



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Eficacia de la cáscara de plátano pulverizado en la remoción de metales pesados en agua de la relavera Santa Catalina.

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

**Ingeniero Ambiental**

**AUTORES:**

Rojas Ponte, Diego Armando (orcid.org/ 0000-0002-8584-9964)

Tiburcio Naves, Roberto Carlos (orcid.org/ 0000-0001-9750-5205)

**ASESOR:**

MSc. Silva Chuquipoma, Diego Honorato (orcid.org/0000-0001-9561-087X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

TRUJILLO - PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A mis padres, quienes me brindaron la fortaleza todos los días para poder sobrellevar todos los obstáculos que se me interpone para cumplir con mis responsabilidades y metas personales; asimismo al Ing. Elías C. Daza Campos por su apoyo, motivación para elaborar el presente trabajo de investigación.

A mis amigos por todas las experiencias y su desinteresado apoyo y por la mano amiga que siempre estuvieron dispuestos a dar.

**Diego Armando Rojas Ponte**

A mis padres, familiares y amigos que me apoyaron y contuvieron los momentos malos para lograr todos mis objetivos propuestos.

**Roberto Carlos Tiburcio Naves**

## **Agradecimiento**

Primeramente, a Dios por bendecirnos todos los días, darnos salud, sabiduría y guiarnos en cada paso que damos. A nuestros padres por ser los impulsores de nuestros sueños. A nuestros amigos por su apoyo incondicional durante todo el proceso de aprendizaje. A nuestro Asesor por su dedicación, paciencia, comprensión, y por motivarnos a mejorar continuamente.

**Los autores**

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	II
Agradecimiento .....	III
Índice de contenidos .....	IV
Índice de tablas.....	VI
Índice de figuras.....	VIII
Resumen.....	IX
Abstract.....	X
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2. Variables y Operacionalización .....	13
3.3. Población, muestra y muestreo .....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos.....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS .....	17
4.1. Identificación de concentraciones iniciales.....	17
4.2. Porcentaje de remoción de metales pesados por medio de la adición de cáscara de plátano pulverizado en aguas de relaves mineros .....	18
4.2.1. Variable PH.....	18
4.2.2. Variable Arsénico.....	20

4.2.3. Variable Cadmio .....	22
4.2.4. Variable Zinc.....	24
4.3. Comprobación de tratamiento para la reducción de concentración de metales pesados en aguas acidas de los relaves mineros. ....	26
V. DISCUSIÓN. ....	31
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES .....	34
REFERENCIAS.....	35
ANEXOS .....	39

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Relación, naturaleza y escala de medición de las variables.</i>	13
<b>Tabla 2.</b> <i>Cantidad de muestra para el análisis.</i>	13
<b>Tabla 3.</b> <i>Parámetros físicos y químicos de las aguas.</i>	17
<b>Tabla 4.</b> <i>Resultados de PH para los 3 Tratamientos y repeticiones.</i>	18
<b>Tabla 5.</b> <i>Análisis de normalidad para la variable PH, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.</i>	19
<b>Tabla 6.</b> <i>Cálculo de mediana para la variable PH, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.</i>	19
<b>Tabla 7.</b> <i>Resultados de Arsénico para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.</i>	20
<b>Tabla 8.</b> <i>Análisis de normalidad para la variable Arsénico, para los tres Tratamientos con sus respectivas repeticiones.</i>	20
<b>Tabla 9.</b> <i>Cálculo de promedio para la variable Arsénico, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.</i>	21
<b>Tabla 10.</b> <i>Resultados de Cadmio para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.</i>	22
<b>Tabla 11.</b> <i>Análisis de normalidad para la variable Cadmio, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.</i>	22
<b>Tabla 12.</b> <i>Cálculo de mediana para la variable Cadmio, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.</i>	23
<b>Tabla 13.</b> <i>Resultados de Zinc para los 3 Tratamientos y repeticiones.</i>	24
<b>Tabla 14.</b> <i>Análisis de normalidad para la variable Zinc, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.</i>	24
<b>Tabla 15.</b> <i>Cálculo de mediana para la variable Zinc, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.</i>	25
<b>Tabla 16.</b> <i>Análisis Descriptivo de los grupos de tratamiento.</i>	26

<b>Tabla 17.</b> Prueba de Homogeneidad de varianzas para todas las concentraciones	27
<b>Tabla 18.</b> Cálculo de significancia mediante análisis de varianza para la variable PH, ARSÉNICO, CADMIO, ZINC, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.	27
<b>Tabla 19.</b> Resultados de prueba de Tukey.	28
<b>Tabla 20.</b> Porcentajes de los metales removidos en las aguas.	30

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Cáscara de plátano pulverizado	7
<b>Figura 2.</b> <i>Hidroxilo y carboxilo de pectina de la cáscara de plátano</i>	7
<b>Figura 3.</b> Diferencia entre absorción y adsorción	10
<b>Figura 4.</b> Resultados de Arsénico. Tomado de los tres tipos de Tratamientos del análisis experimental por grafico elaborado por el autor.	21
<b>Figura 5.</b> Resultados generales de Cadmio. Tomado de los tres tipos de Tratamientos del análisis experimental por elaboración propia.	23
<b>Figura 6.</b> Resultados generales de Zinc. Tomado de los tres tipos de Tratamientos del análisis experimental por elaboración propia.	25



## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la eficacia de la cáscara de plátano pulverizado en la remoción de metales pesados en agua de la relavera Santa Catalina. La investigación desarrollada es de tipo experimental, debido a la manipulación de las variables y toma de muestras.

Los resultados obtenidos muestran que con una concentración inicial de 0.10 mg/l de arsénico, se obtuvo una concentración final de 0.03 mg/l, asimismo el cadmio de 0.16 mg/l, obtuvo una concentración final de 0.04 mg/l y finalmente en el zinc de 39.10 mg/l bajo a 24.63 mg/l.

Finamente se concluye que el arsénico, cadmio y zinc, posterior a la aplicación de la cascara de plátano pulverizado en 3 repeticiones y 3 tratamientos de 25 gramos, 50 gramos y 100 gramos de adición respectivamente y según los datos de porcentaje de remoción obtenidos se puede indicar que los tratamientos han logrado remover los metales pesados en porcentajes de 73.13%, 74.54%, 37% para arsénico, cadmio y zinc respectivamente.

**Palabras clave:** Cáscara de plátano Pulverizado, Cadmio, Arsénico, Zinc, remoción.

## **Abstract**

The objective of this research was to determine the effectiveness of pulverized banana peel in the removal of heavy metals in water from the Santa Catalina tailings dam. The research developed is experimental, due to the manipulation of variables and sampling, in order to analyze the effects on the variable removal of heavy metals, which will be reflected in the results obtained.

The results obtained show that with an initial concentration of 0.10 mg/l of arsenic, three treatments have been applied for its treatment, a final concentration of 0.03 mg/l was obtained, as well as cadmium of 0.16 mg/l., a final concentration of 0.04 mg/l was obtained and finally in zinc with an of 39.10 mg/l after a 24.63 mg/l was obtained.

Finally, it is concluded that arsenic, cadmium and zinc, after the application of the pulverized banana peel in 3 repetitions and 3 treatments of 25 grams, 50 grams and 100 grams of addition respectively and according to the percentage removal data obtained, can be indicate that the treatments have managed to remove heavy metals in percentages of 73.13%, 74.54%, 37% for arsenic, cadmium and zinc respectively.

**Keywords:** Pulverized banana peel, Cadmium, Arsenic, Zinc, removal.

## I. INTRODUCCIÓN

Los relaves mineros son los principales causantes de contaminación del medio ambiente provocando el desemboque de aguas acidas, y a su vez, afectan a la salud de la población (Ahirwal y Maiti, 2018, p. 56), la mayor problemática presentada es la potencial presencia de metales tóxicos como el níquel (Ni), plomo (Pb), cromo (Cr), cadmio (Cd), mercurio (Hg), entre otros en las aguas vertidas y dispuestas a cuerpos receptores alterando la calidad de medio ambiente (Pantoja y Dolores, 2019, p. 23).

Asimismo, el aumento de los costos de los minerales plantea un consumo más grande de insumos para la explotación y procedimiento de extracción de dichos minerales, lo cual ha hecho que la problemática de los relaves mineros se torne cada vez más desordenada y producir el aumento de aguas acidas. (Ordoñez, 2019, p. 12).

Por los motivos expuestos, con el fin de obtener una solución a dichas problemáticas ambientales, múltiples investigadores han considerado urgente e importante la tarea de hallar alternativas para la remoción de estos metales pesados debido a sus múltiples impactos sobre el ambiente, de tal modo que se evidencien beneficios en materia ambiental, económica y social, siguiendo el principio de sostenibilidad por el que se rigen muchas actividades (Bolaños, Capa y Cumbal, 2021, p. 76).

Una alternativa que ha cobrado relevancia y ha presentado buenos resultados es la bioadsorción, proceso que emplea diferentes materiales con la capacidad de adsorber para acumular metales pesados sobre su superficie. Uno de los materiales empleados en dicha bioadsorción es la cáscara de plátano, ya que esta posee un compuesto denominado “hidroxilo y carboxilo de pectina”, adsorbiendo por fisisorción, acumulando o depositando el material sobre la superficie (Hurtado, 2019, párr. 2).

Frente a esta realidad problemática sobre los metales pesados se tiene como problema general ¿Cuál es la eficiencia de remoción de metales pesados después de la adición de cáscara de plátano pulverizado en aguas de relaves mineros de Santa Catalina?, y como problemas específicos: 1) ¿Cuáles son las concentraciones iniciales de metales pesados en las aguas de los relaves mineros de Santa Catalina?, 2) ¿Cuál es el porcentaje de remoción de metales pesados con cascara de plátano en aguas acidas de los relaves mineros de Santa Catalina?, y 3) ¿Se necesitaría un tratamiento alternativo, al uso de cáscara de plátano pulverizado para la reducción de concentración de metales pesados en aguas acidas de los relaves mineros.?

Como justificación, la investigación se desarrolla con la finalidad de contribuir a la comunidad científica del país con conocimiento sobre una alternativa de tratamiento de los relaves mineros que poseen grandes porcentajes de metales pesados, para el caso de estudio el ARSÉNICO, CADMIO Y ZINC, que representan un peligro no solo para el ambiente sino para la salud de la población; además, se justifica ambientalmente puesto que gran parte de los relaves mineros son arrojados a botaderos sin medidas apropiadas, donde producto de las lluvias se filtran y re direccionan hacia otras zonas, llegando a los recursos hídricos y biodiversidad existente, conllevando graves consecuencias sobre el equilibrio de estos.

Entonces al exponer una solución para la reducción de los metales pesados (As, Cd y Zn), contenidos empleando un material considerado como desecho, se brindará un nuevo uso al residuo sólido y se reducirá a su vez los perjuicios al ecosistema y población aledaña. Así mismo, la cáscara de plátano es un material con un costo bajo en comparación con otros materiales para efectuar tratamientos, por lo que las empresas pueden optar dicha materia prima, reduciendo sus impactos, mejorando su responsabilidad ambiental y resultando en una alternativa viable económicamente.

Se plantea como objetivo general Demostrar la eficacia de remoción de metales pesados utilizando la cáscara de plátano pulverizado en agua acidas de los relaves mineros de Santa Catalina y como objetivos específicos se tiene: 1) Identificar las concentraciones iniciales de metales pesados en las aguas acidas de los relaves mineros de Santa Catalina, 2) Calcular el porcentaje de remoción de metales pesados por medio de la adición de cáscara de plátano pulverizado en aguas de relaves mineros , y 3) Realizar la comprobación del uso de cáscara de plátano pulverizado como propuesta única de tratamiento para la reducción de concentración de metales pesados en aguas acidas de los relaves mineros.

Finalmente, como hipótesis general del trabajo de investigación se tiene: La cáscara de plátano pulverizado reduce los metales pesados en aguas acidas de los relaves mineros de la minera Santa Catalina, y como hipótesis específicas se generan las siguientes: 1) Concentración inicial de metales pesados presentes en agua de relaves mineros de la minera Santa Catalina mayores a los LMP. 2) Alto porcentaje de remoción de metales pesados por medio de la adición de cáscara de plátano pulverizado en aguas de relaves mineros y 3) Necesidad de un tratamiento complementario para la remoción total de metales encontrados en aguas acidas de los relaves mineros.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales en esta investigación, Galarza y Reyes (2020), buscaron cuantificar cuán eficientes resultaban las cáscaras de plátano (*Musa paradisiaca*) para reducir la concentración de cadmio de aguas provenientes del desarrollo de la actividad en la mina Huanza. El tipo de investigación fue aplicada con diseño experimental, para ello, la metodología partió por la recolección de una de las variables, emplearon 2 Kg de la cáscara en mención, que posteriormente se enjuagó usando agua desionizada, se le realizaron análisis en laboratorio para cuantificar la cantidad de Cd presente, obteniéndose 0.1 mg/l de este, una vez hallado este dato se procedió con la preparación de tres tratamientos, cada uno con diferentes concentraciones de cáscara pulverizada, se empleó 5g, 10g y 20g respectivamente. Como resultados se tuvo que para el tratamiento N° 1 se registró una disminución de 0.009 mg/l de Cd en promedio, el siguiente tratamiento que llevaba una concentración mayor de cáscara obtuvo una disminución de 0.038 mg/l y el tratamiento final registró una disminución de 0.049 mg/l; es por ello, que se concluyó que el uso de cáscara de plátano si resultaba eficiente en la remoción de cadmio, presentando mejores resultados a mayor concentración de polvo de cáscara.

Cabrera (2017), presentó como objetivo realizar la evaluación de la eficacia de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) para remover plomo de las aguas presentes en la quebrada Parac, para ello, se tomó una muestra representativa, el tipo de investigación fue cuantitativa experimental, en su metodología se recolectó cáscara de plátano, una vez seco se pasó a moler y se preparó la dosis; como resultado inicial se obtuvo una concentración de 0,087 mg/l de plomo, después de realizar los 3 tratamientos se obtuvo que el primero, al cual se agregó 3 g de polvo de cáscara registró 0.013 mg/l de plomo, evidenciándose una marcada reducción del metal. Finalmente, se concluyó que la cáscara empleada en la experimentación presentaba grandes propiedades naturales adsorbentes, las cuales resultaban efectivas en la remoción del plomo de las aguas, además se demostró, al emplear distintas cantidades de polvo de cáscara, que a mayor cantidad de esta mejor es la remoción.

González y Guerra (2016), presentaron como objetivo primordial reducir el nivel en que se concentraban el zinc y plomo en el agua residual proveniente de un laboratorio donde se realizaban múltiples análisis químicos, mediante la aplicación de cáscara de plátano a distintas velocidades de agitación, como metodología se partió por la toma de muestra del agua, se recolectó 6 L de esta, la cual fue dividida en tres partes iguales, a cada tratamiento se le adicionó 10 g de polvo de cáscara y se operó con distintas velocidades para agitarlas, la duración total de contacto entre el polvo y el agua fue de 78 horas y se tomaba una muestra en intervalos de 8 horas, buscando la cuantificación de las cantidades de Zn y Pb. Como resultados del experimento se obtuvo que el porcentaje mayor para la adsorción de Zn fue de 66.37% y de Pb 79.76%, tratamientos que operaron a una temperatura de 80 °C y velocidad de 80 rpm. La conclusión obtenida finalmente fue que mientras se incrementa la temperatura y velocidad de agitación, se incrementa también la capacidad de adsorber el Zn y Pb del agua, por ello, es importante considerar dichos aspectos a la hora de probar la eficacia de la cáscara de plátano.

Como antecedentes internacionales tenemos a Vilardi, Di Palma y Verdone (2017), en su artículo manifiesta sobre la absorción de metales pesados mediante micro polvo de cáscara de plátano, un modelo de equilibrio por modelos no lineales, asimismo dicho estudio informó la efectividad para adsorber plomo y cobre de la cáscara de plátano en polvo. Donde se utilizó la técnica FTIR para caracterizar el biosorbente, para ello se realizaron experimentos por lotes para la eliminación de cobre y plomo de soluciones acuosas mediante biosorbentes, concluyendo que, entre los diversos grupos funcionales identificados, el ácido carboxílico y los grupos hidroxilo de polifenoles y polisacáridos jugaron un rol fundamental para eliminar cationes metálicos, así también al considerar el efluente contaminado con un solo nivel inicial de concentración de 90 mg/l de Pb, fue posible tratar aproximadamente 605 326 ml de líquido por año utilizando todo el volumen de producción de cáscara de plátano.

Ifrah, Flagiello, Neil y Harvey (2020), en su artículo mencionan sobre la valorización de cáscaras de plátano y el uso potencial del hidrocarburo y subproducto líquido para convertir la energía y purificar el agua. Los resultados del estudio evidenciaron una gran capacidad para eliminar el  $\text{Cd}_2 +$  (5-100 mg/l), que ha logrado una eliminación del 99%, frente al 75% de las pieles. Esto se hace tratando las cáscaras de plátano carbonizadas a una temperatura de 150 a 300 °C durante un período de 1 a 2 horas. Se concluyó que el abundante líquido orgánico producido en el proceso HTC se usó con éxito como materia prima para un sistema bioeléctrico, reduciendo la DQO y generando electricidad que podría usarse para alimentar pequeños dispositivos. El uso de HTC para convertir las cáscaras de plátano en hidrocarburos permitirá a las comunidades rurales crear productos valiosos que ayudarán en los enfoques intensivos en procesos para este residuo agrícola obstinado y altamente contaminante.

Para el desarrollo de la siguiente investigación, resulta necesario una serie de bases teóricas plasmadas por múltiples autores, por ello, se toman los conceptos siguientes para la primera variable cáscara de plátano.

La cáscara de plátano equivale alrededor del 30% del peso total de la fruta, las posibles aplicaciones que se le puedan otorgar están íntimamente ligadas con sus componentes químicos. Es ampliamente conocida por su contenido rico de fibra dietaria, potasio, ácidos grasos poliinsaturados, aminoácidos fundamentales y proteínas; se han realizado múltiples esfuerzos para aprovechar la cáscara, resultando en la obtención de enzimas, pectinas, etanol, metanol y proteínas. Algunas aplicaciones para las que se ha empleado la cáscara es para la producción de carbón de origen vegetal, el cual resulta una alternativa para las fuentes de combustibles (Blasco y Gómez, 2017, p.24).





Figura 1. Cáscara de plátano pulverizado

Fuente: Imagen Obtenida de (Revista Industrial del Campo, 2020)

El Perú dispone de 160 hectáreas destinadas a la producción de plátano, donde la mayor producción de dicha fruta se registra en la Amazonía alcanzando un 70%. A inicios del año 2000 el Perú se convirtió en uno de los países que más exporta dicho producto, lo que a su vez benefició en la calidad de vida de los agricultores dedicados a la producción de plátano (MINAGRI, 2020).

Una característica muy importante de la cáscara de plátano es su capacidad de adsorber empleando la fisorción, esto gracias a que posee una mezcla denominada “hidroxilo y carboxilo de pectina”, mezcla perteneciente al grupo carbonilo (Hurtado, 2019, párr. 2). Dicha característica ha resaltado para muchos investigadores en el campo de la remediación de aguas contaminadas con metales pesados, puesto que resulta sencilla de conseguir y de bajo costo, además de otorgar una nueva aplicación a un material que se convertiría en desecho (Moron, 2018,).

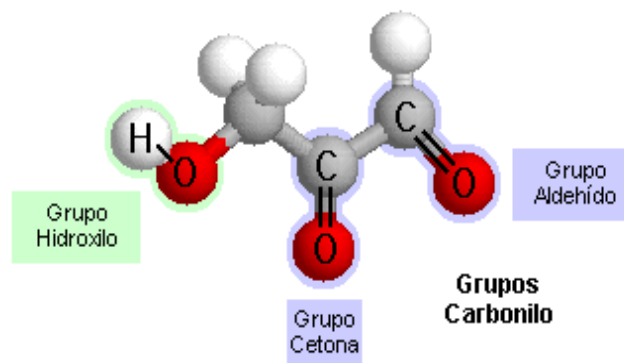


Figura 2. Hidroxilo y carboxilo de pectina de la cáscara de plátano

Fuente: (Hurtado, 2019)

Por otra parte, se plasman a continuación las bases teóricas en torno a la segunda variable metales pesados.

Por otro lado, las variaciones en la calidad de las aguas continentales son el resultado de una combinación de procesos naturales, como la meteorización y la erosión del suelo, y contribuciones antropogénicas, como la descarga de residuos municipales e industriales. Este último, constituye una fuente constante de contaminación, que afecta en gran medida a la flora y fauna acuática. Un ejemplo de esto es el impacto de la minería en ríos y lagos. La exposición de metales pesados a fuentes acuíferas constituye un grave problema ambiental por la toxicidad de estos metales y sus repercusiones fisiológicas, tanto en humanos como en animales (Londoño-Franco, Londoño-Muñoz y Muñoz-García, 2016; Molina, Ibañez y Gibón, 2013).

Se puede considerar como agua netamente ácida cuando tiene pH menor a 4,5 y elevados contenidos de carga metálica. La presencia de elementos químicos y su alta toxicidad de sus componentes agrava su peligrosidad y su potencial como generador de impactos contaminantes en la salud de las personas y que sufran alteraciones altamente nocivas.

Los metales pesados son constituyentes importantes de las aguas residuales industriales, aunque solo están presentes en trazas. Cualquier ion con peso atómico superior a 23 se considera metal pesado. Los ejemplos incluyen níquel, magnesio, plomo, cromo, cadmio, zinc, cobre, hierro y mercurio, entre otros. La determinación de las concentraciones de metales pesados generados por la actividad humana permite evaluar el nivel al que se ve afectada una determinada zona. Para ello, es indispensable analizar no solo el agua, sino también los sedimentos, ya que los metales tienden a depositarse en el fondo del cuerpo de agua afectado (Soto-Cruz, Carrillo-Chávez y Suárez-Sánchez, 2011).

Se denomina metal pesado a un elemento químico que expone una elevada densidad en contraste con los demás metales. Por lo general presentan un alto grado de toxicidad para cualquier especie, incluidas las personas; los metales más destacados y que se encuentran usualmente en el agua son el cromo, plomo, cobre, níquel y mercurio (Facsa, 2017). La totalidad de metales pesados están localizados

en la tierra de forma natural, en distintas presentaciones, ya sea como sales, minerales o formando otras composiciones, cuentan con la posibilidad de descomponerse o eliminarse con mucha facilidad empleando métodos biológicos o naturales (Yin, 2018, p. 25).

El arsénico está constituido por compuestos inorgánicos, los cuales son enteramente peligrosos, en lo que los compuestos del arsénico como los que se hallan en el pescado y los mariscos son menos peligrosos para la salud. Definido muchas veces como un metaloide, aunque para explicar el comportamiento químico se puede tener en cuenta como un factor no metálico que forma enlaces covalentes o esta como especie amónica (Cevallos, 2019, p. 25).

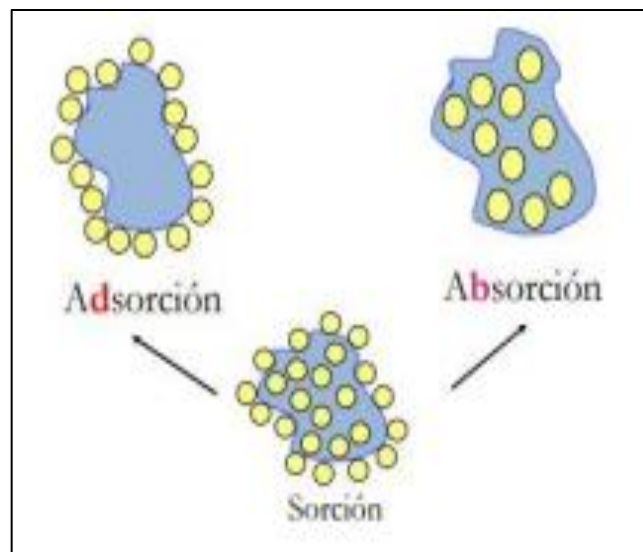
El zinc pertenece al grupo de los metales de transición, sin embargo, de forma estricta no lo es puesto que expone cierta similitud con algunos elementos del grupo, pero también con el berilio y magnesio. Se puede mezclar con diferentes elementos como el azufre, oxígeno y cloro, generalmente en áreas peligrosas se encuentran sustancias como  $ZnSO_4$  (sulfato de zinc),  $ZnO$  (óxido de zinc),  $ZnCl_2$  (cloruro de zinc) y  $ZnS$  (sulfuro de zinc), este último es la forma más usual en la que se encuentra el zinc en estado natural. Muchos de los compuestos que forma el zinc son bastante empleados en diversos sectores industriales, por ejemplo, el óxido y sulfuro de zinc se usan para la elaboración de cerámica, pintura de color blanco, entre otros; además, el óxido también se emplea para manufacturar el caucho. Así mismo, el sulfato, cloruro y acetato de zinc se emplean en la fabricación de tintes para las telas y la preservación de la madera; el humo presente en los diferentes tipos de bombas de humo contiene como sustancia básica el cloruro de zinc; finalmente, el zinc también se emplea en la medicina, sus compuestos son usados para la fabricación de vitaminas, bloqueadores solares, desodorantes, ungüentos para la irritación, entre muchas otras aplicaciones (ATSDR, 2005).

El cadmio resulta un metal disperso en todo el planeta y es parte esencial de una gran diversidad de seres vivos. Al igual que los otros metales, este es uno de los compuestos del cobre, (Salas y Marzal, 2017, p. 21). El cadmio se caracteriza por ser blanco con un ligero matiz azulado, con una alta resistencia a desgastarse, la característica más destacable es su alta capacidad para conducir la electricidad y

la temperatura que, junto a su maleabilidad y ductilidad lo convierten en el metal más usado en la elaboración de cables de electricidad.

Un concepto clave es la adsorción, proceso en el que se transfiere masa, resulta importante en la remoción de compuestos de líquidos o gases, en otras palabras, se denomina como la acumulación de sustancias o elementos químicos sobre la superficie de un sólido o líquido (Carbonel, 2018, p. 255).

Este proceso ha tomado relevancia para tratar aguas contaminadas en los años recientes debido a varios factores que lo diferencian de otros tratamientos, por ejemplo, el diseño resulta flexible, el proceso es reversible y el efluente de salida posterior al tratamiento posee gran calidad, además, el adsorbente usado puede ser regenerado, especialmente los adsorbentes de origen natural son los que más beneficios ofrecen, puesto que aparte de los factores anteriores se suma su bajo coste y eficiencia (Carbonel, 2018, p. 253).



*Figura 3. Diferencia entre absorción y adsorción*

Fuente: (Galarza y Reyes, 2020)

El método de identificación de metales pesados más utilizado es la Espectrometría de Masa con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS, por sus siglas en inglés) La espectrometría masas por plasma acoplado inductivamente ICPMS es altamente sensible y capaz de determinar de forma cuantitativa casi todos los elementos presentes en la tabla periódica que tengan un potencial de ionización

menor que el potencial de ionización del argón a concentraciones muy bajas (nanogramo/litro o parte por trillón, ppt). Se basa en el acoplamiento de un método para generar iones (plasma acoplado inductivamente) y un método para separar y detectar los iones (espectrómetro de masas). Además, permite conocer la composición elemental de una muestra y la relación isotópica de determinados elementos (Comisión Nacional de Energía Atómica, 2020).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

La investigación fue de tipo aplicada, esta busca otorgar solución a algún problema identificado en el caso de estudio en favor de la sociedad, también se denomina tecnológica puesto que el producto de salida no es simplemente conocimiento sino alguna tecnología (Esteban, 2018, p. 3). En la investigación se buscó disminuir la concentración de algunos metales pesados de las aguas de los relaves mineros mediante la aplicación de cáscara de plátano.

##### **3.1.2. Diseño de la investigación**

Esta investigación tuvo un diseño experimental, también denominada como investigación de intervención puesto que el investigador crea un evento para realizar una explicación, además en esta investigación se manipulan la variable independiente para evidenciar el efecto que tiene sobre la otra variable en una situación controlada (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 129). En la investigación se manipularon las cantidades de polvo de cáscara de plátano usadas en los tratamientos para observar su efecto en la remoción de los metales pesados.

##### **3.1.3. Enfoque de la investigación**

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, esta emplea la recopilación de datos basados en mediciones numéricas y los análisis estadísticos para comprobar una hipótesis, sigue una secuencia de pasos ordenados (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 6). En esta investigación se midió la concentración al inicio y al final de la experimentación de los metales pesados.

##### **3.1.4. Nivel de la investigación**

La investigación fue de nivel explicativo, esta es más que una descripción del fenómeno en cuestión, lo que se busco es otorgar una respuesta a la causa de ocurrencia del fenómeno y la relación con los efectos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 95). Esta investigación determino la forma en que influyen las cáscaras de plátano sobre la remoción de los metales pesados.

### 3.2. Variables y Operacionalización

Como variable independiente se tiene a la cáscara de plátano y como variable dependiente se tiene a la reducción de los metales pesados.

La variable independiente es la “cantidad de Cantidad de Cáscara de plátano pulverizado.”.

**Tabla 1.** Relación, naturaleza y escala de medición de las variables

Variables	Clasificación				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Cantidad de Cáscara de plátano pulverizado	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Unidimensional	Directa
Reducción de metales pesados	Dependiente	Cuantitativa Continua	Razón	Unidimensional	Directa

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1. Población

La población para la presente investigación son las aguas de la relavera Santa Catalina en el distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad.

#### 3.3.2. Muestra

La muestra fue de 10 litros de agua de relave minero (1 litro para cada repetición), tomados de una parte aleatoria de áreas de depósito de la relavera Santa Catalina. En la Tabla 2 se muestra la distribución de la muestra para cada tratamiento:

**Tabla 2.** Cantidad de muestra para el análisis

Muestra patrón	Muestra adicionada con 2.5% de cáscara de plátano	Muestra adicionada con 5% de cáscara de plátano	Muestra adicionada con 10% de cáscara de plátano
----------------	---	---	--

Volumen	1 L por muestra	1 L por muestra	1 L por muestra	1 L por muestra
N° de repeticiones	1	3	3	3
<b>Total</b>	<b>10 muestras</b>			

*Fuente: Elaboración propia.*

La muestra patrón nos indica la concentración inicial se ha captado en un frasco hermético el volumen necesario para tener 1L por muestra.

### **3.3.3. Muestreo**

El muestreo de esta investigación se realizó con el método de muestreo aleatorio simple, debido a que cada sujeto o muestra tiene la posibilidad equitativa de salir escogido para la investigación.

### **3.3.4. Unidad de estudio**

La unidad de estudio para la presente investigación es la relavera Santa Catalina, localizada políticamente en el distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad.

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

Para la recolección de datos se utilizó el método analítico en el cual a partir del análisis de datos particulares se llegó a conclusiones generales sobre la presencia de metales pesados y sus concentraciones finales. La técnica utilizada se desarrolló mediante el instrumento de observación de campo y toma de muestras.

El instrumento de observación de campo y toma de muestras para su caracterización mediante análisis de agua se adjunta en los documentos anexos.

## **3.5. Procedimientos**

Para el desarrollo de la investigación se inició por la recolección de 16 kg de cáscara de plátano, posteriormente se enjuago con agua destilada para quitar las impurezas presentes en la cáscara de plátano, seguidamente se colocó en bandejas cubiertas de aluminio en donde se pesó y luego se ingresó a la estufa para su secado a una temperatura de 110 °C por 8 horas.



Asimismo, se pasó a la molienda en el cual se utilizó una licuadora para la pulverización, una vez llegado a dicho punto se pasó a la obtención del polvo de cáscara de plátano para ello se empleó el tamiz de 500  $\mu\text{m}$ . El método del laboratorio fue el Método electrométrico en el cual, se analizó el pH, mientras que, el método de Espectrometría de masas de plasma acoplado se empleó para evaluar los metales.

Por otra parte, luego de obtener el polvo, se recolectó la muestra de las aguas de relave minero, para ello se llegó hasta la zona donde están depositadas estas con los implementos y materiales apropiados, se recogerá 10 L de relave en un galón para su traslado al laboratorio.

Una vez en el laboratorio, luego de caracterizar el agua de relave minero, las muestras se distribuyeron en 3 vasos de precipitación, 1 L para cada uno, se realizarán tres tratamientos compuestos de tres repeticiones cada uno, para el primer tratamiento se adiciono 2.5% de cáscara de plátano en polvo, para el segundo tratamiento se adiciono 5% de cáscara de plátano en polvo y para el tercer tratamiento se adiciono 10% de cáscara de plátano en polvo.

El agua de relave minero se mantuvo en contacto con el polvo de cáscara de plátano en agitación de 500 rpm por un periodo de tiempo de 24 horas a condiciones de temperatura ambiente para su absorción, posteriormente se pasó la muestra por papel filtro de 150mm para retirar el polvo de cáscara de plátano. Una vez obtenida el agua se envió al laboratorio para la determinación de la concentración final de los metales pesados.

Posterior a la experimentación, se tabularán los datos en Excel para procesarlos y con los datos obtenidos se hallará el porcentaje de reducción y se analizará la eficacia del tratamiento.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para la fase experimental se ha realizado el análisis químico de la muestra de aguas de la relavera posteriormente se realizó los tres tipos de tratamiento variando la cantidad de este para establecer una comparación de porcentajes de remoción y con el método estadístico de tipo cuantitativo nos permitió cuantificar el efecto de

cada una de estas acciones de tratamiento y para cumplir los objetivos se reconoció el tratamiento más eficiente para la remoción de metales pesados.

Para el procesamiento y análisis de los datos se registraron los datos de las pruebas de laboratorio, la concentración inicial y concentraciones finales, dichos datos se ordenaron en tablas y gráficos mediante Excel, recursos que ilustran de forma más clara los resultados de la experimentación.

Para el cálculo de porcentaje de remoción se utilizó la siguiente formula:

$$C1 - - - - 100$$

$$C2 - - - - X$$

$$\text{Porcentaje de remoción} = 100 - x = Y$$

También se empleó el software IBM SPSS para la sistematización de los datos y obtención de un gráfico que estadísticamente refleje la dependencia causa-efecto de las variables de estudio, también se utilizará para realizar pruebas de estadística (ANOVA) para la comprobación de hipótesis a partir de las medias obtenidas. Según el nivel de significancia.

### **3.7. Aspectos Éticos**

Los aspectos Éticos que definen esta tesis son:

Respeto a las personas, Búsqueda del bien, Justicia. Lograr los máximos beneficios y de reducir al mínimo el daño y la equivocación.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Identificación de concentraciones iniciales

La tabla a continuación muestra los resultados producto del análisis de agua realizado en la empresa AQP -SUR, donde se observa los parámetros físicos y químicos de las aguas de la relavera Santa Catalina, 2022.

**Tabla 3.** *Parámetros físicos y químicos de las aguas.*

PARÁMETRO	CANTIDAD	UNIDAD
pH	2.56	
Conductividad	267.4	us/cm
Aluminio	14.5	mg/L
Antimonio	0.00184	mg/L
Arsénico	0.10787	mg/L
Bario	0.0393	mg/L
Berilio	0.00136	mg/L
Bismuto	< 0.00001	mg/L
Boro	0.155	mg/L
Cadmio	0.16203	mg/L
Calcio	182	mg/L
Cerio	0.03060	mg/L
Cobalto	0.08741	mg/L
Cobre	1.860	mg/L
Cromo	< 0.001	mg/L
Estaño	< 0.00004	mg/L
Estroncio	0.83255	mg/L
Fósforo	0.201	mg/L
Hierro	138.3	mg/L
Litio	< 0.0001	mg/L
Magnesio	64.7	mg/L
Manganeso	42.657	mg/L
Mercurio	< 0.000070	mg/L
Molibdeno	0.00222	mg/L
Níquel	0.0165	mg/L
Plata	< 0.00006	mg/L
Plomo	0.03097	mg/L
Potasio	3.5	mg/L
Selenio	0.00639	mg/L
Sodio	67	mg/L
Talio	< 0.00001	mg/L
Titanio	0.0043	mg/L
Torio	< 0.00001	mg/L
Uranio	0.00768	mg/L
Vanadio	0.006	mg/L
Wolframio	< 0.00002	mg/L
Zinc	39.1	mg/L

Nota: Tomado de Análisis químico de empresa AGQ PERÚ S.A.C., 2022

El análisis físico y químico realizado a las aguas de la relavera Santa Catalina, tiene un PH inicial de 2.52 indicando que la muestra de agua de la relavera es ácida, y además está constituida por metales pesados y se identifica que el Arsénico (0.10787mg/l), Cadmio (0.16203 mg/l) y Zinc (39.1 mg/l) son los metales más contaminantes con que sobrepasan los Estándares de Calidad del Agua los cuales son: Arsénico (0.105mg/l), Cadmio (0.1 mg/l) y Zinc (5 mg/l) .

Para el análisis de resultados se consideró la prueba de normalidad y el análisis de varianza dónde:

*H<sub>0</sub> = Las variables concentraciones para las repeticiones de cada tratamiento, tiene distribución normal, donde P valor es mayor que 0.05*

*H<sub>1</sub> = Las variables concentraciones para las repeticiones de cada tratamiento, es distinta a la distribución normal, donde P valor es menor que 0.05*

Por lo tanto, después de la adición de cáscara de plátano pulverizado en diferentes cantidades para cada tratamiento y 3 repeticiones para cada una de estas se logró identificar la cantidad de metales pesados en las aguas de los relaves mineros para cada variable.

#### **4.2. Porcentaje de remoción de metales pesados por medio de la adición de cáscara de plátano pulverizado en aguas de relaves mineros**

Las tablas a continuación muestran los resultados de concentraciones finales después del proceso de tratamiento a que el agua fue sometida.

##### **4.2.1. Variable PH**

**Tabla 4.** Resultados de PH para los 3 Tratamientos y repeticiones.

TRATAMIENTO		T1 (25)			T2 (50)			T3 (100)		
REPETICIONES		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
CONCENTRACION PH	INICIAL	2.56			2.56			2.56		
	FINAL	4.02	4.04	4.41	4.29	4.28	4.4	4.02	4.29	4.44

Nota: La información fue recolectada de los resultados obtenidos de los tipos tres tratamientos.

R1, R2, R3: La cantidad de repeticiones

MG/L; Unidad de concentración miligramos por litro

T1, T2, T3: Tratamientos.

**Tabla 5.** Análisis de normalidad para la variable PH, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.

Pruebas de normalidad						
TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PH	25 gramos	.175	3	1.000	3	1.000
	50 gramos	.385	3	.750	3	.000
	100 gramos	.292	3	.923	3	.463

Nota: La información fue recolectada de los resultados obtenidos de los tipos tres tratamientos.

El nivel de significancia es mayor en dos valores a 0.05 y uno es menor por lo tanto la muestra es diferente a la distribución normal se deberá utilizar la mediana.

**Tabla 6.** Cálculo de mediana para la variable PH, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO				
TRATAMIENTO		Estadístico	Error típ.	
PH	25 gramos	Media	4.0300	.00577
		<b>Mediana</b>	<b>4.0300</b>	
		Desv. típ.	.01000	
	50 gramos	Media	4.2833	.00333
		<b>Mediana</b>	<b>4.2800</b>	
		Desv. típ.	.00577	
	100 gramos	Media	4.4167	.01202
		<b>Mediana</b>	<b>4.4100</b>	
		Desv. típ.	.02082	

Nota: La información fue recolectada de los resultados obtenidos de los tipos tres tratamientos, con la exploración de datos estadísticos descriptivos del programa SPSS.

Se puede apreciar en el gráfico y tabla que el tratamiento N° 1 se tiene resultados de promedio y mediana de 4.03. En el tratamiento N° 2 con 50 g de cáscara de plátano pulverizada, se obtuvo un pH final de 4.285 de promedio y finalmente en el

tratamiento N° 3, donde se agregó 100g de cascara, se considera un PH final de 4.41. Esto indica que después de la aplicación de los 3 tratamientos disminuye su grado de acidez.

#### 4.2.2. Variable Arsénico

Los siguientes tablas y gráficos muestran los resultados de concentración de Arsénico de la muestra de las aguas de la relavera santa catalina, el cual tiene una concentración inicial de 0.10787 mg/l.

**Tabla 7.** Resultados de Arsénico para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.

CONCENTRACIÓN ARSÉNICO									
TRATAMIENTO	T1 (25)			T2 (50)			T3 (100)		
REPETICION	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
INICIAL MG/L	0.10787			0.10787			0.10787		
FINAL MG/L	0.0191	0.0168	0.0361	0.0341	0.0311	0.0368	0.0669	0.0573	0.0754

Nota: La información fue recolectada de los resultados obtenidos de los tipos tres tratamientos y sus repeticiones.

R1, R2, R3: La cantidad de repeticiones

MG/L; Unidad de concentración miligramos por litro

La evaluación se realizó mediante análisis de normalidad, para definir el uso de promedios o medianas.

**Tabla 8.** Análisis de normalidad para la variable Arsénico, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.

PRUEBAS DE NORMALIDAD							
Tratamiento		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ARSENICO	25 gramos	.346	3		.838	3	.208
	50 gramos	.180	3		.999	3	.944
	100 gramos	.184	3		.999	3	.930

El nivel de significancia, es decir, el P valor es mayor a 0.05 en todos los valores mostrando una distribución normal por lo tanto se procede a tomar como resultado el promedio de los resultados de las repeticiones para cada tratamiento

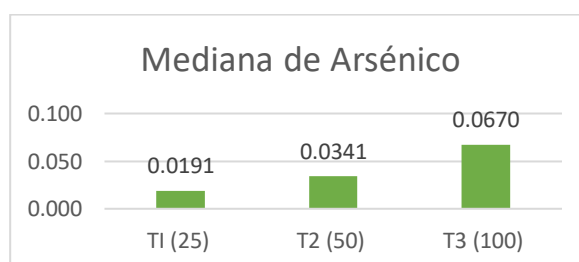
**Tabla 9.** Cálculo de promedio para la variable Arsénico, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO				
TRATAMIENTO		Estadístico	Error típ.	
ARSENICO	25 gramos	Media	.02399	.00608
		<b>Mediana</b>	<b>.01909</b>	
		Varianza	.00011	
		Desv. típ.	.01053	
	50 gramos	Media	.03398	.00165
		<b>Mediana</b>	<b>.03408</b>	
		Varianza	.00001	
		Desv. típ.	.00286	
	100 gramos	Media	.06657	.00523
		<b>Mediana</b>	<b>.06695</b>	
		Varianza	.00008	
		Desv. típ.	.00905	

Nota: La información fue recolectada de los resultados obtenidos de los tipos tres tratamientos, con la exploración de datos estadísticos descriptivos del programa SPSS.

Es decir, para el tratamiento N° 1 y sus repeticiones se obtuvo una concentración media de 0.0191 mg/l, en el tratamiento N° 2 de 0.0341 mg/l y para el tratamiento N° 3 de 0.0670 mg/l respectivamente.

El gráfico a continuación muestra la mediana obtenida después de aplicar las tres cantidades diferentes de cascara de plátano pulverizado.



**Figura 4.** Resultados de Arsénico. Tomado de los tres tipos de Tratamientos del análisis experimental por gráfico elaborado por el autor.

Por lo tanto, los resultados expresan que a mayor cantidad de uso de cascara de plátano pulverizado, se tiene mayor cantidad de concentración de arsénico por lo

tanto para que el tratamiento sea efectivo para remoción de este metal se deberá considerar menor cantidad a 50 g.

#### 4.2.3. Variable Cadmio

Los siguientes tablas y gráficos muestran los resultados de concentración de Cadmio de la muestra de las aguas de la relavera santa catalina, el cual tiene una concentración inicial de 0.16203 mg/l.

**Tabla 10.** Resultados de Cadmio para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.

CONCENTRACIÓN CADMIO MG/L									
TRATAMIENTO	T1 (25)			T2 (50)			T3 (100)		
REPETICIONES	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
INICIAL	0.16203			0.16203			0.16203		
FINAL	0.0557	0.0561	0.0604	0.0407	0.0413	0.0441	0.0349	0.0350	0.0406

Nota: La información fue recolectada de los resultados obtenidos de los tipos tres tratamientos y sus repeticiones.

R1, R2, R3: La cantidad de repeticiones

MG/L; Unidad de concentración miligramos por litro

La evaluación se realizó mediante análisis de normalidad, para definir el uso de promedios o medianas.

**Tabla 11.** Análisis de normalidad para la variable Cadmio, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.

PRUEBAS DE NORMALIDAD							
TRATAMIENTO		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CADMIO	25 gramos	.356	3		.817	3	.156
	50 gramos	.331	3		.864	3	.279
	100 gramos	.378	3		.767	3	.038

El nivel de significancia, es decir, el P valor es mayor a 0.05 en dos valores mostrando una distribución normal y un valor menos a 0.05 por lo tanto se procede a tomar como resultado la mediana de los resultados de las repeticiones para cada tratamiento.



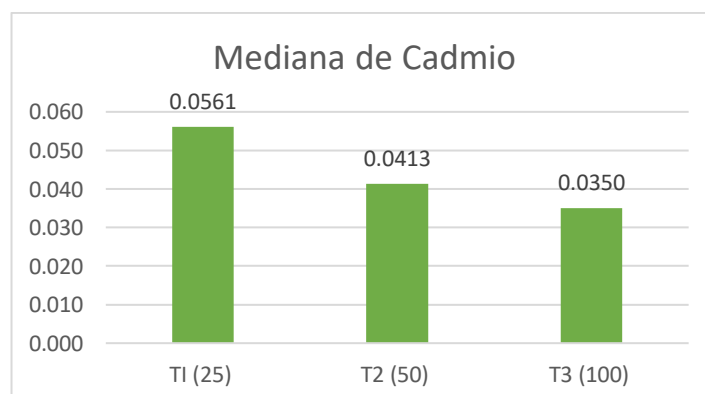
**Tabla 12.** Cálculo de mediana para la variable Cadmio, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO				
TRATAMIENTO			Estadístico	Error típ.
CADMIO	25 gramos	Media	.0574	.00152
		<b>Mediana</b>	<b>.0561</b>	
		Varianza	.000	
		Desv. típ.	.00263	
	50 gramos	Media	.0420	.00105
		<b>Mediana</b>	<b>.0413</b>	
		Varianza	.000	
		Desv. típ.	.00182	
	100 gramos	Media	.0368	.00188
		<b>Mediana</b>	<b>.0350</b>	
		Varianza	.000	
		Desv. típ.	.00325	

Nota: La información fue recolectada de los resultados obtenidos de los tipos tres tratamientos, con la exploración de datos estadísticos descriptivos del programa SPSS.

Los resultados de Cadmio de la muestra de las aguas de la relavera santa catalina, muestra una concentración inicial de 0.16203 mg/l. Después de aplicar el tratamiento N° 1 y sus repeticiones se obtuvo una mediana de 0.0561 mg/l, en el tratamiento N° 2, se tiene una mediana de 0.0413 mg/l y en el tratamiento N° 3 se obtiene una concentración mediana de 0.0350 mg/l de cadmio.

El gráfico a continuación muestra la media obtenida después de aplicar las tres cantidades diferentes de cascara de plátano pulverizado.



**Figura 5.** Resultados generales de Cadmio. Tomado de los tres tipos de Tratamientos del análisis experimental por elaboración propia.

Por lo tanto, los resultados expresan que a mayor cantidad de uso de cascara de plátano pulverizado, se tiene menor cantidad de concentración de arsénico por lo tanto para que el tratamiento sea efectivo para remoción de este metal se deberá considerar mayor cantidad a 50 g.

#### 4.2.4. Variable Zinc

Los siguientes tablas y gráficos muestran los resultados de concentración de Zinc de la muestra de las aguas de la relavera santa catalina, el cual tiene una concentración inicial de 39.1mg/l.

**Tabla 13.** Resultados de Zinc para los 3 Tratamientos y repeticiones.

CONCENTRACIÓN ZINC MG/L									
TRATAMIENTO	T1 (25)			T2 (50)			T3 (100)		
REPETICIONES	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
INICIAL	39.1			39.1			39.1		
FINAL	23.300 0	0.0561	0.060 4	0.040 7	0.041 3	0.044 1	0.034 9	0.0350	0.040 6

Nota: La información fue recolectada de los resultados obtenidos de los tipos tres tratamientos y sus repeticiones.

R1, R2, R3: La cantidad de repeticiones

MG/L; Unidad de concentración miligramos por litro

La evaluación se realizó mediante análisis de normalidad, para definir el uso de promedios o medianas.

**Tabla 14.** Análisis de normalidad para la variable Zinc, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.

TRATAMIENTO		PRUEBAS DE NORMALIDAD					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ZINC	25 gramos	.285	3		.932	3	.497
	50 gramos	.328	3		.871	3	.298
	100 gramos	.298	3		.916	3	.439

El nivel de significancia, es decir, el P valor es mayor a 0.05 en todos los valores mostrando una distribución normal por lo tanto se procede a tomar como resultado los promedios de los resultados de las repeticiones para cada tratamiento.

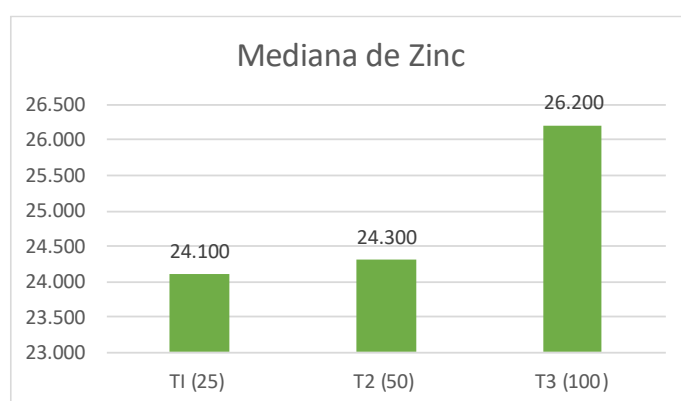
**Tabla 15.** Cálculo de mediana para la variable Zinc, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO			
TRATAMIENTO		Estadístico	Error típ.
ZINC	25 gramos	Media	24.567
		<b>Mediana</b>	<b>24.100</b>
		Varianza	2.413
		Desv. típ.	1.553
	50 gramos	Media	24.700
		<b>Mediana</b>	<b>24.300</b>
		Varianza	0.930
		Desv. típ.	0.964
	100 gramos	Media	26.567
		<b>Mediana</b>	<b>26.200</b>
		Varianza	1.203
		Desv. típ.	1.097

Nota: La información fue recolectada de los resultados obtenidos de los tipos tres tratamientos, con la exploración de datos estadísticos descriptivos del programa SPSS.

Los resultados de Zinc de la muestra de las aguas de la relavera santa catalina, muestra una concentración inicial de 39.1 mg/l. Después de aplicar el tratamiento N° 1 y sus repeticiones se obtuvo una concentración media de 24.100 mg/l, en el tratamiento N° 2, se obtuvo una concentración media de 24.300 mg/l y en el tratamiento N° 3 se obtiene una media 26.200 mg/L de zinc.

El gráfico a continuación muestra la mediana obtenida después de aplicar las tres cantidades diferentes de cascara de plátano pulverizado.



**Figura 6.** Resultados generales de Zinc. Tomado de los tres tipos de Tratamientos del análisis experimental por elaboración propia.

Es decir, a mayor cantidad de cascara de plátano pulverizado se tiene mayor concentración de Zinc, por lo tanto, para poder aplicar este tratamiento se deberá considerar menor adición de insumo.

#### 4.3. Comprobación de tratamiento para la reducción de concentración de metales pesados en aguas acidas de los relaves mineros.

Para realizar la comprobación del uso de cascara de plátano pulverizado como tratamiento suficiente para la remoción de metales pesados se procede a realizar el análisis de varianza ANOVA, para ver la similitud de resultados de porcentajes de remoción para cada tratamiento y sus repeticiones.

Este cuadro contiene un análisis descriptivo de las variables dependientes por grupos de tratamiento, así como, los límites superior e inferior para la media de cada grupo al 95% de confianza.

**Tabla 16.** Análisis Descriptivo de los grupos de tratamiento.

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA							
						95% del intervalo de confianza para la media	
		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	Límite inferior	Límite superior
PH	25 gramos	3	4.0300	.01000	.00577	4.0052	4.0548
	50 gramos	3	4.2833	.00577	.00333	4.2690	4.2977
	100 gramos	3	4.4167	.02082	.01202	4.3650	4.4684
	Total	9	4.2433	.17051	.05684	4.1123	4.3744
ARSÉNICO	25 gramos	3	.0240	.01053	.00608	-.0022	.0501
	50 gramos	3	.0340	.00286	.00165	.0269	.0411
	100 gramos	3	.0666	.00905	.00523	.0441	.0891
	Total	9	.0415	.02054	.00685	.0257	.0573
CADNIO	25 gramos	3	.0574	.00263	.00152	.0509	.0639
	50 gramos	3	.0420	.00182	.00105	.0375	.0465
	100 gramos	3	.0368	.00325	.00188	.0287	.0449
	Total	9	.0454	.00953	.00318	.0381	.0527
ZINC	25 gramos	3	24.5667	1.55349	.89691	20.7076	28.4258
	50 gramos	3	24.7000	.96437	.55678	22.3044	27.0956
	100 gramos	3	26.5667	1.09697	.63333	23.8417	29.2917
	Total	9	25.2778	1.44029	.48010	24.1707	26.3849

El estadístico de Levene toma un valor lo suficientemente pequeño para no rechazar la hipótesis de desigualdad a los niveles de significación habituales.

**Tabla 17.** Prueba de Homogeneidad de varianzas para todas las concentraciones.

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS						
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.	
<b>PH</b>	Se basa en la media	2.897	2	6	.132	
	Se basa en la mediana	.778	2	6	.501	
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.778	2	3.176	.531	
	Se basa en la media	2.681	2	6	.147	
<b>ARSÉNICO</b>	Se basa en la media	2.151	2	6	.198	
	Se basa en la mediana	.490	2	6	.635	
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.490	2	3.330	.651	
	Se basa en la media recortada	1.981	2	6	.218	
<b>CADNIO</b>	Se basa en la media	1.174	2	6	.371	
	Se basa en la mediana	.075	2	6	.928	
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.075	2	4.680	.929	
	Se basa en la media recortada	.946	2	6	.439	
<b>ZINC</b>	Se basa en la media	.617	2	6	.571	
	Se basa en la mediana	.154	2	6	.861	
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	.154	2	5.414	.861	
	Se basa en la media recortada	.562	2	6	.598	

Para el análisis de resultados se consideró el análisis de varianza donde:

$H_0$  = Las medias son iguales donde  $P$  valor es mayor que 0.05

$H_1$  = Al menos uno de las medias difiere de las demás.

**Tabla 18.** Cálculo de significancia mediante análisis de varianza para la variable PH, ARSENICO, CADMIO, ZINC, para los 3 Tratamientos con sus respectivas repeticiones.

ANOVA DE LOS TRES GRUPOS DE TRATAMIENTO						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH_1	Entre grupos	.231	2	.116	612.706	.000
	Dentro de grupos	.001	6	.0002		
	Total	.233	8			
arsénico_1	Entre grupos	.003	2	.001	22.210	.002
	Dentro de grupos	.000	6	.000		
	Total	.003	8			
cadmio_1	Entre grupos	.001	2	.000	49.426	.000

	Dentro de grupos	.000	6	.000		
	Total	.001	8			
zinc_1	Entre grupos	7.502	2	3.751	2.475	.165
	Dentro de grupos	9.093	6	1.516		
	Total	16.596	8			

Nota: La información fue recolectada de los resultados obtenidos de los tipos tres tratamientos, con la exploración de datos estadísticos descriptivos del programa SPSS

En el cuadro de resultados del ANOVA, el valor del estadístico de prueba, se observa que los F son: 612.706, 22.210, 49.426, 2.475 para PH, Arsénico, Cadmio y Zinc respectivamente, esto es significativamente distinto de 1 para cualquier nivel de significación y, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias y queda confirmada la primera impresión proporcionada por el gráfico de barras de error.

La siguiente tabla muestra la prueba de tukey realizada para cada variable a partir de comparaciones múltiples.

**Tabla 19.** Resultados de prueba de Tukey.

		Comparaciones múltiples					Intervalo de confianza al 95%	
Variable dependiente			Diferencia de medias (I-J)	Des v. Error	Sig.	Límite inferior	Límite superior	
PH	HSD Tukey	25 gramos	50 gramos	-.25333*	0.011	0.000	-	-0.219
		100 gramos		-.38667*	0.011	0.000	-	-0.352
	<b>50 gramos</b>	25 gramos		.25333*	0.011	0.000	0.219	0.288
		<b>100 gramos</b>		<b>-.13333*</b>	<b>0.011</b>	<b>0.000</b>	<b>-</b>	<b>-0.099</b>
	100 gramos	25 gramos		.38667*	0.011	0.000	0.352	0.421
		<b>50 gramos</b>		<b>.13333*</b>	<b>0.011</b>	<b>0.000</b>	<b>0.099</b>	<b>0.168</b>
ARSENICO	HSD Tukey	<b>25 gramos</b>	<b>50 gramos</b>	<b>-0.010</b>	<b>0.007</b>	<b>0.357</b>	<b>-</b>	<b>0.011</b>
			100 gramos	-.04258*	0.007	0.002	-	-0.022
			<b>25 gramos</b>	<b>0.010</b>	<b>0.007</b>	<b>0.357</b>	<b>-</b>	<b>0.030</b>

		<b>50 gramo s</b>	100 gramos	-.03258*	0.00 7	0.00 7	- 0.053	-0.012
		100 gramo s	25 gramos	.04258*	0.00 7	0.00 2	0.022	0.063
			50 gramos	.03258*	0.00 7	0.00 7	0.012	0.053
CADMIO	HSD Tukey	25 gramo s	50 gramos	.01535*	0.00 2	0.00 1	0.009	0.022
			100 gramos	.02055*	0.00 2	0.00 0	0.014	0.027
		<b>50 gramo s</b>	25 gramos	-.01535*	0.00 2	0.00 1	- 0.022	-0.009
			<b>100 gramos</b>	<b>0.005</b>	<b>0.00 2</b>	<b>0.11 3</b>	<b>- 0.001</b>	<b>0.012</b>
		<b>100 gramo s</b>	25 gramos	-.02055*	0.00 2	0.00 0	- 0.027	-0.014
			<b>50 gramos</b>	<b>-0.005</b>	<b>0.00 2</b>	<b>0.11 3</b>	<b>- 0.012</b>	<b>0.001</b>
ZINC	HSD Tukey	25 gramo s	<b>50 gramos</b>	<b>-0.133</b>	<b>1.00 5</b>	<b>0.99 0</b>	<b>- 3.217</b>	<b>2.951</b>
			100 gramos	-2.000	1.00 5	0.19 5	- 5.084	1.084
		50 gramo s	<b>25 gramos</b>	<b>0.133</b>	<b>1.00 5</b>	<b>0.99 0</b>	<b>- 2.951</b>	<b>3.217</b>
			100 gramos	-1.867	1.00 5	0.23 1	- 4.951	1.217
		100 gramo s	25 gramos	2.000	1.00 5	0.19 5	- 1.084	5.084
			50 gramos	1.867	1.00 5	0.23 1	- 1.217	4.951

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Realizando el análisis de estos resultados de análisis de varianza mostrados en el cuadro estadístico extraído del programa SPSS, se observa:

- PH el tratamiento con 25 g en diferente a los otros tratamientos
- Arsénico se tiene que el tratamiento de 25 y 50 g son iguales entre sí.
- Cadmio, para esta variable tenemos que el tratamiento con 25gr tiene una diferencia significativa a los demás.
- Zinc se tiene una diferencia de medias menor a 0.5 q por lo tanto los tratamientos de 25 y 50 g son iguales entre sí.

El cuadro a continuación muestra los porcentajes y concentraciones de los metales pesados removidos en las aguas de la relavera Santa Catalina, 2022. Para las diferentes cantidades de cáscara de plátano pulverizado en sus respectivos tratamientos escogidos a raíz del análisis de varianza.

La siguiente tabla muestra los porcentajes de concentración de metales removidos.

**Tabla 20.** *Porcentajes de los metales removidos en las aguas.*

<b>VARIABLE</b>	<b>CONCENTRACIÓN INICIAL</b>	<b>CONCENTRACIÓN FINAL</b>	<b>REMOCIÓN</b>
<b>Arsénico</b>	0.10787	0.03	73.13%
<b>Cadmio</b>	0.16203	0.04	74.54%
<b>zinc</b>	39.1	24.63	37.00%

Fuente: Porcentaje de concentración de metales removidos, Tomado después del análisis estadístico de los tres tipos de Tratamientos con sus respectivas repeticiones.

Como resultado de este tratamiento se observa que la cáscara de plátano tiene una eficiencia suficiente para el arsénico y cadmio, pero necesitaría de un tratamiento complementario para el Zinc, con esto se cumple la comprobación del uso de este insumo como potencial tratamiento.



## V. DISCUSIÓN.

La muestra patrón que fue analizada permite reconocer los hallazgos de concentraciones de parámetros fisicoquímicos y posteriormente realizar la comparativa. El valor de pH presenta un valor de 2.56 que corresponde a un pH ácido. Para el arsénico, se tiene como concentración inicial 0.10787 mg/l, el cadmio de 0.16203 mg/l, y para el zinc, de 39.10 mg/l.

Para el PH se observa una mayor efectividad de remoción a mayor cantidad de cascara aplicada a cada tratamiento. Según la norma de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para el Agua (ENCA), indica que el Límite Máximo Permissible para el pH en agua para la Categoría 1 es de 5.5 – 9.00, luego de aplicar el tratamiento, el pH promedio del tratamiento con 100 gramos/litro no se encuentra dentro del LMP. Por lo tanto, a mayor concentración de cascara de plátano pulverizado se establecerá un PH dentro de los límites.

Para el arsénico se observa una menor efectividad a mayor cantidad. Según la norma de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para el Agua (ENCA), indica que el Límite Máximo Permissible para el arsénico en agua para la Categoría 1 es de 0.05 mg/l, luego de aplicar el tratamiento la concentración de Arsénico está por debajo del LMP, cumpliendo la concentración de arsénico para el uso como Categoría 1.

Para el Cadmio, indica una mayor efectividad a mayor cantidad. Según la norma de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para el Agua (ENCA), indica que el Límite Máximo Permissible para el cadmio en agua para la Categoría 1 es de 0.01 mg/L, luego de aplicar el tratamiento la concentración de Cadmio aún se mantiene sobre la norma, por lo cual se requiere realizar mayores investigaciones.

En comparación con los antecedentes mencionados en el marco teórico se observa que los datos obtenidos en el Cadmio son coherentes con Galarza y Reyes (2020) en su estudio de reducción de cadmio en aguas de actividad minera, obtiene para el tratamiento 1, una reducción de Cadmio del 99.09%.

Para el zinc, se observa una menor efectividad a mayor cantidad. Según la norma de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para el Agua (ENCA), indica que el Límite Máximo Permissible para el zinc en agua para la Categoría 1 es de 5 mg/l,

luego de aplicar el tratamiento la concentración de Zinc aún se mantiene sobre la norma, por lo cual se requiere realizar mayores investigaciones.

Tomando en cuenta los antecedentes se observa que los datos obtenidos para el Zinc son coherentes con González y Guerra (2016) en su estudio: "Influencia de la velocidad de agitación y la temperatura sobre la adsorción de plomo (Pb) y zinc (Zn) con cáscara de plátano (*Musa Sapientum*), en las aguas residuales de laboratorios de análisis químico", obtiene para la muestra 2 una reducción de Zinc del 66.37%.

Realizando la descripción de fortalezas y debilidades de la metodología utilizada se reconoce que el tratamiento de cáscara pulverizado es eficiente para la reducción de concentración de arsénico y cadmio sin embargo para el Zinc tiene poca eficiencia por lo que se debería considerar otro tipo de tratamiento. Por otro lado, se observa que el PH para la cantidad de plátano pulverizado utilizado no fue suficiente para estabilizar el PH por lo que el agua continúa siendo ácida.

La relevancia de esta investigación en relación con el contexto científico social en el que se desarrolla, tiene que ver directamente con el uso de insumos naturales y de menores costos evitando usar tratamientos de procesos complejos y que requieran de equipos mayores. Dicho estudio puede servir de aporte para otros investigadores realizar comprobaciones y futuras discusiones para el uso de cáscara de plátano pulverizado para complementar tratamientos y recuperar cuerpos receptores de aguas provenientes de relaves mineros.

## VI. CONCLUSIONES

Como principal hallazgo se tiene los parámetros fisicoquímicos de las aguas de la relavera Santa Catalina, donde se da a conocer las concentraciones iniciales, por lo tanto se observa en la caracterización de aguas un PH inicial de (2.52) indicando que la muestra de agua es ácida, y además está constituida por metales pesados donde se identifica que el Arsénico con una concentración inicial de (0.107mg/L), Cadmio (0.162 mg/l) y Zinc (39.10 mg/l) son los más contaminantes que sobrepasan los Estándares de Calidad del Agua, dichos valores muestran que la calidad actual de agua de la muestra tomada requiere tratamiento, en esta investigación se detalló el uso de cáscara de plátano pulverizado para la remoción de estos, obteniendo como resultado para el Arsénico una concentración final de (0.03mg/l), para el Cadmio (0.04 mg/l) y Zinc (24.63 mg/l) en la cual se ve que la cascara de plátano pulverizada es efectiva para la remoción de metales.

Se obtuvo los porcentajes finales de remoción los cuales son para el Arsénico es de (73.13 %), para el Cadmio (74.54 %) y para el Zinc (37.00%), donde se puede concluir que en el caso del Cadmio es el metal con mayor remoción después de la aplicación de la cascara de plátano, seguidamente el Arsénico y finalmente el Zinc el cual no tiene mayor efecto de remoción.

Finalmente se concluyó que todas las variables se observa una diferencia significativa entre los tres tratamientos sin embargo después del análisis de varianza y la prueba de Tukey se dio a conocer las concentraciones que prevalecerán obteniendo que para el tratamiento de arsénico y Cadmio nos encontramos dentro de los LMP, al observar que la concentración final del zinc no se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles se comprueba que se debe alizar un tratamiento complementario si se desea utilizar la cáscara de plátano pulverizado como alternativa para remoción.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Realizar la búsqueda e investigación de otras alternativas aparte de cáscara de plátano pulverizado en la remoción de metales pesados para que, se pueda conocer otras alternativas de tratamientos, donde se verifique que el porcentaje de remoción en los metales sea lo suficiente para que las propiedades físicas que pueda presentar el agua cumpla con los LMP.

Analizar la calidad de agua de muestra patrón y observar que parámetros físicos y químicos presenta, los cuales varían en diferentes zonas, y así evidenciar propuesta de tratamiento, ello con la finalidad de que se pueda identificar otros procesos complementarios se le puede agregar para obtener un agua de la calidad suficiente según lo que se requiera.

Ejecutar más estudios acerca de cómo los porcentajes de remoción en diferentes tratamientos resulta ser eficaz según el tipo de agua de la relavera Santa Catalina, de tal manera que se tenga certeza la necesidad de intervención en otro tipo de estudios que involucren otros materiales para verificar a través del tiempo la mejora respectiva.

## REFERENCIAS

**AHIRWAL, J.; MAITI, SK.** Evaluación de la reserva de carbono del suelo, secuestro de carbono y flujo de CO<sub>2</sub> del suelo en desechos de minas de carbón no recuperadas y recuperadas. *Environ Earth Sci* 77, 9 (2018). Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12665-017-7185-5>

**ATSDR, The Agency for Toxic Substances and Disease Registry.** Resúmenes de Salud Pública - Cinc (Zinc). *The Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)*. [Online] 2005. [Cited: Junio 17, 2022.] [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs60.html#:~:text=La%20mayor%20parte%20del%20cinc%20en%20el%20suelo%20est%C3%A1%20adherido,en%20sitios%20de%20desechos%20peligrosos](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs60.html#:~:text=La%20mayor%20parte%20del%20cinc%20en%20el%20suelo%20est%C3%A1%20adherido,en%20sitios%20de%20desechos%20peligrosos).

**BLASCO, Gabriela; GÓMEZ, Francisco.** Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp.*). 2017, Revista Médica de la Universidad Veracruzana, p. 24.

**BOLAÑOS, Darío; CAPA, Jacqueline; CUMBAL, Luis.** Retención de metales pesados de relaves mineros mediante Tecnosoles preparados con suelos nativos y nanopartículas. 2021. [en línea]. Disponible en: [10.1016/j.heliyon.2021.e07631](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07631)

**BORDA, Benjamin; LAHURA, Nathalie.** Incidencia de los metales pesados, en la calidad de la papa negra “*Solanum Tuberosum*” proveniente de la provincia de Tarma, Junín, Perú. *Cátedra Villarreal*, v. 9, 2021. [en línea]. Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Downloads/1046-Texto%20del%20art%C3%ADculo-5229-1-10-20211219.pdf>

**CABRERA, Juan.** Uso de la cáscara de plátano de seda (*Musa paradisiaca*) para la remoción de Plomo en la quebrada Parac, distrito de San Mateo 2017. Perú, 2017, [en línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/72731>

**CARBONEL, Dalia. 2018.** Adsorción de cadmio, cobre y plomo en bentonita, caolín y zeolita naturales y modificadas: una revisión de los parámetros de operación, isothermas y cinética. Lima : Ingeniería, 2018. Vol. 23, 3, págs. 252-273.

**Comisión Nacional de Energía Atómica. 2020.** Ministerio de economía de Argentina. *Argentina.gob.ar*. [En línea] Julio de 2020. <https://www.argentina.gob.ar/cnea/cab/laboratorios-e>



y subproducto líquido para la purificación del agua y la conversión de energía, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2020.100582>

**INSTITUTO PERUANO DE ECONOMÍA (IPE).** Contribución de la Minería a la Economía Nacional. Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, 1era edición, 2021. Disponible en: <https://www.ipe.org.pe/portal/wp-content/uploads/2021/03/contribucion-de-la-mineria-a-la-economia-nacional-snmpe-estudio-IPE-2021.pdf>

**LIRA, Alfredo; ARISTONDO, Fiorella.** Panorama de la Minería en el Perú. Osinergmin, 2007. Disponible en: [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/Libros/Libro\\_Panorama\\_de\\_la\\_Mineria\\_en\\_el\\_Peru.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Libro_Panorama_de_la_Mineria_en_el_Peru.pdf)

**MINAGRI.** Productores de plátano mantienen operaciones comerciales al realizar ventas por 120 toneladas durante este año, 2020. [en línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/187420-productores-de-platano-mantienen-operaciones-comerciales-al-realizar-ventas-por-120-toneladas-durante-este-ano>

**MORON, Emilio. 2018.** La cáscara de plátano como adsorbente de metales pesados. *steemit.com*. [En línea] 2018. [Citado el: 26 de Junio de 2022.] <https://steemit.com/stem-espanol/@emiliomoron/la-cascara-de-platano-como-adsorbente-de-metales-pesados>.

**NUGRA, Mónica, et al.** Mining tourism in Yanacocha. A development alternative for the Cajamarca-Peru region. *Revista De Ciencias Sociales*, 2021, Volumen 27, no 1, p. 278-289. DOI: <https://doi.org/10.31876/rcs.v27i1.35313>

**ORDOÑEZ, Juan.** Movimiento en masa por lluvias intensas en el Perú. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú –SENAMHI. Dirección de Hidrología –DHI. Diciembre, 2019., [en línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12542/291>

**PANTOJA, Pedro; DOLORES, Graciela.** Adaptación de cofias Cobalto-Cromo confeccionadas con dos técnicas de colado sobre dos líneas de terminación. 2019. [en línea]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/reh/v29n2/a03v29n2.pdf>

**PRASAD, Majeti; FAVAS, Paulo; MARTINO, Luis.** Recuperación de terrenos mineros abandonados: desafíos y oportunidades (enfoque holístico). Capítulo 1, 2018, p. 17. [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812986-9.00001-4>

**Revista Industrial del Campo. 2020.** ¿Qué puedes hacer con la cáscara de plátano? *2000agro.com*. [En línea] 18 de mayo de 2020. [Citado el: 26 de junio de 2022.] <http://www.2000agro.com.mx/analisis/que-puedes-hacer-con-la-cascara-de-platano/>.

**RODRÍGUEZ, Hermenegildo.** s.f. Propiedades mecánicas y químicas del cobre. *ingemecanica.com*. [En línea] s.f. [Citado el: 26 de junio de 2022.] <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn112.html>.

**ROSALES, Karen.** Las concesiones mineras arbitrarias y su impacto en los conflictos sociales de los proyectos mineros del Perú: una revisión de la literatura científica en los últimos 10 años, 2009 – 2019. (Trabajo de investigación). Repositorio de la Universidad Privada del Norte, Perú, 2021. URI: <https://hdl.handle.net/11537/27697>

**SALAS, Dolores; MARZAL, Norma.** estudio preliminar de adsorción de iones cobre con carbón activado de cascarón de coco. 74-83.

**SÁNCHEZ, Enrique; ORTIZ, Laura.** Escenarios ambientales y sociales de la minería a cielo abierto. *Invento, la génesis de la cultura universitaria en Morelos*, 2014, no 20, p. 27-34. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4733822> ISSN-e 2007-1760

**VILARDI, Giorgio; DI PALMA, Luca; VERDONE, Nicola.** Adsorción de metales pesados mediante micropolvo de cáscara de plátano. Modelo de equilibrio por modelos no lineales, 2017. Disponible en: [10.1016/j.cjche.2017.06.026](https://doi.org/10.1016/j.cjche.2017.06.026)

**YIN, Kun.** Microorganism remediation strategies. s.l: *Chemical Engineering Journal*, 2018. pp. 1553-1563. Vol. 360.



## ANEXOS

**Tabla 6.** *Matriz de operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Cáscara de plátano <b>(Variable Independiente)</b>	Es la parte exterior del fruto, compone alrededor del 30% de su masa, dependiendo de sus componentes químicos se pueden otorgar diferentes usos. En materia alimentaria representa una fuente abundante de fibra, potasio, proteínas, entre otros; además se le ha empleado para la obtención de carbón de origen vegetal, una alternativa a los combustibles tradicionales (Blasco & Gómez, 2014, p. 24).	La cáscara de plátano pulverizado se adiciona a los relaves mineros en dosis de 2.5%, 5% y 10% para ver su influencia en la reducción de los metales pesados.	Concentración de Cáscara de plátano pulverizado	Blanco de 1L de agua de relave minero sin dosis
				Dosis de 2.5% en 1L de agua de relave minero
				Dosis de 5% en 1L de agua de relave minero

---

Dosis de 10% en 1L de agua de relave minero

---

Reducción de metales pesados <b>(Variable dependiente)</b>	Un metal pesado es un elemento químico que expone una elevada densidad en contraste con los demás metales, por lo general, presentan un alto grado de toxicidad para cualquier especie, incluidas las personas (Facsa, 2017). Están localizados en la tierra de forma natural, en distintas presentaciones, ya sea como sales, minerales o formando otras composiciones, poseen la posibilidad de descomponerse o eliminarse empleando métodos biológicos o naturales (Yin, 2018, p. 25).	Posterior a la adición de cáscara de plátano pulverizado se analizan las muestras para analizar la reducción del contenido de metal pesado de las aguas.	Identificación de Metales Pesados en agua de relave minero	Tipos de metales pesados
			Cuantificación de la cantidad de metales pesados en el agua de relave minero	Cantidad de metales pesados
			Reducción de metales pesado en el agua de relave minero	Disminución de metales pesados en el agua

---

Fuente: *Elaboración propia*

## PROCEDIMIENTO EN LABORATORIO

### Anexo 1. Recolección de la cáscara de plátano

Se recolectaron en bolsas, en donde se utilizó un Cooler para trasladar al laboratorio.



### Anexo 2. Lavado de la cáscara de plátano

Se utilizó el agua destilada para quitar las impurezas de la cáscara de plátano.



### Anexo 3. Identificación y pesado de la muestra

Una vez lavado la cascara de plátano se colocó en dos bandejas cubiertas de aluminio para su pesado y posteriormente secado.



### Anexo 4. Secado de la muestra

Las bandejas son ingresadas en una estufa para el secado a una temperatura de 110°C por un periodo de tiempo de 8 horas.



### **Anexo 5. Pesado de la muestra**

Se hace uso de la balanza para identificar el peso después de ser ingresadas a la estufa.



### **Anexo 6. Molienda, pulverización y pesado de la muestra**

Una vez extraídas las cáscaras de la estufa se procede a triturar utilizando una licuadora, con el fin de pulverizar.



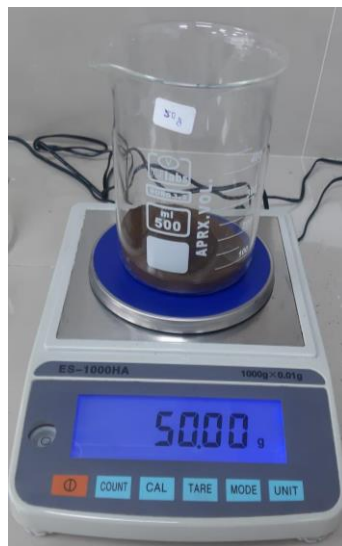
## Anexo 7. Tamizado de la muestra

Se empleó una malla de tamiz de 500um para tamizar las partículas más pequeñas después de la molienda.



## Anexo 8. Pesado del polvo de cascara de plátano

Se pesó en vasos precipitados 25g, 50g y 100g.



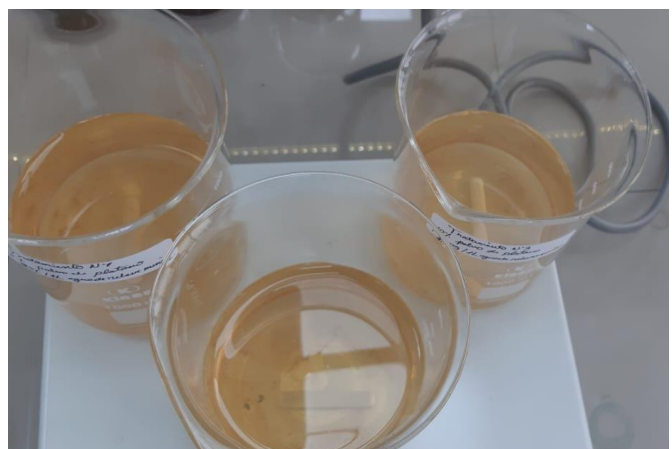
### Anexo 9. Tratamiento de agua contaminada usando cascara de plátano en polvo

Se hizo uso de tres vasos de precipitación para combinar el polvo obtenida de las cascara de plátano con el agua de la relavera Santa Catalina - Shorey. Además, se empleó un agitador magnético para la agitación de los tres tratamientos por un tiempo de 24 horas.

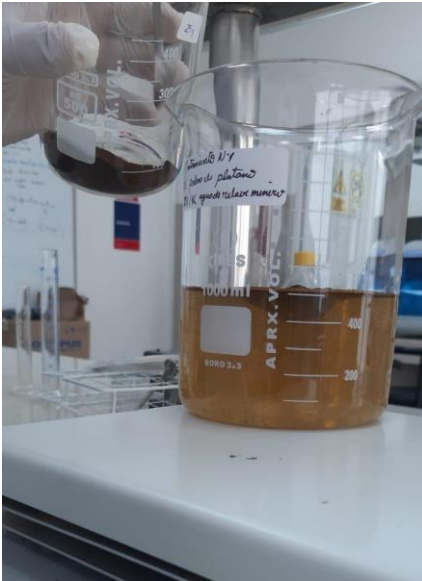
- Se agregó 500 ml de la muestra a cada vaso.



- Se agregó una pastilla magnética a cada vaso.



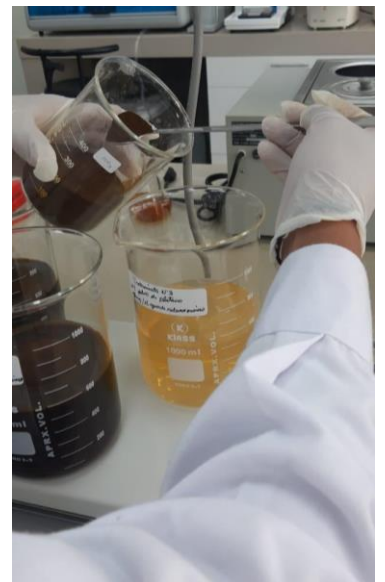
- Se agregó 25 gramos de polvo de cáscara de plátano al tratamiento N° 1, 50 gramos de polvo de cascara de plátano al tratamiento N° 2 y 100 gramos de polvo de cascara de plátano al tratamiento N° 3.



Tratamiento N° 1



Tratamiento N° 2



Tratamiento N° 3



- Una vez agregado el polvo de cascara de plátano se agregó 500 ml de la muestra a cada tratamiento.



- En el agitador magnético se dejó por 24 horas a 500 RPM.



**Anexo 10.** Recolección de porciones de muestra para análisis de metales pesado

Para la extracción de la muestra de cada tratamiento se filtró por un papel filtro de 150 mm.



**Anexo 11.** Certificado de acreditación de laboratorio.



## Anexo 12. Informe de ensayo de laboratorio.



### INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: <b>A-22/128167</b>	Registrada en: AGQ Perú	Cliente (^): <b>Diego R. &amp; Roberto T.</b>
Análisis: PE01-00021761-57	Centro Análisis: AGQ Perú	Domicilio <b>Covicorti Mz N°1 Lt. 19</b>
Tipo Muestra: <b>Aguas de Relave Minero</b>	Fecha Recepción: <b>18/10/2022</b>	(^):
Fecha Inicio: <b>25/10/2022</b>	Fecha Fin: <b>27/10/2022</b>	Contrato: <b>QSP-PE221000098</b>
Descripción(^): <b>MUESTRA ORIGINAL</b>		

Fecha/Hora: <b>09/10/2022 08:30</b>	Muestreado por: <b>*Cliente (^)</b>
Muestreo:	
Lugar de Muestreo: <b>RELAVERA SANTA CATALINA - SHOREY</b>	
Punto de Muestreo: <b>MUESTRA ORIGINAL</b>	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (^). Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación

Roberto Chuquimayo Arellano  
CQP-779

FECHA EMISIÓN: 27/10/2022

OBSERVACIONES (\*):

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Luis José de Orbegoso 350, San Luis . Lima. PERU

T: (511) 710 27 00

atencionalclienteperu@agqlabs.com

agqlabs.pe

1/6

Nº de Referencia: A-22/128167  
 Descripción(^): MUESTRA ORIGINAL

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	14,5	mg/L	±1,889	
Antimonio Total	0,00184	mg/L	±0,00022 1	
Arsénico Total	0,10787	mg/L	±0,01402 3	
Bario Total	0,0393	mg/L	±0,0055	
Berilio Total	0,00136	mg/L	±0,00017 7	
Bismuto Total	< 0,00001	mg/L	-	
Boro Total	0,155	mg/L	±0,0294	
Cadmio Total	0,16203	mg/L	±0,02106 3	
Calcio Total	182	mg/L	±32,8	
Cerio Total	0,03060	mg/L	±0,00244 8	
Cobalto Total	0,08741	mg/L	±0,00874 1	
Cobre Total	1,860	mg/L	±0,20457	
Cromo Total	< 0,001	mg/L	-	
Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-	
Estroncio Total	0,83255	mg/L	±0,14153 3	
Fósforo Total	0,201	mg/L	±0,0342	
Hierro Total	138,3	mg/L	±13,833	
Litio Total	< 0,0001	mg/L	-	
Magnesio Total	64,7	mg/L	±3,236	
Manganeso Total	42,657	mg/L	±5,54542	
Mercurio Total	< 0,000070	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00222	mg/L	±0,00037 7	
Níquel Total	0,0165	mg/L	±0,00199	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	0,03097	mg/L	±0,00557 4	
Potasio Total	3,5	mg/L	±0,453	
Selenio Total	0,00639	mg/L	±0,00089 4	
Sodio Total	67	mg/L	±10,0	
Talio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Titanio Total	0,0043	mg/L	±0,00035	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00768	mg/L	±0,00130 5	
Vanadio Total	0,006	mg/L	±0,0007	
Wolframio Total	< 0,00002	mg/L	-	
Zinc Total	39,1	mg/L	±6,646	

Nota. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

Nº de Referencia: A-22/128167  
Descripción(^): MUESTRA ORIGINAL

Tipo Muestra: **Aguas de Relave Minero**  
Fecha Fin: 27/10/2022

(\*) Ensayo No cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

Nº de Referencia: A-22/128167  
 Descripción(^): MUESTRA ORIGINAL

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 mg/L
Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0300 mg/L
Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 mg/L
Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,000070 mg/L
Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 mg/L
Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 mg/L
Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 mg/L
Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir de cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia: A-22/128167	Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero
Descripción(^): MUESTRA ORIGINAL	Fecha Fin: 27/10/2022

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 mg/L
Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD



Nº de Referencia: A-22/128167  
Descripción(^): MUESTRA ORIGINAL

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
Fecha Fin: 27/10/2022

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

(\*) El Lim Cuantitativo es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detección es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia: <b>A-22/128168</b>	Registrada en: <b>AGQ Perú</b>	Cliente (*): <b>Diego R. &amp; Roberto T.</b>
Análisis: <b>PE01-00021761-57</b>	Centro Análisis: <b>AGQ Perú</b>	Domicilio (*): <b>Covicorti Mz N°1 Lt. 19</b>
Tipo Muestra: <b>Aguas de Relave Minero</b>	Fecha Recepción: <b>18/10/2022</b>	Contrato: <b>QSP-PE221000098</b>
Fecha Inicio: <b>25/10/2022</b>	Fecha Fin: <b>27/10/2022</b>	
Descripción(*): <b>1M - 25g</b>		

Fecha/Hora Muestreo: <b>14/10/2022 10:00</b>	Muestreado por: <b>*Cliente (*)</b>
Lugar de Muestreo: <b>RELAVERA SANTA CATALINA - SHOREY</b>	
Punto de Muestreo: <b>1M - 25g</b>	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación



Roberto Chuquimayo Arellano  
CQP-779

FECHA EMISIÓN: 27/10/2022

OBSERVACIONES (\*):

N° de Referencia: A-22/128168  
 Descripción(^): 1M - 25g

 Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

## RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	12,9	mg/L	±1,676	
Antimonio Total	< 0,00002	mg/L	-	
Arsénico Total	0,01909	mg/L	±0,00248 2	
Bario Total	0,0306	mg/L	±0,0043	
Berilio Total	0,00112	mg/L	±0,00014 6	
Bismuto Total	0,00093	mg/L	±0,00016 8	
Boro Total	0,571	mg/L	±0,1085	
Cadmio Total	0,05566	mg/L	±0,00723 6	
Calcio Total	125	mg/L	±22,5	
Cerio Total	0,00719	mg/L	±0,00057 5	
Cobalto Total	0,06482	mg/L	±0,00648 2	
Cobre Total	0,7002	mg/L	±0,07702	
Cromo Total	0,002	mg/L	±0,0002	
Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-	
Estroncio Total	0,56974	mg/L	±0,09685 6	
Fósforo Total	48,7	mg/L	±8,283	
Hierro Total	75,15	mg/L	±7,5146	
Litio Total	< 0,0001	mg/L	-	
Magnesio Total	95,1	mg/L	±4,757	
Manganeso Total	30,398	mg/L	±3,95180	
Mercurio Total	< 0,000070	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00256	mg/L	±0,00043 5	
Níquel Total	0,0177	mg/L	±0,00212	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	0,02491	mg/L	±0,00448 3	
Potasio Total	1 455	mg/L	±189	
Selenio Total	0,00440	mg/L	±0,00061 5	
Sodio Total	72	mg/L	±10,8	
Talio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Titanio Total	< 0,0006	mg/L	-	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00702	mg/L	±0,00119 3	
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-	
Wolframio Total	0,00060	mg/L	±0,00007 2	
Zinc Total	23,3	mg/L	±3,956	

Nota: A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

Nº de Referencia: A-22/128168  
Descripción(^): 1M - 25g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
Fecha Fin: 27/10/2022

(\*) Ensayo No cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

Nº de Referencia: A-22/128168  
 Descripción(^): 1M - 25g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 mg/L
Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0300 mg/L
Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 mg/L
Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,000070 mg/L
Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 mg/L
Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 mg/L
Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 mg/L
Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir de cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD.

Nº de Referencia: A-22/128168	Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero
Descripción(^): 1M - 25g	Fecha Fin: 27/10/2022

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 mg/L
Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia: **A-22/128168**  
Descripción(^): **1M - 25g**

Tipo Muestra: **Aguas de Relave Minero**  
Fecha Fin: **27/10/2022**

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

(\*) El Lim Cuantit es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detecc es el valor a partir de cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia:	<b>A-22/128169</b>	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente (*):	<b>Diego R. &amp; Roberto T.</b>
Análisis:	PE01-00021761-57	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	<b>Covicorti Mz N°1 Lt. 19</b>
Tipo Muestra:	<b>Aguas de Relave Minero</b>	Fecha Recepción:	<b>18/10/2022</b>	Contrato:	<b>QSP-PE221000098</b>
Fecha Inicio:	<b>25/10/2022</b>	Fecha Fin:	<b>27/10/2022</b>		
Descripción(*):	<b>1M - 50g</b>				

Fecha/Hora Muestreo:	<b>14/10/2022 10:00</b>	Muestreado por:	<b>*Cliente (*)</b>
Lugar de Muestreo:	<b>RELAVERA SANTA CATALINA - SHOREY</b>		
Punto de Muestreo:	<b>1M - 50g</b>		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación



Roberto Chuquimayo Arellano  
CQP-779

FECHA EMISIÓN: 27/10/2022

OBSERVACIONES (\*):



N° de Referencia: A-22/128169  
 Descripción(^): 1M - 50g

 Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

## RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	14,1	mg/L	±1,827	
Antimonio Total	< 0,00002	mg/L	-	
Arsénico Total	0,03408	mg/L	±0,00443 0	
Bario Total	0,0431	mg/L	±0,0060	
Berilio Total	0,00103	mg/L	±0,00013 4	
Bismuto Total	0,00192	mg/L	±0,00034 5	
Boro Total	0,738	mg/L	±0,1403	
Cadmio Total	0,04073	mg/L	±0,00529 5	
Calcio Total	127	mg/L	±22,9	
Cerio Total	0,00776	mg/L	±0,00062 1	
Cobalto Total	0,06687	mg/L	±0,00668 7	
Cobre Total	0,5533	mg/L	±0,06086	
Cromo Total	0,002	mg/L	±0,0003	
Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-	
Estroncio Total	0,53371	mg/L	±0,09073 1	
Fósforo Total	95,0	mg/L	±16,15	
Hierro Total	69,21	mg/L	±6,9206	
Litio Total	< 0,0001	mg/L	-	
Magnesio Total	120	mg/L	±5,984	
Manganeso Total	25,618	mg/L	±3,33033	
Mercurio Total	< 0,000070	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00391	mg/L	±0,00066 5	
Níquel Total	0,0196	mg/L	±0,00235	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	0,01581	mg/L	±0,00284 7	
Potasio Total	2 763	mg/L	±359	
Selenio Total	0,00538	mg/L	±0,00075 3	
Sodio Total	73	mg/L	±11,0	
Talio Total	0,00056	mg/L	±0,00009 5	
Titanio Total	< 0,0006	mg/L	-	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00722	mg/L	±0,00122 7	
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-	
Wolframio Total	0,00065	mg/L	±0,00007 8	
Zinc Total	24,0	mg/L	±4,086	

Nota: A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

Nº de Referencia: **A-22/128169**  
Descripción(^): **1M - 50g**

Tipo Muestra: **Aguas de Relave Minero**  
Fecha Fin: **27/10/2022**

(\*) Ensayo No cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

Nº de Referencia: A-22/128169  
 Descripción(^): 1M - 50g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 mg/L
Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0300 mg/L
Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 mg/L
Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,000070 mg/L
Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 mg/L
Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 mg/L
Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 mg/L
Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir de cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia: A-22/128169	Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero
Descripción(^): 1M - 50g	Fecha Fin: 27/10/2022

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 mg/L
Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia: A-22/128169  
Descripción(^): 1M - 50g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
Fecha Fin: 27/10/2022

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

(\*) El Lim Cuantitativo es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detección es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia:	<b>A-22/128170</b>	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente (*):	<b>Diego R. &amp; Roberto T.</b>
Análisis:	PE01-00021761-57	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	<b>Covicorti Mz N°1 Lt. 19</b>
Tipo Muestra:	<b>Aguas de Relave Minero</b>	Fecha Recepción:	18/10/2022	Contrato:	<b>QSP-PE221000098</b>
Fecha Inicio:	25/10/2022	Fecha Fin:	27/10/2022		
Descripción(*):	<b>1M - 100g</b>				

Fecha/Hora Muestreo:	14/10/2022 10:00	Muestreado por:	*Cliente (*)
Lugar de Muestreo:	RELAVERA SANTA CATALINA - SHOREY		
Punto de Muestreo:	1M - 100g		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación



Roberto Chuquimayo Arellano  
CQP-779

FECHA EMISIÓN: 27/10/2022

OBSERVACIONES (\*):

Nº de Referencia: A-22/128170  
 Descripción(^): 1M - 100g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	17,2	mg/L	±2,235	
Antimonio Total	0,00183	mg/L	±0,000220	
Arsénico Total	0,06695	mg/L	±0,008704	
Bario Total	0,0568	mg/L	±0,0080	
Berilio Total	0,00101	mg/L	±0,000132	
Bismuto Total	0,04391	mg/L	±0,007903	
Boro Total	1,23	mg/L	±0,2338	
Cadmio Total	0,03489	mg/L	±0,004535	
Calcio Total	110	mg/L	±19,9	
Cerio Total	0,00827	mg/L	±0,000662	
Cobalto Total	0,06915	mg/L	±0,006915	
Cobre Total	0,5276	mg/L	±0,05803	
Cromo Total	0,003	mg/L	±0,0004	
Estaño Total	0,00193	mg/L	±0,000193	
Estroncio Total	0,50114	mg/L	±0,085193	
Fósforo Total	186	mg/L	±31,60	
Hierro Total	66,15	mg/L	±6,6152	
Litio Total	< 0,0001	mg/L	-	
Magnesio Total	185	mg/L	±9,252	
Manganeso Total	25,230	mg/L	±3,27987	
Mercurio Total	< 0,000070	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00680	mg/L	±0,001155	
Níquel Total	0,0249	mg/L	±0,00299	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	0,00571	mg/L	±0,001028	
Potasio Total	5 379	mg/L	±699	
Selenio Total	0,00689	mg/L	±0,000964	
Sodio Total	80	mg/L	±12,0	
Talio Total	0,00237	mg/L	±0,000402	
Titanio Total	0,0018	mg/L	±0,00014	
Torio Total	0,00277	mg/L	±0,000388	
Uranio Total	0,00764	mg/L	±0,001299	
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-	
Wolframio Total	0,00149	mg/L	±0,000179	
Zinc Total	26,2	mg/L	±4,456	

Nº de Referencia: A-22/128170  
Descripción(^): 1M - 100g

Tipo Muestra: **Aguas de Relave Minero**  
Fecha Fin: 27/10/2022

Nota. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura  $k=2$ , para un nivel de confianza aprox del 95%.

(\*) Ensayo No cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.



Nº de Referencia: A-22/128170  
 Descripción(^): 1M - 100g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 mg/L
Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0300 mg/L
Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 mg/L
Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,000070 mg/L
Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 mg/L
Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 mg/L
Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 mg/L
Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia: A-22/128170	Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero
Descripción(^): 1M - 100g	Fecha Fin: 27/10/2022

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 mg/L
Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia: A-22/128170  
Descripción(^): 1M - 100g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
Fecha Fin: 27/10/2022

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

(\*) El Lim Cuantitativo es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detección es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia:	<b>A-22/128171</b>	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente (*):	<b>Diego R. &amp; Roberto T.</b>
Análisis:	PE01-00021761-57	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	<b>Covicorti Mz N°1 Lt. 19</b>
Tipo Muestra:	<b>Aguas de Relave Minero</b>	Fecha Recepción:	<b>18/10/2022</b>	Contrato:	<b>QSP-PE221000098</b>
Fecha Inicio:	<b>25/10/2022</b>	Fecha Fin:	<b>27/10/2022</b>		
Descripción(*):	<b>2M - 25g</b>				

Fecha/Hora Muestreo:	<b>14/10/2022 10:00</b>	Muestreado por:	<b>*Cliente (*)</b>
Lugar de Muestreo:	<b>RELAVERA SANTA CATALINA - SHOREY</b>		
Punto de Muestreo:	<b>2M - 25g</b>		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación



Roberto Chuquimayo Arellano  
CQP-779

FECHA EMISIÓN: 27/10/2022

OBSERVACIONES (\*):

N° de Referencia: A-22/128171  
 Descripción(^): 2M - 25g

 Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

## RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	13,0	mg/L	±1,687	
Antimonio Total	0,00039	mg/L	±0,00004 7	
Arsénico Total	0,01680	mg/L	±0,00218 4	
Bario Total	0,0294	mg/L	±0,0041	
Berilio Total	0,00127	mg/L	±0,00016 5	
Bismuto Total	0,00164	mg/L	±0,00029 5	
Boro Total	0,522	mg/L	±0,0993	
Cadmio Total	0,05609	mg/L	±0,00729 2	
Calcio Total	124	mg/L	±22,3	
Cerio Total	0,00811	mg/L	±0,00064 9	
Cobalto Total	0,06314	mg/L	±0,00631 4	
Cobre Total	0,7268	mg/L	±0,07995	
Cromo Total	0,001	mg/L	±0,0002	
Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-	
Estroncio Total	0,55644	mg/L	±0,09459 5	
Fósforo Total	44,4	mg/L	±7,542	
Hierro Total	55,04	mg/L	±5,5039	
Litio Total	< 0,0001	mg/L	-	
Magnesio Total	93,9	mg/L	±4,697	
Manganeso Total	29,492	mg/L	±3,83400	
Mercurio Total	< 0,000070	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00247	mg/L	±0,00042 0	
Níquel Total	0,0165	mg/L	±0,00198	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	0,00626	mg/L	±0,00112 6	
Potasio Total	1 433	mg/L	±186	
Selenio Total	0,00468	mg/L	±0,00065 5	
Sodio Total	69	mg/L	±10,3	
Talio Total	0,00069	mg/L	±0,00011 7	
Titanio Total	< 0,0006	mg/L	-	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00668	mg/L	±0,00113 6	
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-	
Wolframio Total	0,00080	mg/L	±0,00009 6	
Zinc Total	24,1	mg/L	±4,094	

Nota. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Luis José de Orbegoso 350, San Luis, Lima, PERU

T: (511) 710 27 00

atencionalclienteperu@agqlabs.com

agqlabs.pe

2/6

Nº de Referencia: A-22/128171  
Descripción(^): 2M - 25g

Tipo Muestra: **Aguas de Relave Minero**  
Fecha Fin: 27/10/2022

(\*) Ensayo No cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

Nº de Referencia: A-22/128171  
 Descripción(^): 2M - 25g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 mg/L
Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0300 mg/L
Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 mg/L
Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,000070 mg/L
Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 mg/L
Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 mg/L
Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 mg/L
Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia: A-22/128171	Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero
Descripción(^): 2M - 25g	Fecha Fin: 27/10/2022

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 mg/L
Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD.



Nº de Referencia: A-22/128171  
Descripción(^): 2M - 25g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
Fecha Fin: 27/10/2022

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

(\*) El Lim Cuantitativo es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detección es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia:	<b>A-22/128172</b>	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente (*):	<b>Diego R. &amp; Roberto T.</b>
Análisis:	PE01-00021761-57	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	<b>Covicorti Mz N°1 Lt. 19</b>
Tipo Muestra:	<b>Aguas de Relave Minero</b>	Fecha Recepción:	<b>18/10/2022</b>	Contrato:	<b>QSP-PE221000098</b>
Fecha Inicio:	<b>25/10/2022</b>	Fecha Fin:	<b>27/10/2022</b>		
Descripción(*):	<b>2M - 50g</b>				

Fecha/Hora Muestreo:	<b>14/10/2022 10:00</b>	Muestreado por:	<b>*Cliente (*)</b>
Lugar de Muestreo:	<b>RELAVERA SANTA CATALINA - SHOREY</b>		
Punto de Muestreo:	<b>2M - 50g</b>		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación



Roberto Chuquimayo Arellano  
CQP-779

FECHA EMISIÓN: 27/10/2022

OBSERVACIONES (\*):

N° de Referencia: A-22/128172  
 Descripción(^): 2M - 50g

 Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

## RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	14,3	mg/L	±1,860	
Antimonio Total	0,00037	mg/L	±0,00004 5	
Arsénico Total	0,03108	mg/L	±0,00404 0	
Bario Total	0,0431	mg/L	±0,0060	
Berilio Total	0,00112	mg/L	±0,00014 5	
Bismuto Total	0,00246	mg/L	±0,00044 2	
Boro Total	0,736	mg/L	±0,1398	
Cadmio Total	0,04126	mg/L	±0,00536 3	
Calcio Total	130	mg/L	±23,5	
Cerio Total	0,00895	mg/L	±0,00071 6	
Cobalto Total	0,06393	mg/L	±0,00639 3	
Cobre Total	0,5555	mg/L	±0,06110	
Cromo Total	0,002	mg/L	±0,0002	
Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-	
Estroncio Total	0,54818	mg/L	±0,09319 1	
Fósforo Total	85,0	mg/L	±14,46	
Hierro Total	52,62	mg/L	±5,2621	
Litio Total	< 0,0001	mg/L	-	
Magnesio Total	122	mg/L	±6,078	
Manganeso Total	25,088	mg/L	±3,26141	
Mercurio Total	< 0,000070	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00356	mg/L	±0,00060 5	
Níquel Total	0,0213	mg/L	±0,00256	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	0,00497	mg/L	±0,00089 4	
Potasio Total	2.713	mg/L	±353	
Selenio Total	0,00616	mg/L	±0,00086 3	
Sodio Total	72	mg/L	±10,9	
Talio Total	0,00095	mg/L	±0,00016 2	
Titanio Total	0,0016	mg/L	±0,00013	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00677	mg/L	±0,00115 0	
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-	
Wolframio Total	0,00080	mg/L	±0,00009 6	
Zinc Total	24,3	mg/L	±4,130	

Nota: A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Luis José de Orbegoso 350, San Luis, Lima, PERU

T: (511) 710 27 00

atencionalclienteperu@agqlabs.com

agqlabs.pe

2/6

Nº de Referencia: A-22/128172  
Descripción(^): 2M - 50g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
Fecha Fin: 27/10/2022

(\*) Ensayo No cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

Nº de Referencia: A-22/128172  
 Descripción(^): 2M - 50g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 mg/L
Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0300 mg/L
Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 mg/L
Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,000070 mg/L
Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 mg/L
Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 mg/L
Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 mg/L
Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir de cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD.

Nº de Referencia: A-22/128172	Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero
Descripción(^): 2M - 50g	Fecha Fin: 27/10/2022

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 mg/L
Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia: A-22/128172  
Descripción(^): 2M - 50g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
Fecha Fin: 27/10/2022

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

(\*) El Lim Cuantit es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detecc es el valor a partir de cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia: <b>A-22/128173</b>	Registrada en: <b>AGQ Perú</b>	Cliente (*): <b>Diego R. &amp; Roberto T.</b>
Análisis: <b>PE01-00021761-57</b>	Centro Análisis: <b>AGQ Perú</b>	Domicilio (*): <b>Covicorti Mz N°1 Lt. 19</b>
Tipo Muestra: <b>Aguas de Relave Minero</b>	Fecha Recepción: <b>18/10/2022</b>	Contrato: <b>QSP-PE221000098</b>
Fecha Inicio: <b>25/10/2022</b>	Fecha Fin: <b>27/10/2022</b>	
Descripción(*): <b>2M - 100g</b>		

Fecha/Hora Muestreo: <b>14/10/2022 10:00</b>	Muestreado por: <b>*Cliente (*)</b>
Lugar de Muestreo: <b>RELAVERA SANTA CATALINA - SHOREY</b>	
Punto de Muestreo: <b>2M - 100g</b>	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación



Roberto Chuquimayo Arellano  
CQP-779

FECHA EMISIÓN: 27/10/2022

OBSERVACIONES (\*):



Nº de Referencia: A-22/128173  
 Descripción(^): 2M - 100g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	16,9	mg/L	±2,192	
Antimonio Total	0,00087	mg/L	±0,000105	
Arsénico Total	0,05733	mg/L	±0,007452	
Bario Total	0,0604	mg/L	±0,0085	
Berilio Total	0,00093	mg/L	±0,000121	
Bismuto Total	0,00393	mg/L	±0,000707	
Boro Total	1,21	mg/L	±0,2307	
Cadmio Total	0,03502	mg/L	±0,004553	
Calcio Total	121	mg/L	±21,7	
Cerio Total	0,00977	mg/L	±0,000782	
Cobalto Total	0,06640	mg/L	±0,006640	
Cobre Total	0,5470	mg/L	±0,06017	
Cromo Total	0,003	mg/L	±0,0004	
Estaño Total	0,00122	mg/L	±0,000122	
Estroncio Total	0,53446	mg/L	±0,090858	
Fósforo Total	176	mg/L	±29,97	
Hierro Total	54,68	mg/L	±5,4685	
Litio Total	< 0,0001	mg/L	-	
Magnesio Total	180	mg/L	±8,995	
Manganeso Total	23,667	mg/L	±3,07677	
Mercurio Total	< 0,000070	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00560	mg/L	±0,000952	
Níquel Total	0,0259	mg/L	±0,00310	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	0,00499	mg/L	±0,000899	
Potasio Total	5 068	mg/L	±659	
Selenio Total	0,00816	mg/L	±0,001142	
Sodio Total	74	mg/L	±11,1	
Talio Total	0,00102	mg/L	±0,000173	
Titanio Total	0,0014	mg/L	±0,00011	
Torio Total	0,00102	mg/L	±0,000143	
Uranio Total	0,00677	mg/L	±0,001150	
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-	
Wolframio Total	0,00092	mg/L	±0,000110	
Zinc Total	25,7	mg/L	±4,362	

Nº de Referencia: A-22/128173  
Descripción(^): 2M - 100g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
Fecha Fin: 27/10/2022

Nota. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura  $k=2$ , para un nivel de confianza aprox del 95%.

(\*) Ensayo No cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

Nº de Referencia: A-22/128173  
 Descripción(^): 2M - 100g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 mg/L
Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0300 mg/L
Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 mg/L
Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,000070 mg/L
Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 mg/L
Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 mg/L
Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 mg/L
Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia: A-22/128173	Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero
Descripción(^): 2M - 100g	Fecha Fin: 27/10/2022

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 mg/L
Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia: A-22/128173  
Descripción(^): 2M - 100g

Tipo Muestra: **Aguas de Relave Minero**  
Fecha Fin: 27/10/2022

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

(\*) El Lim Cuantit es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detecc es el valor a partir de cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia:	<b>A-22/128174</b>	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente (*):	<b>Diego R. &amp; Roberto T.</b>
Análisis:	PE01-00021761-57	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	<b>Covicorti Mz N°1 Lt. 19</b>
Tipo Muestra:	<b>Aguas de Relave Minero</b>	Fecha Recepción:	<b>18/10/2022</b>	Contrato:	<b>QSP-PE221000098</b>
Fecha Inicio:	<b>25/10/2022</b>	Fecha Fin:	<b>27/10/2022</b>		
Descripción(*):	<b>3M - 25g</b>				

Fecha/Hora Muestreo:	<b>14/10/2022 10:00</b>	Muestreado por:	<b>*Cliente (*)</b>
Lugar de Muestreo:	<b>RELAVERA SANTA CATALINA - SHOREY</b>		
Punto de Muestreo:	<b>3M - 25g</b>		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación



Roberto Chuquimayo Arellano  
CQP-779

FECHA EMISIÓN: 27/10/2022

OBSERVACIONES (\*):

N° de Referencia: A-22/128174  
 Descripción(^): 3M - 25g

 Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

## RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	14,7	mg/L	±1,912	
Antimonio Total	< 0,00002	mg/L	-	
Arsénico Total	0,03607	mg/L	±0,00468 9	
Bario Total	0,0315	mg/L	±0,0044	
Berilio Total	0,00119	mg/L	±0,00015 5	
Bismuto Total	< 0,00001	mg/L	-	
Boro Total	0,580	mg/L	±0,1102	
Cadmio Total	0,06041	mg/L	±0,00785 3	
Calcio Total	145	mg/L	±26,0	
Cerio Total	0,00952	mg/L	±0,00076 2	
Cobalto Total	0,06700	mg/L	±0,00670 0	
Cobre Total	0,7508	mg/L	±0,08259	
Cromo Total	0,001	mg/L	±0,0001	
Estaño Total	0,00100	mg/L	±0,00010 0	
Estroncio Total	0,62988	mg/L	±0,10707 9	
Fósforo Total	45,8	mg/L	±7,788	
Hierro Total	61,02	mg/L	±6,1020	
Litio Total	< 0,0001	mg/L	-	
Magnesio Total	104	mg/L	±5,224	
Manganeso Total	32,294	mg/L	±4,19818	
Mercurio Total	< 0,000070	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00256	mg/L	±0,00043 5	
Níquel Total	0,0179	mg/L	±0,00215	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	0,01261	mg/L	±0,00226 9	
Potasio Total	1 569	mg/L	±204	
Selenio Total	0,00526	mg/L	±0,00073 7	
Sodio Total	76	mg/L	±11,3	
Talio Total	0,00044	mg/L	±0,00007 4	
Titanio Total	< 0,0006	mg/L	-	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00712	mg/L	±0,00121 0	
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-	
Wolframio Total	0,00060	mg/L	±0,00007 2	
Zinc Total	26,3	mg/L	±4,475	

Nota: A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

Nº de Referencia: A-22/128174  
Descripción(^): 3M - 25g

Tipo Muestra: **Aguas de Relave Minero**  
Fecha Fin: 27/10/2022

(\*) Ensayo No cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.



Nº de Referencia: A-22/128174  
 Descripción(^): 3M - 25g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 mg/L
Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0300 mg/L
Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 mg/L
Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,000070 mg/L
Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 mg/L
Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 mg/L
Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 mg/L
Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir de cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia: A-22/128174	Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero
Descripción(^): 3M - 25g	Fecha Fin: 27/10/2022

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 mg/L
Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia: A-22/128174  
Descripción(^): 3M - 25g

Tipo Muestra: **Aguas de Relave Minero**  
Fecha Fin: 27/10/2022

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

(\*) El Lim Cuantit es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detecc es el valor a partir de cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia:	<b>A-22/128175</b>	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente (*):	<b>Diego R. &amp; Roberto T.</b>
Análisis:	PE01-00021761-57	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	<b>Covicorti Mz N°1 Lt. 19</b>
Tipo Muestra:	<b>Aguas de Relave Minero</b>	Fecha Recepción:	18/10/2022	Contrato:	<b>QSP-PE221000098</b>
Fecha Inicio:	25/10/2022	Fecha Fin:	27/10/2022		
Descripción(*):	<b>3M - 50g</b>				

Fecha/Hora Muestreo:	14/10/2022 10:00	Muestreado por:	*Cliente (*)
Lugar de Muestreo:	RELAVERA SANTA CATALINA - SHOREY		
Punto de Muestreo:	3M - 50g		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación



Roberto Chuquimayo Arellano  
CQP-779

FECHA EMISIÓN: 27/10/2022

OBSERVACIONES (\*):

N° de Referencia: A-22/128175  
 Descripción(^): 3M - 50g

 Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

## RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	16,5	mg/L	±2,150	
Antimonio Total	< 0,00002	mg/L	-	
Arsénico Total	0,03679	mg/L	±0,00478 2	
Bario Total	0,0411	mg/L	±0,0058	
Berilio Total	0,00102	mg/L	±0,00013 3	
Bismuto Total	0,00062	mg/L	±0,00011 1	
Boro Total	0,746	mg/L	±0,1418	
Cadmio Total	0,04411	mg/L	±0,00573 4	
Calcio Total	130	mg/L	±23,5	
Cerio Total	0,01001	mg/L	±0,00080 1	
Cobalto Total	0,06818	mg/L	±0,00681 8	
Cobre Total	0,5837	mg/L	±0,06420	
Cromo Total	0,002	mg/L	±0,0003	
Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-	
Estroncio Total	0,51940	mg/L	±0,08829 9	
Fósforo Total	88,2	mg/L	±14,99	
Hierro Total	55,62	mg/L	±5,5617	
Litio Total	< 0,0001	mg/L	-	
Magnesio Total	134	mg/L	±6,689	
Manganeso Total	26,513	mg/L	±3,44665	
Mercurio Total	< 0,000070	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00351	mg/L	±0,00059 7	
Níquel Total	0,0211	mg/L	±0,00253	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	0,00377	mg/L	±0,00067 9	
Potasio Total	2 847	mg/L	±370	
Selenio Total	0,00556	mg/L	±0,00077 8	
Sodio Total	76	mg/L	±11,4	
Talio Total	0,00071	mg/L	±0,00012 0	
Titanio Total	0,0013	mg/L	±0,00010	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00712	mg/L	±0,00121 1	
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-	
Wolframio Total	0,00069	mg/L	±0,00008 3	
Zinc Total	25,8	mg/L	±4,384	

Nota: A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

Nº de Referencia: A-22/128175  
Descripción(^): 3M - 50g

Tipo Muestra: **Aguas de Relave Minero**  
Fecha Fin: 27/10/2022

(\*) Ensayo No cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

Nº de Referencia: A-22/128175  
 Descripción(^): 3M - 50g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 mg/L
Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0300 mg/L
Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 mg/L
Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,000070 mg/L
Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 mg/L
Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 mg/L
Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 mg/L
Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir de cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD.

Nº de Referencia: A-22/128175	Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero
Descripción(^): 3M - 50g	Fecha Fin: 27/10/2022

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 mg/L
Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD



Nº de Referencia: A-22/128175  
Descripción(^): 3M - 50g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
Fecha Fin: 27/10/2022

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

(\*) El Lim Cuantit es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detecc es el valor a partir de cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia:	<b>A-22/128176</b>	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente (*):	<b>Diego R. &amp; Roberto T.</b>
Análisis:	PE01-00021761-57	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	<b>Covicorti Mz N°1 Lt. 19</b>
Tipo Muestra:	<b>Aguas de Relave Minero</b>	Fecha Recepción:	18/10/2022	Contrato:	<b>QSP-PE221000098</b>
Fecha Inicio:	25/10/2022	Fecha Fin:	27/10/2022		
Descripción(*):	<b>3M - 100g</b>				

Fecha/Hora Muestreo:	14/10/2022 10:00	Muestreado por:	*Cliente (*)
Lugar de Muestreo:	RELAVERA SANTA CATALINA - SHOREY		
Punto de Muestreo:	3M - 100g		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación



Roberto Chuquimayo Arellano  
CQP-779

FECHA EMISIÓN: 27/10/2022

OBSERVACIONES (\*):

Nº de Referencia: A-22/128176  
 Descripción(^): 3M - 100g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	19,9	mg/L	±2,583	
Antimonio Total	0,00058	mg/L	±0,000070	
Arsénico Total	0,07542	mg/L	±0,009805	
Bario Total	0,0654	mg/L	±0,0092	
Berilio Total	0,00094	mg/L	±0,000123	
Bismuto Total	0,00482	mg/L	±0,000868	
Boro Total	1,19	mg/L	±0,2255	
Cadmio Total	0,04059	mg/L	±0,005276	
Calcio Total	148	mg/L	±26,6	
Cerio Total	0,01192	mg/L	±0,000954	
Cobalto Total	0,07268	mg/L	±0,007268	
Cobre Total	0,5576	mg/L	±0,06134	
Cromo Total	0,003	mg/L	±0,0004	
Estaño Total	0,00121	mg/L	±0,000121	
Estroncio Total	0,61436	mg/L	±0,104441	
Fósforo Total	173	mg/L	±29,44	
Hierro Total	63,90	mg/L	±6,3901	
Litio Total	< 0,0001	mg/L	-	
Magnesio Total	198	mg/L	±9,920	
Manganeso Total	25,503	mg/L	±3,31540	
Mercurio Total	< 0,000070	mg/L	-	
Molibdeno Total	0,00601	mg/L	±0,001022	
Níquel Total	0,0310	mg/L	±0,00372	
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-	
Plomo Total	0,00595	mg/L	±0,001071	
Potasio Total	5 387	mg/L	±700	
Selenio Total	0,00762	mg/L	±0,001066	
Sodio Total	83	mg/L	±12,4	
Talio Total	0,00106	mg/L	±0,000181	
Titanio Total	< 0,0006	mg/L	-	
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-	
Uranio Total	0,00701	mg/L	±0,001191	
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-	
Wolframio Total	0,00073	mg/L	±0,000087	
Zinc Total	27,8	mg/L	±4,731	

Nº de Referencia: A-22/128176  
Descripción(^): 3M - 100g

Tipo Muestra: **Aguas de Relave Minero**  
Fecha Fin: 27/10/2022

Nota. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura  $k=2$ , para un nivel de confianza aprox del 95%.

(\*) Ensayo No cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

Nº de Referencia: A-22/128176  
 Descripción(^): 3M - 100g

Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero  
 Fecha Fin: 27/10/2022

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 mg/L
Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0300 mg/L
Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 mg/L
Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,000070 mg/L
Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 mg/L
Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 mg/L
Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 mg/L
Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir de cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD.

Nº de Referencia: A-22/128176	Tipo Muestra: Aguas de Relave Minero
Descripción(^): 3M - 100g	Fecha Fin: 27/10/2022

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 mg/L
Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L

(#) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia: A-22/128176  
Descripción(^): 3M - 100g

Tipo Muestra: **Aguas de Relave Minero**  
Fecha Fin: 27/10/2022

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

(\*) El Lim Cuantit es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detecc es el valor a partir de cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividad es el AMD



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SILVA CHUQUIPOMA DIEGO HONORATO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Eficacia de la cáscara de plátano pulverizado en la remoción de metales pesados en agua de la relavera Santa Catalina.", cuyos autores son TIBURCIO NAVES ROBERTO CARLOS, ROJAS PONTE DIEGO ARMANDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, 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.

TRUJILLO, 17 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SILVA CHUQUIPOMA DIEGO HONORATO <b>DNI:</b> 47196626 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9561-087X	Firmado electrónicamente por: DSILVA el 17-12- 2022 21:12:42

Código documento Trilce: TRI - 0493620