 2018. pág. 79. Vol. 1. 34343.
- CAMARGO, nehemias. 2019.** *Reducción de cobre de efluentes mineros mediante el método redox en la provincia de Lurín-Lima-2018.* huancayo : univ. continental, 2019. pág. 56. Vol. 1.
- CARBONEL, dalía. 2020.** *Absorción de cadmio, cobre y plomo en bentonita, caolín y zeolita naturales y modificadas: una revisión de los parámetros de operación, isoterms y cinética.* lima : UNI, 2020. pág. 67. Vol. 23.
- CORIZA, juan. 2018.** *Reducción de la concentración de plomo (II) en una solución acuosa por el método de bioadsorción mediante el uso del zuro de Zea Mays y cáscara de Citrus Limon.* lima : universidad cesar vallejo, 2018. pág. 87. Vol. 1.
- DE LA MORA, celia, SAUCEDO, ruben y GONZALES, irma. 2020.** *Efecto de la temperatura del agua sobre la constante de velocidad de reacción de los contaminantes en un humedal construido para el tratamiento de aguas residuales porcícolas.* merida : inst. Nacional de investigaciones, 2020. pág. 86. Vol. 11.
- DE LA VEGA, dayana y GONZALES, claudia. 2018.** *Uso de zeolita faujista para adsorción de iones en aguas residuales municipales.* caqueta : Univ. de amazonia, 2018. pág. 88. Vol. 9.
- DENEGRI, jerry y IANACONE, JOSE. 2020.** *TRATAMIENTO DE DRENAJE ÁCIDO DE MINAS MEDIANTE HUMEDALES ARTIFICIALES.* Lima : BIOTEMPO, 2020. pág. 30. Vol. 17. 343435.
- ECHEGARAY, ruth. 2018.** *Remoción del manganeso con el método de reducción – alcalinización en las aguas contaminadas por los procesos mineros en la provincia de Huaral 2017.* huancayo : Univ. continental, 2018. pág. 130. Vol. 1.
- ECHEVERRÍA, ivette, SAAVEDRA, oliver y ESCALERA, ramiro. 2020.** *Diseño, construcción y evaluación de un sistema de contactor biológico rotatorio (CBR) para el tratamiento de aguas residuales municipales a escala piloto.* cochabamba : Centro de inv. civil, 2020. pág. 86. Vol. 20.
- GARAVITO, geraldine y ROMERO, laura. 2020.** *Evaluación de un sistema a escala laboratorio, de un filtro de macrofitas en flotación como tratamiento de aguas residuales de un auto lavado.* Bogota : Univ. libre, 2020. pág. 75. Vol. 12.
- HUAMANGA, FELIX y RIMARACHIN, paolo. 2016.** *Tratamientos de aguas de efluentes mineros – metalúrgicos utilizando, métodos pasivos y activos en sistemas experimentales.* trujillo : univ. nacional de trujillo, 2016. pág. 67. Vol. 1.

- HUAMANI, juan carlos. 2020.** *Propuesta de mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020.* Cuzco : Universidad Continental, 2020. pág. 75. Vol. 1.
- LOPEZ, miguel. 2021.** *Selección de técnicas para el tratamiento de aguas residuales con contenido elevado de metales pesados, enfocado a la sostenibilidad en la industria minera colombiana.* cartagena : univ. de Cartagena, 2021. pág. 85. Vol. 1.
- MAMANI, wilfredo. 2018.** *Caracterización y tratamiento de efluentes de aguas ácidas en la mina la rinconada – Puno.* puno : Univ. nacional del altiplano, 2018. pág. 40.
- MEJIA, liza. 2018.** *Pruebas experimentales para el tratamiento de la contaminación de las aguas ácidas de la laguna yanamate, al emplear un método activo y la fitorremediación con la finalidad de cumplir el d.s. no. 015-2015-Minam.* Cerro de pasco : univ. Daniel Alcidez Carrion, 2018. pág. 85. Vol. 1.
- MENENDEZ, carlos y DUEÑAS, carlos. 2020.** *Criterios de diseño y escalado de biodiscos para el tratamiento de aguas residuales.* La Habana : Centro de estudios de ing., 2020. pág. 75. Vol. 41.
- MERCADO, alvaro, COSIO, angela y COPA, mariela. 2020.** *Eficiencia vinculada a la operación y mantenimiento de pequeñas plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en Cochabamba, Bolivia.* cochabamba : univ. mayor de simon, 2020. pág. 78. Vol. 9.
- MORALES, cristhian. 2020.** *EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE RELAVES (PTARE) DE UNA PLANTA POLIMETALICA EN EL DISTRITO DE TAPAY - PROVINCIA DE CAYLLOMA.* Arequipa : s.n., 2020. pág. 137. Vol. 1.
- MUÑOZ, juan. 2017.** *Biosorción de plomo (II) por cascara de naranja” citrus cinensis” pretratada, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima – Perú 2017.* lima : universidad cesar vallejo, 2017. pág. 89. Vol. 1.
- ORDOÑO, jose y MENDOZA, adelaida. 2020.** *Remoción de cobre y arsénico de aguas residuales de mina, por absorción con zeolita natural en proceso batch.* Puno : Universad cesar vallejo, 2020. pág. 158. Vol. 1.
- PEREZ, julian, RUIZ, arnaldo y ARAMBURU, vidal. 2020.** *Reducción de contaminantes del relave ácido de mina en planta concentradora de Jangas, Perú.* Jangas : Inst. de informacion cientifica, 2020. pág. 89. Vol. 1.
- ROJAS, william. 2019.** *Tratamiento de agua potable con floculantes para minería, cajamarca-2019.* Cajamarca : Univ. Privada del Norte, 2019. pág. 19. Vol. 1.
- SOLANO, jhons. 2018.** *Tratamiento de relaves mineros”: una revisión sistemática en la literatura minera de los últimos 10 años.* Lima : Univ. Privada del norte, 2018. pág. 56. Vol. 1.

- TEJADA, candelaria y VILLABOLONA, angel. 2016.** *Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico.* cartagena : universidad de cartagena, 2016. pág. 15. Vol. 1.
- TEJADA, candelaria, HERRERA, adriana y NUÑEZ, juan. 2016.** *REMOCIÓN DE PLOMO POR BIOMASAS RESIDUALES DE CASCARA DE NARANJA (CITRUS SINENSIS) Y ZURO DE MAIZ (ZEA MAYS).* Cartagena : Universidad de cartagena, 2016. pág. 10. Vol. 1.
- TEJADA, ronald. 2017.** *Tratamiento y sedimentación de la turbidez con cal en las aguas residuales de los relaves mineros de la unidad operativa minera Santiago-B.* puno : univ. nacional del altiplano, 2017. pág. 122. Vol. 1.
- VARGAS, adriana, y otros. 2020.** *Análisis de los principales sistemas biológicos de tratamientos de aguas residuales domesticas en Colombia.* bogota : univ. Manuel Beltran, 2020. pág. 58. Vol. 28.
- YARLEQUE, pedro. 2018.** *Tratamiento de aguas residuales para el caserío villa palambra.* Piura : Univ. de Piura, 2018. pág. 160. Vol. 1.

**Anexo N° 1. Matriz de operacionalización de variables**

TIPO DE VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
<p align="center"><b>Variable Independiente</b></p> <p>Eficiencia del material bioadsorbente</p>	<p>La <i>Citrus Sinensis</i> (L) Osbeck ha sido muy empleado por distintos investigadores para la biosorción de metales pesados. Se ejecutó un estudio de caracterización para su utilización como material sorbentes, en donde se deduce que con una dosis optima es clasificado por tamaños puede ser empleado como biosorbente de una forma eficaz para la remoción de metales. (Alvarado, 2017)</p> <p>Adsorbente: La adsorción es la remoción de forma cohesiva de los contaminantes de la sustancia.</p> <p>Eficiencia: La eficiencia general de un tratamiento se trata en conseguir una específica calidad de agua que se desea al mínimo tiempo, dosis, costo de operación posible. Hay que hallar determinadamente que cantidad de remoción brinda cada tratamiento, para obtener un valor adecuado.</p>	<p>Se conseguirá este material procedente de residuos sólidos orgánicos de juguerías, mercados, consecuentemente se trasladará al laboratorio donde pasara por distintas series e incorporarlo a las muestras de agua de Rio San Juan.</p>	<p>Dosis optima de bioadsorbente</p> <hr/> <p>Eficiencia del bioadsorbente</p>	<p>Granulometría</p> <p>Cantidad de bioadsorbente</p> <hr/> <p>Porcentaje de reducción</p> <p>Capacidad de adsorción</p>	<p>mm</p> <p>g/L</p> <hr/> <p>%</p> <p>mg/g</p>
<p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Reducción de Pb y Zn</p>	<p>Es la modificación de las propiedades (Biológicas, químicas y físicas), por medio de sustancias que fueron vertidas directamente o indirectamente sobre el, por lo cual son las consecuencias de las diversas actividades metalúrgicas, de servicios o agrícolas. (Alvarado, 2017)</p> <p>Remoción: este término se usa para hacer referencia a todo proceso que trate de separar algo de su sitio.</p> <p>Plomo: es metal no esencial, muy toxico para las personas, que daña a distintos órganos y tejidos. Su existencia en el organismo es contribuida a la contaminación. Dado específicamente a sus usos como aditivo en combustibles y en pinturas. (Fontana, Martínez, Mazzieri y Virgelina, 2013)</p>	<p>Se incorporará el material adsorbente a origen de cascara de naranja y limón a la muestra de agua que se tomara del Rio San Juan, consecuentemente se ejecutaran los respectivos análisis y así notar los resultados de remoción de los metales</p>	<p>Propiedades fisicoquímicas del efluente</p> <hr/> <p>Concentración de plomo</p>	<p>PH</p> <p>Temperatura</p> <hr/> <p>Concentración Inicial de Plomo (Pb)</p> <p>Concentración final de plomo (Pb) retenido</p>	<p>1 a 14</p> <p>°C</p> <hr/> <p>mg/L</p>

**Anexo N° 2.** Instrumento de recolección de datos

INSTRUMENTO N°1 RECOLECCION DE PARAMETROS EN EL TRATAMIENTO	
<b>TITULO</b>	Reducción de Plomo y Zinc mediante <i>Citrus Sinensis</i> (L) Osbeck Y <i>Citrus limón</i> en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021..
<b>LINEA DE INVESTIGACION</b>	Tratamiento y gestión de residuos solidos
<b>AUTORES</b>	Retuerto jimenez pablo Almerco Espinoza Lessly Jhomara
<b>ASESOR</b>	Ordoñez Galvez, Juan Julio
<b>VARIABLE:</b>	<b>AÑO</b>

<b>ESTACIÓN</b>	
-----------------	--

COORDENADAS	
x	
y	

DIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13...30												

INSTRUMENTO N°2 TOMA DE MUESTRA DE LOS EFLUENTES MINEROS(Pb)	
<b>TITULO</b>	<b>Reducción de Plomo y Zinc mediante <i>Citrus Sinensis</i> (L) Osbeck Y <i>Citrus limón</i> en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021.</b>
<b>LINEA DE INVESTIGACION</b>	Tratamiento y gestión de residuos solidos
<b>AUTORES</b>	Retuerto jimenez pablo
	Almerco Espinoza Lessly Jhomara
<b>ASESOR</b>	Ordoñez Galvez, Juan Julio

I NFORMACIÓN GERMORFOLÓGICA					
INFORMACIÓN	FUENTE	DESCRIPCIÓN	FORMATO	ESCALA	PERIODO

## Anexo N° 3. Validación de Instrumentos

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **M.Sc. GÜERE SALAZAR VANESSA FIORELLA**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. ambiental**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de la ubicación de los puntos de recolección de muestra de aguas con efluentes mineros (Pb y zinc)**  
 1.5. Autores del Instrumento: **Retuerto Jimenez pablo y Almerco Espinoza Lessly Jhomara**

#### 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. METODOLOGIA	La estrategia responde una Metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los Componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

#### II. OPINIÓN DE APLICABILIDA

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

Si

.....

#### III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 27 de noviembre del 2021

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **M.Sc. GÜERE SALAZAR VANESSA FIORELLA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de toma de muestra de los efluentes mineros (Pb y zinc)**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Retuerto Jimenez pablo y Almerco Espinoza Lessly Jhomara**

### 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.													
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. METODOLOGIA	La estrategia responde una Metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los Componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

#### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDA

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

Si
.....

#### V. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90
----

Lima, 27 de noviembre del 2021

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ING, Luis Fermín Holguín Aranda**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Ambiental**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de la ubicación de los puntos de recolección de muestra de aguas con efluentes mineros (Pb y zinc)**  
 1.5. Autores del Instrumento: **Retuerto Jimenez pablo y Almerco Espinoza Lessly Jhomara**

### 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. METODOLOGIA	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			

### VI. OPINIÓN DE APLICABILIDA

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

Si
.....



**LUIS FERMÍN  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111F11**

### VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

84
----

Lima, 25 de noviembre del 2021

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ING, Luis Fermín Holguín Aranda**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de toma de muestra de los efluentes mineros (Pb y zinc)**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Retuerto Jimenez pablo y Almerco Espinoza Lessly Jhomara**

### 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. METODOLOGIA	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			

### VIII. OPINIÓN DE APLICABILIDA

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

Si
.....

### IX. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85
----

  
**LUIS FERMÍN  
 HOLGUÍN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111F11**

Lima, 25 de noviembre del 2021

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ING, Lucero castro tena**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de la ubicación de los puntos de recolección de muestra de aguas con efluentes mineros (Pb y zinc)**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Retuerto Jimenez pablo y Almerco Espinoza Lessly Jhomara**

### 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. METODOLOGIA	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	

#### X. OPINIÓN DE APLICABILIDA

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

Si
.....
95

#### XI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

  
 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
 DNI:70837735  
 CIIP: 162994

Lima, 27 de noviembre del 2021

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ING. CASTRO TENA LUCERO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ing. Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de toma de muestra de los efluentes mineros (Pb y zinc)**
- 1.5. Autores del Instrumento: **Retuerto Jimenez pablo y Almerco Espinoza Lessly Jhomara**

### 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. METODOLOGIA	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	

### XII. OPINIÓN DE APLICABILIDA

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

Si

.....

95



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA  
DNI:70837735  
CIIP: 162994

### XIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 27 de noviembre del 2021

## Anexo N° 4. Declaración de originalidad de las autoras

### Declaratoria de Originalidad de Autores

Yo, **Retuerto Jimenez Pablo Manuel**; egresadas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo sede Lima norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada: “**Reducción de Plomo y Zinc mediante *Citrus Sinensis* (L) Osbeck Y *Citrus limón* en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021.**”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 29 de noviembre, 2021



---

Retuerto Jimenez Pablo Manuel  
D.N.I. 72689237  
ORCID: 3240-6727-2600-6678

## Declaratoria de Originalidad de Autores

Yo, **Lessly Jhomara, Almerco Espinoza**; egresadas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo sede Lima norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada: "**Reducción de Plomo y Zinc mediante *Citrus Sinensis* (L) Osbeck Y *Citrus limón* en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021.**", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 29 de noviembre, 2021



---

Almerco Espinoza Lessly Jhomara  
D.N.I. 70870225  
ORCID: 0000-0001-8530-2304

## Anexo N° 5. Autenticidad del asesor



### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio, docente de la Facultad de ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, Campus Lima Norte, asesor del Trabajo de Investigación.

**“Reducción de Plomo y Zinc mediante *Citrus Sinensis* (L) Osbeck Y *Citrus limón* en la Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021.”**

del (los) autor (autores), Almerco Espinoza, Lessly y Retuerto Jiménez, Pablo constato que la investigación tiene un índice de similitud de **19%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación / 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 información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 28 de noviembre de 2021

Apellidos y Nombres del Asesor Ordoñez Gálvez Juan Julio	
DNI: 08447308	<p>Atentamente,</p>  <p>Juan Julio Ordoñez Gálvez</p> <p>Firma DNI: 08447308</p>
ORCID: 0000-0002-3419-7361	



**GEOJECS S.R.L.**

**CONTACTO**

TELÉFONO:

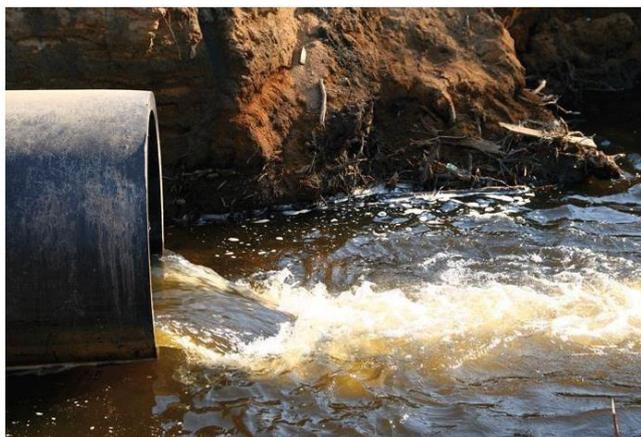
964801600  
988808705

CORREO ELECTRÓNICO:

[geojecs.consultora@gmail.com](mailto:geojecs.consultora@gmail.com)

**INFORME TÉCNICO GJ N°008-21**

**Reducción de Plomo mediante Citrus  
Sinensis (L) Osbeck Y Citrus limón en la  
Microcuenca del Río San Juan - Pasco 2021**



Elaborado por: GEOJECS SRL

Ing. Charles Bonifacio López  
Gerente General  
GEOJECS S.R.L.

Ing. Elizabeth Zuñiga Orellana  
Administrador  
GEOJECS S.R.L.

**4. RESULTADOS**
**4.1 Lecturas en mg/l de los Metales**
*Tabla 1. Resultados (mg/l) de la remoción de metales con cascara de Limón*

Elementos	Unid	Muestra Cero	Limón									
			2 g/l			4 g/l			6 g/l			
			Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 1	Rep 2	Rep 3	
Ag	mg/L	<b>0.013</b>	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006
Al	mg/L	<b>4.737</b>	0.53	0.53	0.54	0.64	0.64	0.69	0.79	0.79	0.8	0.8
As	mg/L	<b>0.709</b>	0.313	0.313	0.317	0.183	0.159	0.212	0.181	0.179	0.193	0.193
B	mg/L	<b>0.037</b>	0.036	0.037	0.036	0.038	0.039	0.04	0.045	0.042	0.043	0.043
Ba	mg/L	<b>0.286</b>	0.108	0.108	0.11	0.104	0.104	0.109	0.123	0.124	0.125	0.125
Be	mg/L	< <b>0.002</b>	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Ca	mg/L	<b>306.227</b>	290.04	281.01	285.96	287.51	285.5	296.57	301.08	304.83	305.04	305.04
Cd	mg/L	<b>0.032</b>	0.002	0.003	0.002	0.007	0.007	0.008	0.028	0.028	0.029	0.029
Ce	mg/L	<b>0.014</b>	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004
Co	mg/L	<b>0.015</b>	0.004	0.005	0.003	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Cr	mg/L	<b>0.011</b>	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Cu	mg/L	<b>0.266</b>	0.016	0.016	0.015	0.011	0.014	0.012	0.007	0.006	0.006	0.006
Fe	mg/L	<b>61.55</b>	30.79	31.28	30.87	21.25	21.43	22.33	19.6	19.35	19.71	19.71
Hg	mg/L	< <b>0.001</b>	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
K	mg/L	<b>16.813</b>	35.62	35.51	36.02	51.33	51.36	53.4	68.99	69.14	69.66	69.66
Li	mg/L	<b>0.084</b>	0.035	0.034	0.036	0.032	0.033	0.033	0.029	0.034	0.033	0.033
Mg	mg/L	<b>123.047</b>	103.14	104.2	105.7	101.2	102.7	103.4	101.8	101.8	99.47	99.47
Mn	mg/L	<b>10.959</b>	10.095	10.269	10.664	9.847	9.856	9.936	11.097	11.056	10.977	10.977
Mo	mg/L	< <b>0.008</b>	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008
Na	mg/L	<b>62.313</b>	64.98	66.97	67.47	66.92	66.49	69.11	71.83	71.96	71.43	71.43
Ni	mg/L	<b>0.055</b>	0.027	0.027	0.025	0.016	0.019	0.017	0.02	0.022	0.018	0.018
P	mg/L	<b>109.937</b>	1.33	1.34	1.38	0.85	0.85	0.89	0.4	0.43	0.44	0.44
Pb	mg/L	<b>9.27</b>	0.204	0.188	0.206	0.17	0.175	0.185	0.125	0.125	0.132	0.132
Sb	mg/L	<b>0.054</b>	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Se	mg/L	<b>0.059</b>	0.03	0.032	0.029	0.042	0.038	0.039	0.052	0.06	0.056	0.056
Si	mg/L	<b>10.967</b>	5.75	5.72	5.8	5.56	5.57	5.8	6.19	6.07	6.2	6.2
Sn	mg/L	< <b>0.007</b>	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007
Sr	mg/L	<b>2.046</b>	1.925	1.953	1.984	1.955	1.985	2.056	2.078	2.087	2.111	2.111
Ti	mg/L	<b>0.021</b>	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004
Tl	mg/L	< <b>0.001</b>	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
V	mg/L	<b>0.026</b>	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Zn	mg/L	<b>12.34</b>	2.75	2.75	2.92	3.32	3.26	3.42	3.69	3.63	3.7	3.7

Fuente: GEOJEGCS S.R.L.

**4.2 Comparación Resultados vs ECA AGUAS D.S. N° 004-2017-MINAM.**
*Tabla 2. Resultados (mg/l) de la remoción de metales con cascara de Naranja*

Elementos	Unid	Muestra Cero	Naranja								
			2 g/l			4 g/l			6 g/l		
			Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 1	Rep 2	Rep 3
Ag	mg/L	0.013	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006
Al	mg/L	4.737	0.56	0.57	0.52	0.86	0.86	0.93	1.01	0.98	0.98
As	mg/L	0.709	0.147	0.161	0.138	0.142	0.147	0.151	0.144	0.169	0.161
B	mg/L	0.037	0.043	0.043	0.042	0.043	0.043	0.042	0.045	0.048	0.047
Ba	mg/L	0.286	0.203	0.203	0.2	0.259	0.256	0.261	0.275	0.273	0.275
Be	mg/L	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Ca	mg/L	306.227	264.04	270.85	261.95	305.36	302.44	293.52	306.97	306.17	312.34
Cd	mg/L	0.032	0.002	0.003	0.003	0.029	0.027	0.028	0.124	0.124	0.125
Ce	mg/L	0.014	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004
Co	mg/L	0.015	0.003	0.003	0.003	0.005	0.005	0.005	0.003	0.003	0.004
Cr	mg/L	0.011	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Cu	mg/L	0.266	0.022	0.022	0.023	0.011	0.009	0.011	0.004	0.004	0.003
Fe	mg/L	61.55	17.87	18.07	17.72	16.83	16.87	16.92	18.37	18.27	18.26
Hg	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
K	mg/L	16.813	36.22	36.34	36.04	56.66	56.67	57.31	70.68	72.7	72.13
Li	mg/L	0.084	0.023	0.027	0.023	0.029	0.034	0.034	0.029	0.031	0.031
Mg	mg/L	123.047	103.8	103.4	103.7	104.5	104.9	105.4	103.9	105.4	106.2
Mn	mg/L	10.959	8.78	8.969	8.766	9.583	9.676	9.801	10.295	10.266	10.44
Mo	mg/L	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008
Na	mg/L	62.313	63.6	64.15	63.16	69.85	68.26	69.26	67.54	66.68	67.69
Ni	mg/L	0.055	0.012	0.01	0.012	0.016	0.02	0.018	0.023	0.022	0.024
P	mg/L	109.937	1.13	1.14	1.17	0.81	0.8	0.92	0.3	0.29	0.22
Pb	mg/L	9.27	0.176	0.182	0.174	0.13	0.145	0.144	0.107	0.101	0.11
Sb	mg/L	0.054	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Se	mg/L	0.059	0.057	0.006	0.055	0.028	0.031	0.033	0.038	0.045	0.039
Si	mg/L	10.967	5.41	5.58	5.42	5.91	5.77	6.03	6.09	6.13	6.06
Sn	mg/L	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007
Sr	mg/L	2.046	1.784	1.827	1.803	1.887	1.879	1.911	1.935	1.968	1.966
Ti	mg/L	0.021	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004
Tl	mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
V	mg/L	0.026	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Zn	mg/L	12.34	1.63	1.73	1.66	3.44	3.58	3.55	4.04	4.08	4.11

Fuente: GEOJECS S.R.L.

# Anexo N° 7. Certificado de calibración



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA  
CON REGISTRO N° LC- 019

## Certificado de Calibración

LA-740-2020



Pág. 1 de 1

- 1 **Cliente** : ENVIROPETROM S.A.C
- 2 **Dirección** : Calle los Faisanes 700. Int 310 - Chorrillos - Lima
- 3 **Datos del Instrumento**
- |                           |                  |                               |                      |
|---------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------|
| . Instrumento de medición | : Medidor de pH* | . N° de serie del Instrumento | : AJ.48725           |
| . Marca                   | : LTLutron       | . N° de serie del sensor      | : No indica          |
| . Modelo                  | : YK-2005WA      | . Intervalo de Indicación     | : 0,00 pH a 14,00 pH |
| . Identificación          | : No indica      | . Resolución                  | : 0,01 pH            |
- 4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 **Fecha de calibración** : 2020-11-14
- 6 **Método de calibración.**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de pH certificados, según procedimiento PC 020 Calibración de medidores de pH de INACAL 2 ed. 2017.

7 **Condiciones Ambientales.**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	24,1	61,7
Final	24,4	62,7

8 **Trazabilidad**

Patrón usado	Código Interno	N° Lote o N° Certificado	F. Vencimiento
MRC pH 4	GGP-S-01.53	CC651498	2021-12-02
MRC pH 7	GGP-S-02.52	CC652909	2021-12-11
MRC pH 10	GGP-S-03.53	CC650628	2021-11-21

9 **Resultados de medición**

Indicación del Instrumento (pH)	Valor del patrón (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
4,01	4,006	0,004	0,015
7,00	6,999	0,001	0,015
10,00	10,015	-0,015	0,015

10 **Observaciones**

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C  
 b) El coeficiente de correlación calculado es: 1,0000  
 \* La calibración del medidor de pH se realizó en el Multiparámetro.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Sin firma y sello carecen de validez. □

Fecha de emisión

2020-11-16

  
**ISAÍAS CURÍ MELGAREJO**  
 Jefe de Laboratorio de Calibración  
 GREEN GROUP PE S.A.C

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL, SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

FO-[LC-PR-01]-03

Av. Aviación 4210 - Surquillo

Central: 560-6134 / 273-3550

www.greengroup.com.pe

## Anexo N° 8. Certificado de mantenimiento

	<b>REPORTE MANTENIMIENTO</b>	Fecha: 21 de Noviembre del 2020 Reporte N°: 2011211RD
---	----------------------------------	--

EQUIPO	MARCA	MODELO
Espectrómetro ICP	Agilent	720 ICP-OES

### 1. Condiciones Iniciales del equipo

- ✓ Imprimir detalles del equipo como referencia inicial
- ✓ Realizar prueba "Dark Current Scan"
- ✓ Realizar prueba "Wavelength Calibration"
- ✓ Realizar prueba "Calculate Drift"
- ✓ Verificar la posición inicial de la antorcha con prueba "Torch Alignment"

#### Comentarios:

El equipo se encontró operativo. Se realizan las pruebas iniciales. Se deja copia de las pruebas realizadas. (Ver Anexo 01)

### 2. Instrumento ICP-OES

- ✓ Revisar y/o reemplazar la ventana pre óptica
- ✓ Lubricar los ejes de alineación de la posición vertical y horizontal de la vista de la antorcha
- ✓ Verificar que los cables y conectores no se encuentren deteriorado, corroídos o dañados
- ✓ Revisar, limpiar o cambiar filtro superior del equipo
- ✓ Revisar las mallas metálicas en las entradas de aire de enfriamiento del RF
- ✓ Revisar fugas o rajaduras en mangueras de ingreso y salida de agua al equipo
- ✓ Verificar funcionamiento del sistema de extracción de gases
- ✓ Verificar sensor de flujo de agua
- ✓ Verificar, limpiar o cambiar filtros de argón del equipo
- ✓ Verificar que las tuberías y/o mangueras de gases no se presenten fugas o estén dañadas
- ✓ Verificar que la presión de ingreso de argón este en 80 psi

#### Comentarios:

El equipo no tiene muchas horas de uso, por lo que la ventana pre óptica no fue cambiado, el coil tampoco presenta mucho uso por lo que se recomienda su cambio en el próximo mantenimiento. El filtro del gas argón y deberá cambiarse en el próximo servicio.  
Se limpió ejes y mecanismo de alineación de la vista de la antorcha.  
Se limpia cono.  
Se revisa alineación de coil observándose su correcta alineación.

### 3. Sistema de introducción de muestra

- ✓ Revisar y/o reemplazar las mangueras de la bomba peristáltica
- ✓ Revisar y/o reemplazar la manguera de ingreso de argón al nebulizador
- ✓ Limpiar o reemplazar tubo de transferencia
- ✓ Revisar, limpiar o reemplazar Bonnet de antorcha
- ✓ Revisar, limpiar o reemplazar nariz (snout)
- ✓ Revisar, limpiar o reemplazar aislante de teflón blanco
- ✓ Revisar, limpiar o reemplazar nebulizador
- ✓ Revisar, limpiar o reemplazar cámara de nebulización
- ✓ Revisar, lubricar o reemplazar orings

#### Comentarios:

Se lavó antorcha y cámara.



## REPORTE MANTENIMIENTO

Fecha: 21 de Noviembre del 2020  
Reporte N°: 2011211RD

Se cambiaron mangueras de la bomba peristáltica (se recomienda su cambio cada 8 horas de uso).

#### 4. Sistema de enfriamiento de agua (Chiller)

- ✓ Limpiar parte interna y externa del equipo
- ✓ Limpiar condensador y pantalla protectora
- ✓ Revisar, limpiar o cambiar filtro de ingreso de aire
- ✓ Revisar, limpiar o cambiar filtro de agua
- ✓ Revisar, limpiar o cambiar filtro de bomba de agua
- ✓ Lubricar rodamientos del motor de la bomba según especificaciones del fabricante
- ✓ Cambiar solución del sistema por solución recomendada por el fabricante o solución del cliente
- ✓ Verificar temperatura de trabajo del equipo sea 20 °C
- ✓ Verificar que la presión de trabajo del equipo sea 20psi (menor a 45 psi)

##### Comentarios:

Se realiza limpieza interna y externa del equipo.  
Se revisó y limpio filtro de la línea de agua del equipo ICP.  
Se cambió agua de equipo y se agregó 2 gramos de cloramina-T.  
Se verifica que la temperatura de trabajo este en 20 °C

#### 5. Pruebas de rendimiento final

- ✓ Verificar la operación del plasma en incrementos de 0.1 Kw de 0.7kw a 1.8kw
- ✓ Realizar pruebas "Dark Current Scan"
- ✓ Realizar prueba "Wavelength Calibration"
- ✓ Realizar Prueba "Torch Alignment" horizontal y vertical para optimizar la posición de la antorcha
- ✓ Optimizar el flujo del nebulizador "Nebulizer"
- ✓ Realizar las pruebas de verificación de rendimiento
- ✓ Actualizar los campos de la pestaña de detalle del software de diagnostico
- ✓ Archivar error.log y debud.txt

##### Comentarios:

Se realizan las pruebas finales con el equipo. Se deja copia impresa de los resultados obtenidos. (Ver Anexo Anexo 02)  
Las pruebas de verificación de rendimiento pasan correctamente según el fabricante, se deja copia impresa. (Ver Anexo Anexo 03)  
El equipo se encuentra operativo dentro de los parámetros estándares de operación.

#### 6. Condiciones finales del instrumento

Pasa:

No Pasa:

	<b>REPORTE MANTENIMIENTO</b>	Fecha: 21 de Noviembre del 2020 Reporte N°: 2011211RD
---	----------------------------------	--

7. Conclusión

Los resultados obtenidos en los anexo 02 y anexo 03 demuestran que el mantenimiento realizado al equipo con código LP-ICP-OES-01 se encuentra operativo dentro de los parámetros estándares de operación.

8. Repuestos recomendados

Código	Descripción	Repuesto Utilizado	Repuesto Recomendado
2010070990	Ventana pre óptica		1
6810010000	Filtro de argón grande		1
3610007300	Cono		1
5610132700	Tubo de RF		1
0110594290	Filtro de aire de parte superior de equipo		1
70-900-1004G	RF Coil Gold for varian 700 – ES Series Axial		1
70-803-0793	Punta de automuestreador cetac		1

9. Anexos

- √ Anexo 01. Pruebas iniciales del equipo.
- √ Anexo 02. Pruebas finales del equipo.
- √ Anexo 03. Resultados analíticos de las pruebas de verificación para Vista PRO.

10. Para obtener los resultados analíticos de las pruebas de verificación para vista PRO (Anexo 03), se usaron los estándares proporcionados por LABPERU EIRL cuya descripción están en la tabla-1



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ORDOÑEZ GALVEZ JUAN JULIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "REDUCCIÓN DE PLOMO y ZINC MEDIANTE CITRUS SINENSIS (L) OSBECK Y CITRUS LIMÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO SAN JUAN - PASCO 2021", cuyos autores son RETUERTO JIMENEZ PABLO MANUEL, ALMERCOS ESPINOZA LESSLY JHOMARA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24 %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 02 de Diciembre del 2021

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ORDOÑEZ GALVEZ JUAN JULIO <b>DNI:</b> 08447308 <b>ORCID:</b> 0000-0002-3419-7361	Firmado electrónicamente por: JORDONEZ02 el 03- 12-2021 13:06:44

Código documento Trilce: TRI - 0203970