



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“FITORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR
RELAVES MINEROS EN ZONAS ÁRIDAS MEDIANTE
Melocactus peruvianus Y *Haageocereus acranthus*”**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

Hector Ivan Macedo Romero (0000-0003-0056-9654)

Asesor:

Susan Mery Medina Canzio (0000-0003-2574-7728)

Lima – Perú

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 10 de Febrero 2022.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dra. María de los Ángeles La Torre Cuadros
Miembro: Mg. Ing. Alexander Emanuel Diaz Sotil
Miembro: Dr. Brenton Mark Ladd

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

**“FITORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR RELAVES MINEROS EN ZONAS ÁRIDAS
MEDIANTE *Melocactus peruvianus* Y *Haageocereus acranthus*”**

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Héctor Ivan Macedo Romero**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Dra. Susan Mery Medina Canzio

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental a en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple () calificar a:

Tesisista: Héctor Ivan Macedo Romero		Nota (en letras): 16 (dieciséis)	
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dra. María de los Ángeles La Torre Cuadros
Presidente



Mg. Ing. Alexander Emanuel Diaz Sotil
Miembro 1



Dr. Brenton Mark Ladd
Miembro 2



Dra. Susan Mery Medina Canzio
Asesor

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mi hijo Francesco por devolver el norte a mi vida y sacar siempre lo mejor de mí. De igual forma, a mis padres, por nunca dejar de creer en mí, por apoyarme incondicionalmente en cada momento y por todo el esfuerzo y sacrificio que hicieron durante cada etapa de mi vida para que yo pudiera llegar hasta aquí, siempre prevaleciendo que la educación y el conocimiento son la mejor herencia que pueden dejarme.

Asimismo, a mi novia por todo el apoyo brindado para poder finalizar mi meta universitaria y por siempre creer en que llegare lejos. Por último, dedico este proyecto a todos mis abuelos y abuelas, ya que me hubiera gustado el privilegio de tenerlos a todos presentes, mostrándoles la culminación de mi vida universitaria.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera comenzar agradeciendo a Dios por siempre guiar mis pasos y nunca abandonarme, agradezco al Señor Carlos Segura del Municipio de Sisicaya por facilitar el conocimiento para poder encontrar las especies que usaría en mi experimento. Agradezco a Edson Villavicencio, José Luis Apeña y Paolo Gongora por la gran amistad y todo el tiempo brindado para encontrar, elaborar, construir y transportar mi proyecto, a fin de que estuviera listo para iniciarlo y finalizarlo.

De misma manera, agradezco al Lic. Gustavo Dreyfus por el apoyo brindado a lo largo de mi carrera universitaria, al Mg. Gonzalo Flores por facilitarme el uso de las instalaciones de la facultad de ingeniería ambiental. También estoy muy agradecido del Dr. Miguel Fernández, por el interés y soporte ofrecido para la elaboración y culminación de mi proyecto. Agradezco al fondo semilla por la confianza en este proyecto de tesis y los fondos brindados para este proyecto. De forma muy especial, quiero agracer a la empresa Innova exploration and logistics por proporcionar sus recursos desinteresadamente, con el único fin de apoyar mi desarrollo y mi meta profesional.

Por último y principalmente; quiero agradecer a mi asesora de tesis, la Dra. Susan Medina, por ser la heroína de mi historia universitaria, la persona que jamás me dejo de lado y que siempre estuvo pendiente de mis procesos de mejora, como persona y como futuro profesional, no solo ha sido una gran asesora de tesis sino una gran amiga que me exige dar más.

FITORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR
RELAVES MINEROS EN ZONAS ÁRIDAS MEDIANTE
Melocactus peruvianus Y *Haageocereus acranthus*

Hector Macedo-Romero¹, Susan Medina¹

¹Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

Autor de correspondencia: smedinaca@cientifica.edu.pe

RESUMEN:

El crecimiento de la minería y las actividades de procesamiento de minerales ha provocado un aumento peligroso en la cantidad de materiales que se liberan, generalmente metales pesados que representan un riesgo grave para los seres humanos, animales y para el ambiente.

El uso de plantas para descontaminar suelos es una tecnología prometedora dados sus potenciales fitorremediadores. La fitorremediación es un proceso ecológico con un enfoque práctico para limpiar suelos contaminados con metales, siendo uno de los métodos más rentables de extracción de metales del suelo. El presente estudio evaluó la eficacia de la fitorremediación de suelos contaminados por relaves mineros con las cactáceas *Melocactus peruvianus* y *Haageocereus acranthus*. Se realizó un experimento donde se encontró acumulación heterogénea de metales tanto en raíces y tallos, así como en el suelo de siembra para ambas especies de cactáceas. Se obtuvieron resultados positivos en el factor de translocación de todas las especies, se encontró que *Melocactus peruvianus* tiene el BFC (Factor de bioconcentración) máximo para cobre de 50,016 en la raíz y seguido de *Haageocereus acranthus* que posee un BCF máximo de 32,327 para cobre. Ambas especies han demostrado tener un potencial fitorremediador que puede ser usado con enfoque sostenible, respondiendo a los desafíos y las oportunidades en la fitorremediación para la recuperación de metales pesados de suelos contaminados de ambientes áridos como biotecnología sostenible en el campo ambiental.

Palabras clave: Cactus, fitorremediación, metales pesados, zonas áridas, contaminantes

ABSTRACT:

The increment of mining and mineral processing activities has led to a dangerous increase in the number of materials which are being released, usually heavy metals that pose a serious risk to humans, animals, and the environment. The use of plants to decontaminate soils is a promising technology given their phytoremediation potential. Phytoremediation is an ecological process with a practical approach to clean up metal-contaminated soils, being one of the most cost-effective methods of removing metals from soil. This study evaluated the efficacy of phytoremediation of soils contaminated by mine tailings with the cacti *Melocactus peruvianus* and *Haageocereus acranthus*. An experiment was carried out where heterogeneous accumulation of metals was found in roots and stems, as well as in the substrate soil for both species of cacti. Positive results were obtained in the translocation factor for all species, it was found that *Melocactus peruvianus* has the maximum BCF (Bioconcentration Factor) for root of 50.016 and followed by *Haageocereus acranthus* which has a maximum BCF of 32.327. Both species have demonstrated a phytoremediation potential that can be used with sustainable approach, responding to the challenges and opportunities in phytoremediation for the recovery of heavy metals from contaminated soils of arid zones as sustainable biotechnology in the environmental field.

Keywords: Cacti, phytoremediation, heavy metals, arid zones, pollutants, contaminants

INTRODUCCIÓN

Los problemas ambientales como la contaminación por residuos sólidos, líquidos y gaseosos que se descargan al suelo, la atmosfera (Rimarachin-Varas y Huaranga-Moreno, 2015) y hacia los cuerpos de aguas continentales son de gran importancia en la actualidad, en especial la contaminación producida por los desechos de relaves mineros (Huaranga, Méndez, Quilcat, y Huaranga, 2012) que contienen muchos metales pesados (De Amat y Ramos, 2016) donde los suelos se degradan o se pierden irreversiblemente, generando nuevos suelos modificados (Becerril et al., 2007). El Perú, es un país donde la minería metálica representa el 55,9 % de las exportaciones (Centro de investigación de economía y negocios globales, 2021), y así mismo, las inversiones y proyectos mineros representan el 10,6% del Producto Bruto Interno – PBI (Banco Central de Reserva del Perú, 2021). Es por ello que el reto para el Perú debe ser rehabilitar, monitorear y regular efectivamente todo impacto causado por actividades mineras, como los suelos impactados por relaves abandonados producto de la minería (Chappuis, 2019). Dar solución a la contaminación del suelo y resolver la problemática ambiental es de suma importancia, dado que hasta la fecha se tiene conocimiento de aproximadamente 8794 pasivos ambientales mineros, en su mayoría son de alto riesgo (Chappuis, 2019) y específicamente más de 4200 se encuentran en la región costa (Castillo et al., 2021), representando un peligro permanente para la salud de la población cercana, así como para el ecosistema circundante.

Por otro lado, las cuencas hídricas en el Perú también han sido impactadas por los drenajes ácidos, la erosión de desechos en pilas y los depósitos de relaves producto de la minería (Romero, Flores, y Medina, 2008), las consecuencias directas de la contaminación del agua y suelo son la disminución de la biodiversidad, bajo desarrollo vegetal y esto afecta la calidad de los alimentos y nutrientes para el consumo humano y animal (Alvarez y Polti, 2014). Los metales pesados son realmente difíciles de eliminar del ambiente y los bajos niveles observados plantean un alto riesgo de acumulación en la cadena alimentaria, por lo que muchos de ellos constituyen un peligro ambiental global (Nasiru Alhaji et al., 2020).

La falta de propuestas sostenibles para la remediación de los relaves mineros puede causar impactos mayores en las poblaciones aledañas. Por ejemplo en el 2015, por desconocimiento de la población, se utilizaron zonas impactadas por relaves mineros para la alimentación de animales destinados al consumo humano, lo cual produjo 89 casos de bioacumulación de metales en tejidos (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). Por otra parte, en el 2017 se evidenciaron riesgos de contaminación en Lima debido a las bajadas de agua con arrastre de relave minero del proyecto Cerro Tamboraque (Empresa Nyrstar, Km 19 de la carretera central) dadas por el Fenómeno del Niño costero, siendo esta misma cuenca del río Rimac impactada por la intensa actividad minera en la parte alta y media (Infante y Sosa, 1994), poniendo en riesgo la salud humana en las ciudades de la cuenca baja (Mendoza, 2003). Y en la cuenca baja, cercanos a la costa también existen 8 proyectos mineros que dejan residuos o relaves de Anco cluster, Don Pancho, Illari, Lagarto, Lunahuana, Mirador, Shalca, Sumacwayra y Viento que demandan un tratamiento para minimizar los riesgos (Ministerio de Energía y Minas, 2018).

Un método de descontaminación para abordar la limpieza de los suelos contaminados es la biotecnología de la fitorremediación (Sundara, Ismail, Karam y Muharam, 2016) que es menos costosa que la excavación, la incineración, el lavado y la bioventilación de los relaves (Ferrera-Cerrato et al., 2007), todas estas técnicas buscan la reducción de volumen de los relaves previa a su disposición final (Rimarachin-Varas y Huaranga-Moreno, 2015). La fitorremediación, es una opción de tecnología respetuosa con el medio

ambiente, rentable y prometedora que utiliza plantas para remediar / eliminar metales pesados residuales (Sivarajasekar, Paramasivan y Naushad, 2018). Para afrontar este reto, también se ha de considerar asegurar la mejora de la calidad del suelo para aumentar el suministro de alimentos para la seguridad nutricional y de salud como lo presentó Shedbalkar et al. (2010) en su estudio para zonas áridas de baja disponibilidad hídrica como la costa peruana. Aquí se evidenció la adaptabilidad genética del cactus con ambientes hostiles, lo que hace que los cactus sean una alternativa para la restauración de los relaves mineros en las costas del Perú o de zonas áridas. En estudios anteriores se ha reportado que *Opuntia* puede acumular hasta 1941 mg.kg^{-1} de metales pesados cuando crece en lugares con residuos mineros representando una alternativa prometedora en entornos áridos y semiáridos como lo reportó Ortega-Larrocea et al. (2010), cumpliendo este cactus con las cualidades ideales de una planta fitorremediadora, ya que puede disminuir de manera eficiente la carga de relaves tóxicos en el medioambiente, absorber los metales pesados tóxicos y otros contaminantes orgánicos en los sistemas de la planta sin riesgo de entrar en la cadena alimentaria y causar bioacumulación (Adki et al., 2014). Así mismo, este cactus también presenta capacidad coagulante para tratar agua con residuos industriales (Vishali y Karthikeyan, 2015). Por otro lado, ya se ha probado que las plantas pueden fitoestabilizar el As, Pb y Cd de residuos mineros como se mencionó en estudios en México, entre ellas las familias de Asteraceae, Poaceae, Fabaceae y Cactaceae según Salas-Luévano et al. (2017), entre las mayores fitoestabilizadoras, *Opuntia robusta* mostró su eficacia para reforestación de zonas áridas y a la vez la encerrar elementos potencialmente tóxicos como reportó Escobar-Alvarado et al. (2018). La implementación de estos biofiltros fitorremediadores en zonas áridas permitirá reducir los contaminantes metálicos en la costa del Perú y poco a poco reestablecer el ecosistema, ya que los reportes oficiales del ministerio de energía y minas indican que en la costa peruana existen más de 6420 relaves mineros (Rahayu et al., 2020), de los cuales más del 80% no tienen identificados al generador responsable.

Así, la selección de plantas nativas adecuadas para la fitorremediación es de primordial importancia porque estas plantas ya son tolerantes a la contaminación por metales dado que llevan creciendo en estos ambientes por muchas décadas, y se desempeñan mejor en términos de supervivencia, crecimiento y reproducción, en comparación con las plantas introducidas de otros entornos (Pan et al., 2019). Entonces es de interés poder medir su potencial de bioconcentración y biotranslocación de los metales para proponerlas como fitorremediadoras.

El factor de bioconcentración (BCF) es un parámetro útil para evaluar (Shi et al., 2016) la capacidad de la planta para acumular metal contaminante que estuvo alojado en el suelo (Nasiru Alhaji et al., 2020), indicando que una proporción mayor implicará una mejor capacidad de fitoacumulación (Hazra, Avishek, y Pathak, 2015). En cuanto al factor de translocación (TF) se puede utilizar para estimar la capacidad de una planta para trasladar metales desde las raíces hasta el tallo (Shi et al., 2016), evidenciando el transporte de iones metálicos a los tejidos del tallo (Nasiru Alhaji et al., 2020) determinando la translocación de metales desde su medio de crecimiento hacia diferentes partes de la planta (Hazra et al., 2015). Si $TF > 1$ indica que la planta transloca los metales de forma eficaz desde las raíces hacia las hojas, brotes y ápices (Nasiru Alhaji et al., 2020).

El objetivo de este estudio es evaluar la eficacia de fitorremediación de suelos contaminados por relaves mineros en zonas áridas con las especies de cactáceas *Melocactus peruvianus* (Ostolaza Nano, 2014, p. 240) y *Haageocereus acranthus* (Ostolaza Nano, 2014, p. 291) para plantear una alternativa de biofiltro sostenible para limpiar y restaurar los ecosistemas áridos.

MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Ubicación campo experimental

El campo experimental estuvo ubicado en el invernadero de la Universidad Científica del Sur, distrito de Villa el Salvador, departamento de Lima, Perú, en las coordenadas 76°58'41.13" LO y 12°13'23.59"LS. Esta zona tiene un clima tropical húmedo-seco, y una temperatura media anual de 19,2 °C (The Weather Channel, 2021), La precipitación anual es de menos a 1 mm en la mayor parte del año, a excepción cuando hay presencia del Fenómeno del Niño (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2018). El experimento se realizó desde noviembre de 2019 a marzo de 2020 en la época de verano.

5.2. Muestra de suelo

Se trajo muestras de relave minero de yacimientos informales abandonados en la zona llamada "La Chilca" en las coordenadas 80°57'47,14 Oeste y 91°58'50,80 Sur, ubicado en el distrito Cachachi, provincia Cajabamba, departamento de Cajamarca. Luego este relave se mezcló con suelo arenoso árido similares a los ambientes de la costa peruana. El recojo, traslado y entrega fue apoyado y autorizado por la empresa Innova exploration and logistics, la cual realiza proyectos logísticos mineros en la zona.

Especies utilizadas

Las especies utilizadas serán el *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus* presentes en ambientes desérticos. *Haageocereus acranthus* es una planta columnar, de ramificación basal y sus tallos 1 a 2 m de altura, 8 cm. de diámetro, con costillas 12 a 14, su espina central mide 1, 4 cm. de largo, y son gruesas y amarillas, producen flores blancas, rojizas por fuera de aproximadamente 6 a 8 cm. de largo y brindan un fruto redondeado rojo. Existe evidencia de *H. acranthus* desde 1000 a 2400 msnm (Ostolaza Nano, 2014). El *Melocactus peruvianus* es una planta verde oscuro depresa-globosa, 20 x 20 cm, con espinas 6 a 16, rojo-marrón a negras y las centrales 0 a 4, 6 cm., muestran flores magenta, 23 x 10 mm y brindan frutos rojos, apicales, cuyas semillas pueden ser de 0.95 a 1.1 x 0.7 a 0.95 mm, las podemos encontrar de 30 m a 1200 msnm(Ostolaza Nano, 2014). No se ha evidencia presencia en altura.

Estas especies no se encuentran en peligro de extinción y se encuentran reguladas dentro de la convención CITES para flora firmada por el Ministerio del Ambiente del Perú en el Apéndice II que permite su aprovechamiento sustentable para conservación de la biodiversidad y no constituye una amenaza para su supervivencia. Las cactáceas se obtuvieron del vivero del poblado de Antioquía (Lima provincias), 25 plantas por cada especie de *M. peruvianus* y *H. acranthus*. Luego trasladaron al invernadero de la universidad con todas las medidas necesarias para mantener las muestras en un estado apto para iniciar con los procedimientos de la evaluación.

5.3 Diseño experimental

Para este procedimiento, se tuvo que crear y armar todo un sistema en el que las plántulas puedan estar adaptadas dentro del hábitat. Se creó un conjunto de rizotrones hechos con táperes de plástico en forma cilíndrica, con la medida adecuada para soportar el peso del suelo y tamaño de las plántulas. Todo esto colocado en un carro transportador con 50 espacios para albergar las especies de *M. peruvianus* y *H. acranthus* y que los residuos se recojan en una bandeja debajo de los rizotrones. En los rizotrones 3 kg de capacidad se aplicó 10% y 20 % de concentración de relave en el sustrato para las especies *M. peruvianus* y *H. acranthus*, y también se pusieron los

controles sin contaminación de metales, de cada tratamiento se ensayaron 5 rizotrones por especie.

5.3.1 Elaboración de rizotrones

Los rizotrones son estructuras que permite realizar mediciones y observaciones del sistema radicular de una planta a través de superficies transparentes, dando la posibilidad de evaluar el crecimiento de las raíces o la parte aérea. Elaboramos un tipo de rizotróon circular, translucido con una escala en centímetros (cm), una canaleta central para riego y de esta forma medir el alcance de la raíz, para ello utilizamos 50 envases de plástico de 22 cm de alto por 15 de diámetro (25 envases por especie de cactáceas) y en ellos se colocó adhesivos de reglas a escala real. Luego procedimos a realizar 3 agujeros en la parte inferior del rizotróon para el drenaje de agua, y por último se colocó una pequeña manguera con agujeros para el riego a las cactáceas. Para mayor comodidad en el procedimiento, se fabricó un carro transportador de metal de 2 m de largo por 1 m ancho, el cual contenía una bandeja de metal en la parte inferior. Esta bandeja tenía como fin, retener el agua que pudiera caer de los rizotrones contaminados en tanto al 10% como 20%, de tal manera que no se contamine el suelo. Luego los residuos fueron descartados mediante el sistema de descarte de residuos peligroso de la universidad.

5.3.2 Preparación de los tratamientos con relave y suelo arenoso para simular ambientes áridos.

Terminada la implementación anterior, iniciamos tamizando 50 kg de suelo fértil y 50 kg de arena fina, con un tamiz 0,5 mm para eliminar las piedras grandes y posibles restos de plantas. Procedimos a llenar los 50 rizotrones, 25 para la especie *M. peruvianus* y 25 de *H. acranthus*, cada uno de ellos contenía piedras en el fondo, suelo fértil, arena fina y relave. Por cada 25 rizotrones, se tomó 5 rizotrones para control por especie (5 *M. peruvianus* y 5 *H. acranthus*) y teniendo 20 rizotrones con suelo contaminado al 10% (10 *M. peruvianus* y 10 *H. acranthus*) y 20 rizotrones con suelo contaminado al 20% (10 *M. peruvianus* y 10 *H. acranthus*).

Colocamos 500 g de piedras pequeñas a todos los rizotrones, y en Los rizotrones controles se colocó 1kg de arena fina y 1kg de suelo fértil, en los 20 Contaminados al 10%, se colocó 900 g de arena fina, 900 g de suelo fértil y 200 g de relave, y por último en los 20 Contaminados al 20%, se colocó 800 g de arena fina, 800 g de suelo fértil y 400 g de relave.

Realizada la preparación a cada rizotron, procedimos a trasplantar las plantulas de *M. peruvianus* y *H. acranthus* dentro del carrito transportador y con la distribución planificada. De esta manera, se procedió a transportarlo al invernadero de la Universidad Científica del Sur en donde pasaría los meses de evaluación.

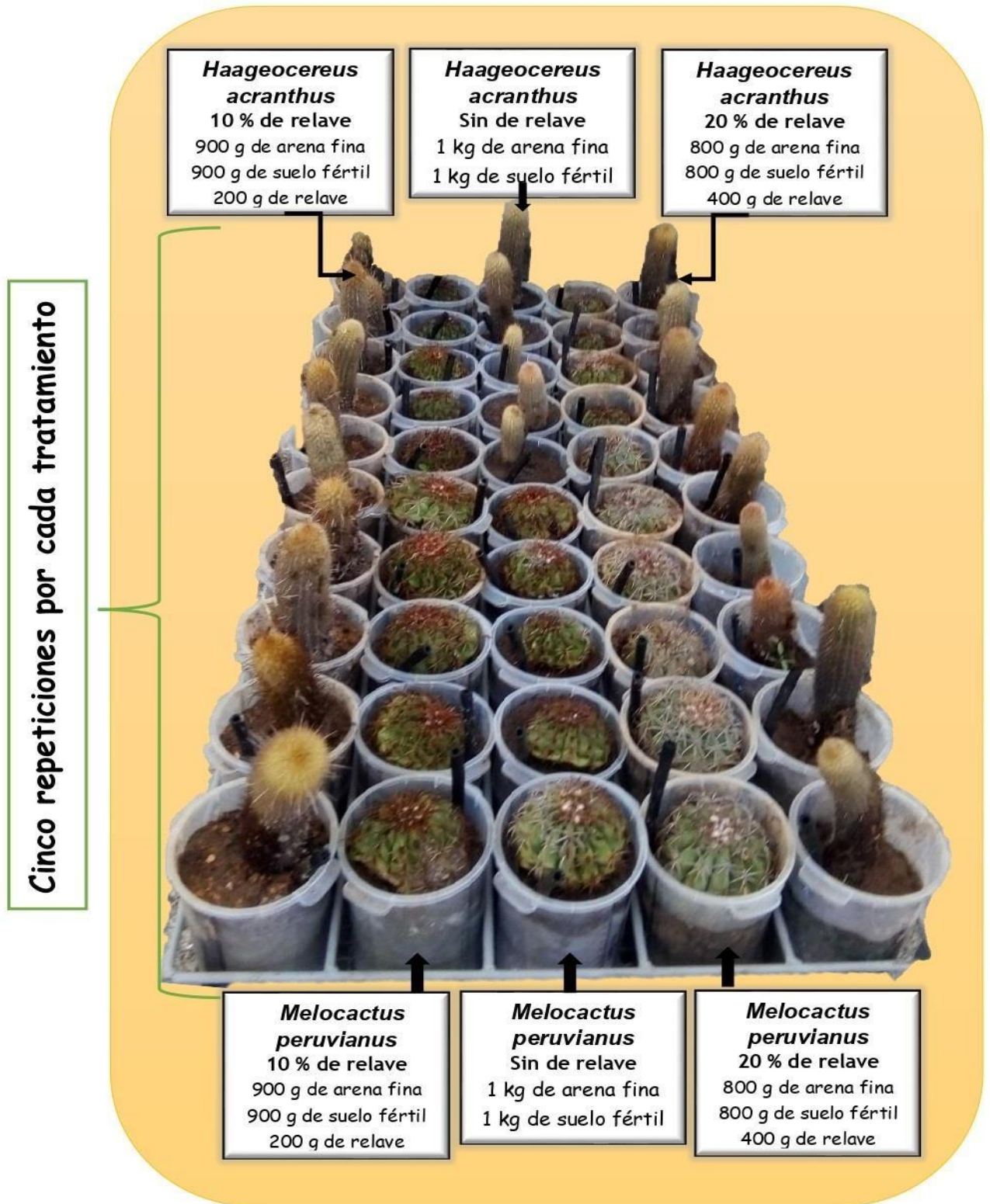


Figura 1. Diseño del experimento.

5.4. Evaluación del proceso de fitorremediación

En el primer día del proceso, se envió a laboratorio una muestra por cada plántula de *M. peruvianus* y *H. acranthus* para análisis de metales totales, bajo la normativa EPA Method 200.3 Rev.1.0 1991 nombrada Procedimiento de preparación de muestras para la determinación espectroquímica de elementos recuperables totales en tejidos biológicos, de igual forma las muestras de suelo fértil, arena fina y relave (laboratorios ALAB). El riego a las plantas fue durante su crecimiento, antes de pasar al suelo con relave fue 100% de capacidad de campo de manera semanal, tanto para *M. peruvianus* y *H. acranthus*. Cuando se aplicó tratamientos se simuló las condiciones áridas con riego restringido hasta el 30%, comenzando el primer mes a un riego a 100%, segundo mes a 50%, tercero 30% y los 6 últimos meses sin riego para simular las condiciones áridas de las zonas de relave en la costa peruana.

Luego se extrajo las cactáceas y cada muestra fue evaluada para determinar el grado de contaminación y el estado de las cactáceas expuestas a relaves, por lo cual procedimos a medir el peso, longitud y diámetro de cada tallo de *M. peruvianus* y *H. acranthus*, de la misma manera medimos peso y longitud de las raíces. Luego se portuvimos a un laboratorio de ensayos (laboratorios ALAB) los tallos, raíces y suelo con el fin de determinar la concentración de metales totales en cada tratamiento por espectrometría de masas en las plantas control y de tratamiento, analizamos 3 muestras de raíz, 3 muestras de tallo y 3 muestras de suelo para el tratamiento del 20% de *M. peruvianus* y repetimos para *H. acranthus*. De la misma manera analizamos el tratamiento al 10% de *M. peruvianus* y *H. acranthus* y las muestras control por cada especie.

5.5. Análisis de los datos

El factor de bioconcentración (BCF)

Se calculan de la siguiente manera (Bello, Tawabini, Khalil, Boland y Saleh, 2018):

[BCF = Concentración de metal en el suelo/ Concentración total de metales en planta]

El factor de translocación (TF)

Se calculan de la siguiente manera (Bello, Tawabini, Khalil, Boland y Saleh, 2018):

[TF = Concentración de metales en el brote / concentración de metales en la raíz]

Los datos de acumulación de metales, datos fisiológicos, BCF y TF se analizaron mediante el programa estadístico IBM SPSS Statistics comparando nuestras variables como es la capacidad de fitorremediación de un suelo contaminado con relaves mineros y la concentración polimetálica en las especies de cactus en el suelo contaminado, se realizó el análisis de la varianza (ANOVA), prueba de Tukey considerando 0.05 para el p valor y las gráficas de barras con la estimación del error estándar (Adki, Jadhav, y Bapat, 2012) en todas las comparaciones de especies y tratamientos.

RESULTADOS

Ag

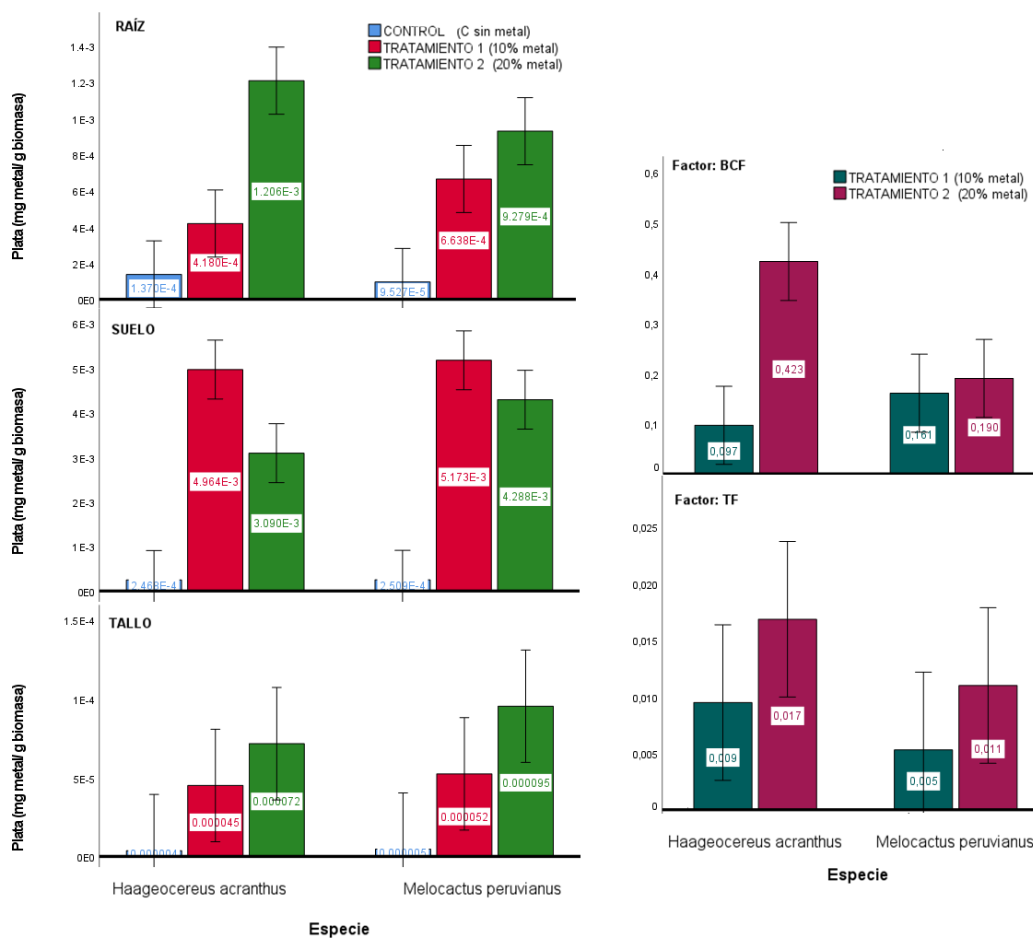


Figura 2. Absorción de Plata (Ag) en *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*

La absorción de plata en las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus* (figura 2), fue significativamente distinta ($p \leq 0,05$), donde en la raíz de *Haageocereus acranthus* tubo menor absorción el tratamiento 1(10% metal) y mayor absorción en el tratamiento 2 (20% metal). Sin embargo, en el tallo no se encontró ninguna diferencia significativa entre las especies o entre los tratamientos. La concentración de metal al término del experimento en el suelo, mostro que si hubo diferencia significativa entre *Haageocereus acranthus* siendo menor la absorción en el tratamiento 2 comparado con el tratamiento 1 ($p \leq 0,05$). El cálculo de los factores de bioabsorción (BCF) respecto a la raíz mostro que en el tratamiento 2 de *Haageocerus acranthus* hubo significativamente mayor absorción que en *Melocatus peruvianus* ($p \leq 0,05$), para el tratamiento 1 no se mostró diferencia significativa. El factor de translocación de la raíz al tallo (TF), no mostró diferencia significativa entre las especies o tratamientos.

B

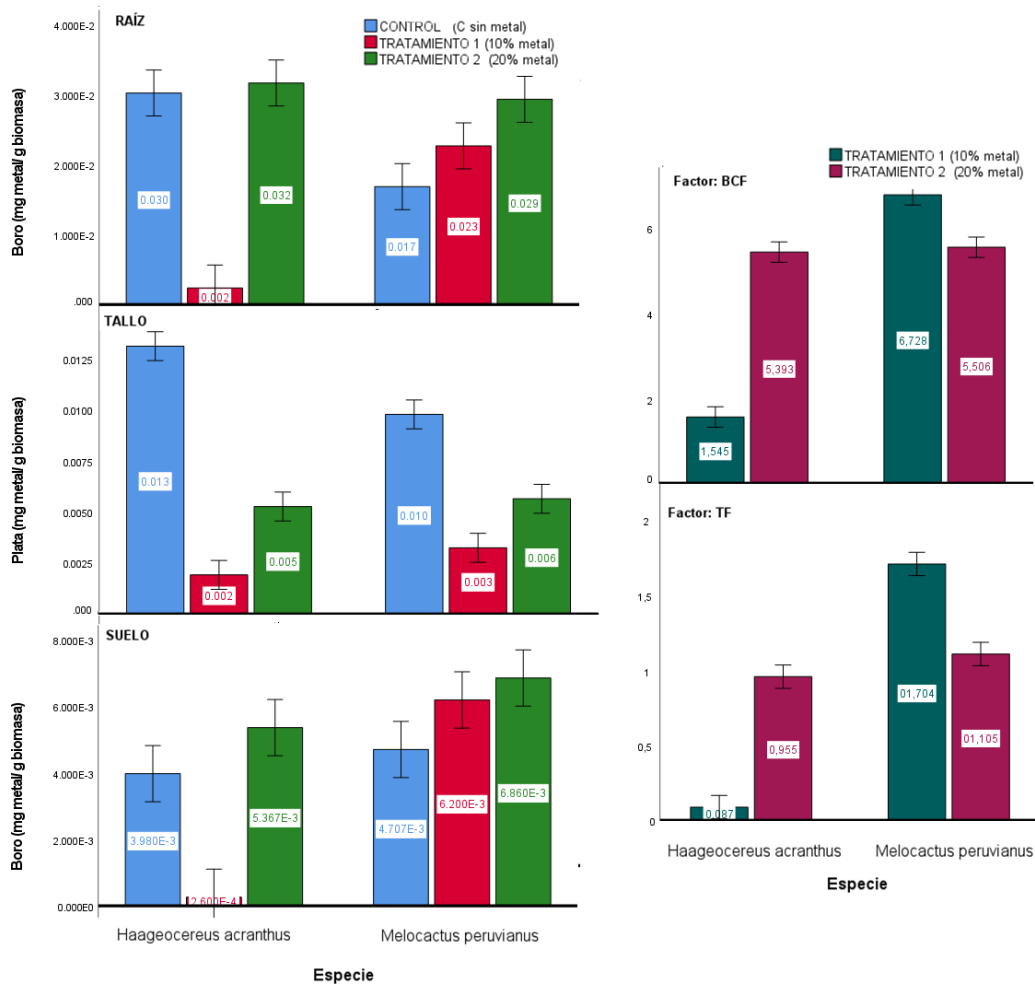


Figura 3. Absorción de Boro (B) en *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*

La absorción de boro en las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus* (figura 3), indica que la absorción de boro en la raíz de *Haageocereus acranthus* es significativa ($p \leq 0,05$) el tratamiento 1 (10% de metal) y el tratamiento 2 (20% de metal). En el tallo solo se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en la especie *Haageocereus acranthus*. La concentración de metal al término del experimento en el suelo muestra que se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en el tratamiento 1 y tratamiento 2 de *Haageocereus acranthus*. En el cálculo de BCF respecto a la raíz se vio que en el tratamiento 2 para *Haageocereus acranthus* es significativamente mayor ($p \leq 0,05$) que el tratamiento 1, y a su vez respecto a la raíz se vio que en el tratamiento 1 para *Melocactus peruvianus* es significativamente mayor ($p \leq 0,05$) que el tratamiento 2. El TF indica que existe diferencia significativa entre las especies y tratamientos.

Co

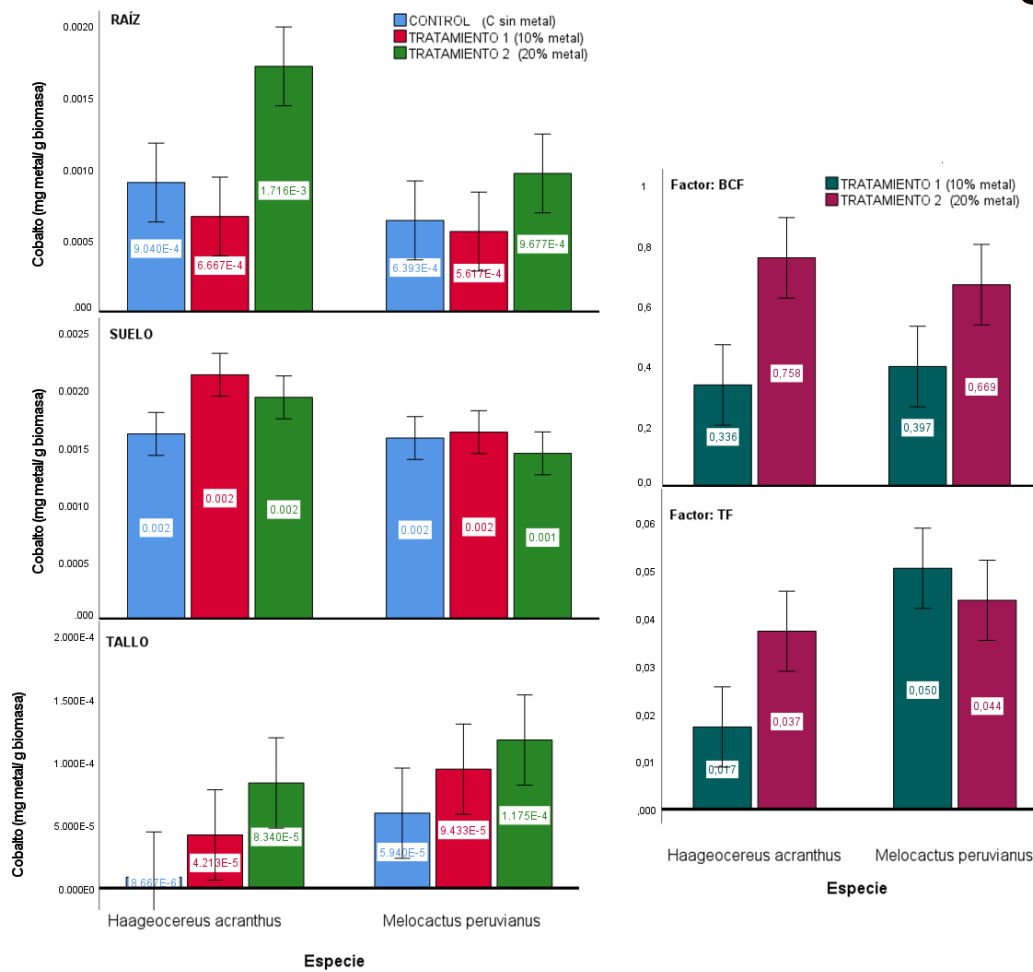


Figura 4. Absorción de Cobalto (Co) en *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*

La absorción de cobalto en las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus* (figura 4), indica que en la raíz de *Haageocereus acranthus* posee diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en el tratamiento 1 (10% de metal) y el tratamiento 2 (20% de metal). En el tallo no se encontró diferencia significativa en la especie *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*. Finalizado el experimento en el suelo muestra que no se encontró ninguna diferencia significativa entre las especies o tratamientos. En el cálculo de BCF respecto a la raíz se observó que el tratamiento 2 para *Haageocereus acranthus* es significativamente mayor ($p \leq 0,05$) que el tratamiento 1, muy diferente a lo encontrado en *Melocactus peruvianus*, donde ambos tratamientos no se ven diferencia significativa. El TF al tallo indica que se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos 1 y 2 de *Haageocereus acranthus*.

Cr

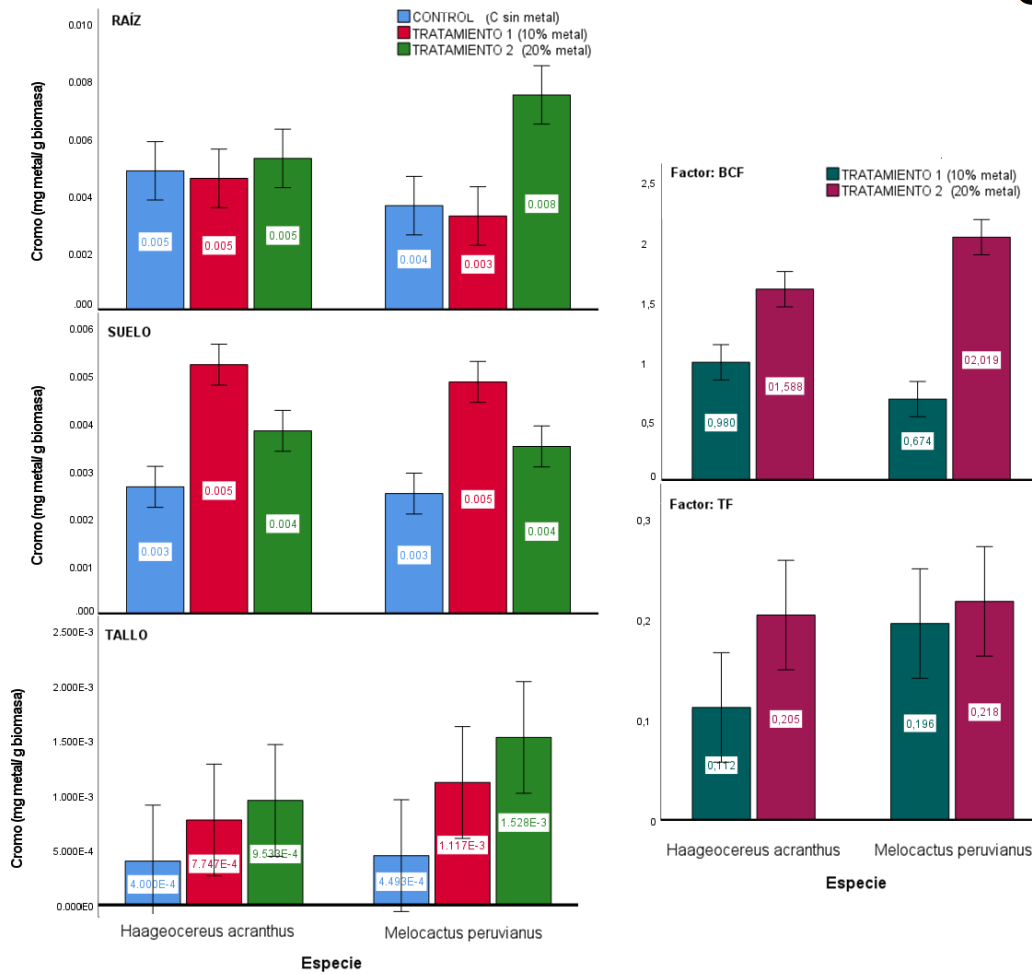


Figura 5. Absorción de Cromo (Cr) en *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*

La absorción de cromo en las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus Peruvianus* (figura 5), indica que en la raíz de *Melocactus peruvianus* existe diferencia significativa ($p \leq 0,05$) para el tratamiento 1 (10% de metal) y tratamiento 2 (20% de metal). En el tallo no se encontró ninguna diferencia significativa entre las especies o tratamientos. Al término del experimento, en los tratamientos el suelo se muestra diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*. En el cálculo de BCF respecto a la raíz se vio que en el tratamiento 2 para *Haageocereus acranthus* es significativamente mayor ($p \leq 0,05$) que el tratamiento 1, y de igual forma se ve diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en *Melocactus peruvianus* en su tratamiento 1 y tratamiento 2. El TF al tallo indica que no se encontró ninguna diferencia significativa entre las especies.

Cs

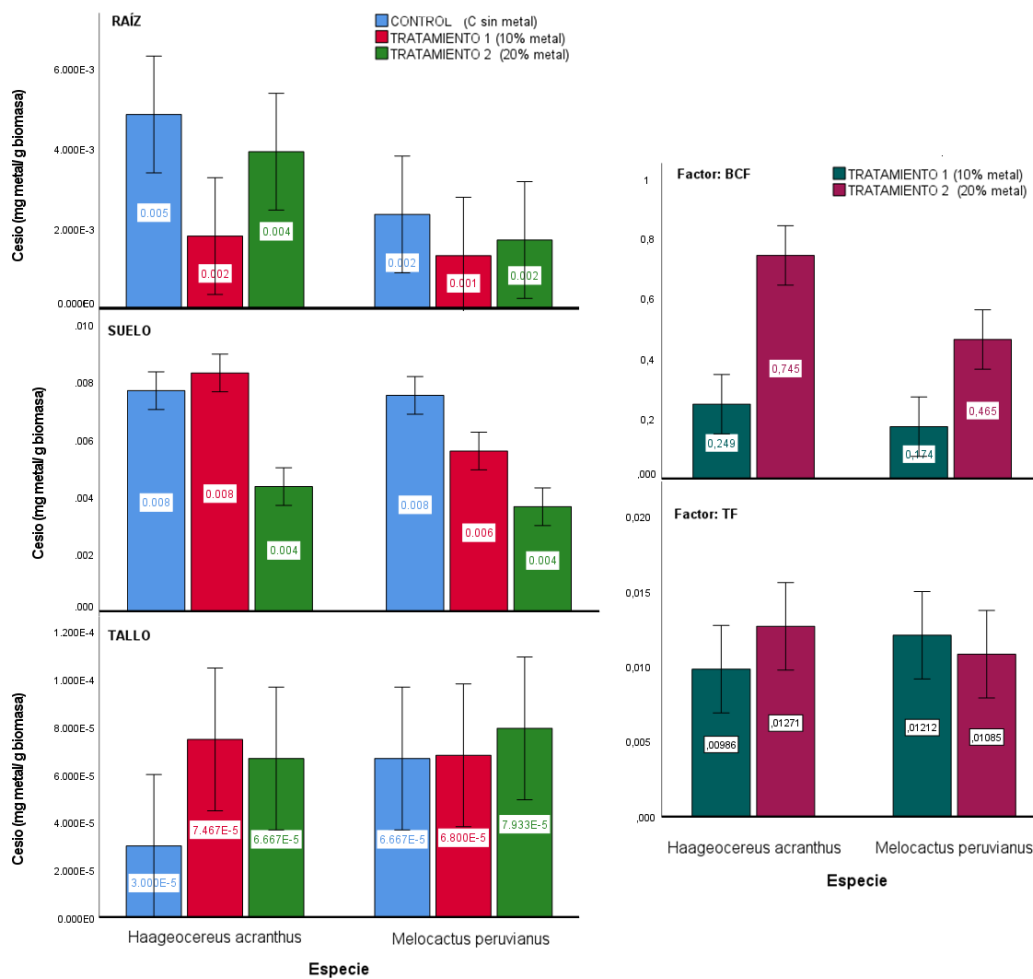


Figura 6. Absorción de Cesio (Cs) en *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*

La absorción de cesio en las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus* (figura 6), indica que en la raíz de ambas especies no se encuentra diferencia significativa para el tratamiento 1 (10% de metal) y tratamiento 2 (20% de metal). En el tallo no se encontró ninguna diferencia significativa entre las especies o tratamientos. Finalizando el experimento en el suelo, se pudo observar diferencia significativa ($p \leq 0,05$) entre el tratamiento 1 y tratamiento 2 de la especie *Haageocereus acranthus* como también en tratamiento 1 y tratamiento 2 de *Melocactus peruvianus*. El cálculo CF respecto a la raíz se vio que en el tratamiento 2 de *Haageocereus acranthus* es significativamente mayor ($p \leq 0,05$) que el tratamiento 1, y a su vez es mayor que lo encontrado en *Melocactus peruvianus* en la cual también se ven diferencia significativa. El TF hacia el tallo indica que no se encontró ninguna diferencia significativa entre las especies.

Cu

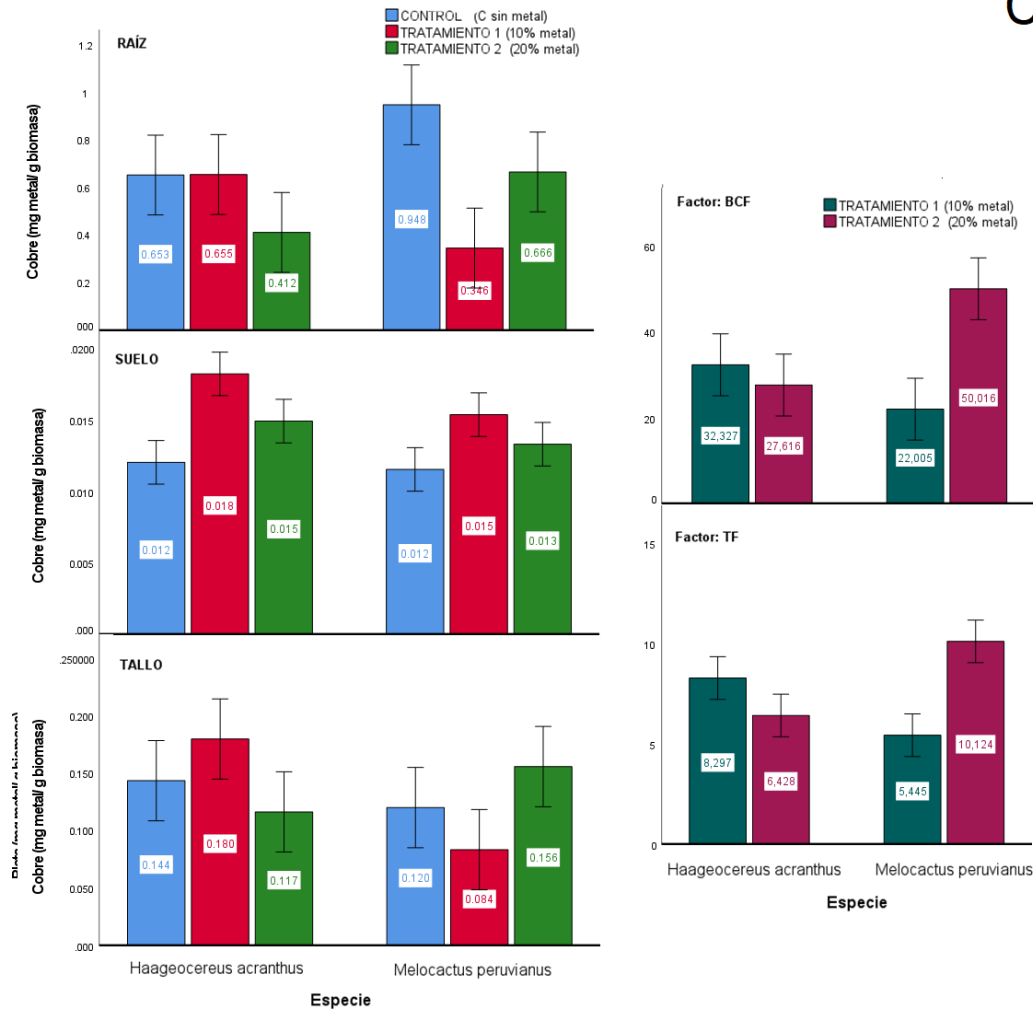


Figura 7. Absorción de Cobre (Cu) en *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*

La absorción de cobre en las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus* (figura 7), indica que la raíz no tiene diferencia significativa en el tratamiento 1 (10% de metal) y el tratamiento 2 (20% de metal) para *Haageocereus acranthus* y pero si tiene diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en el tratamiento 1 y 2 de *Melocactus peruvianus*. En el tallo no se encontró diferencia significativa en la especie *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*. Al término del experimento en el suelo, no existe ninguna diferencia significativa entre las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*. El cálculo de BCF respecto a la raíz se vio que solo tratamiento 2 para *Melocactus peruvianus* es significativamente mayor ($p \leq 0,05$) que el tratamiento 1. El TF hacia el tallo indica que solo se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en el *Melocactus Peruvianus*.

Fe

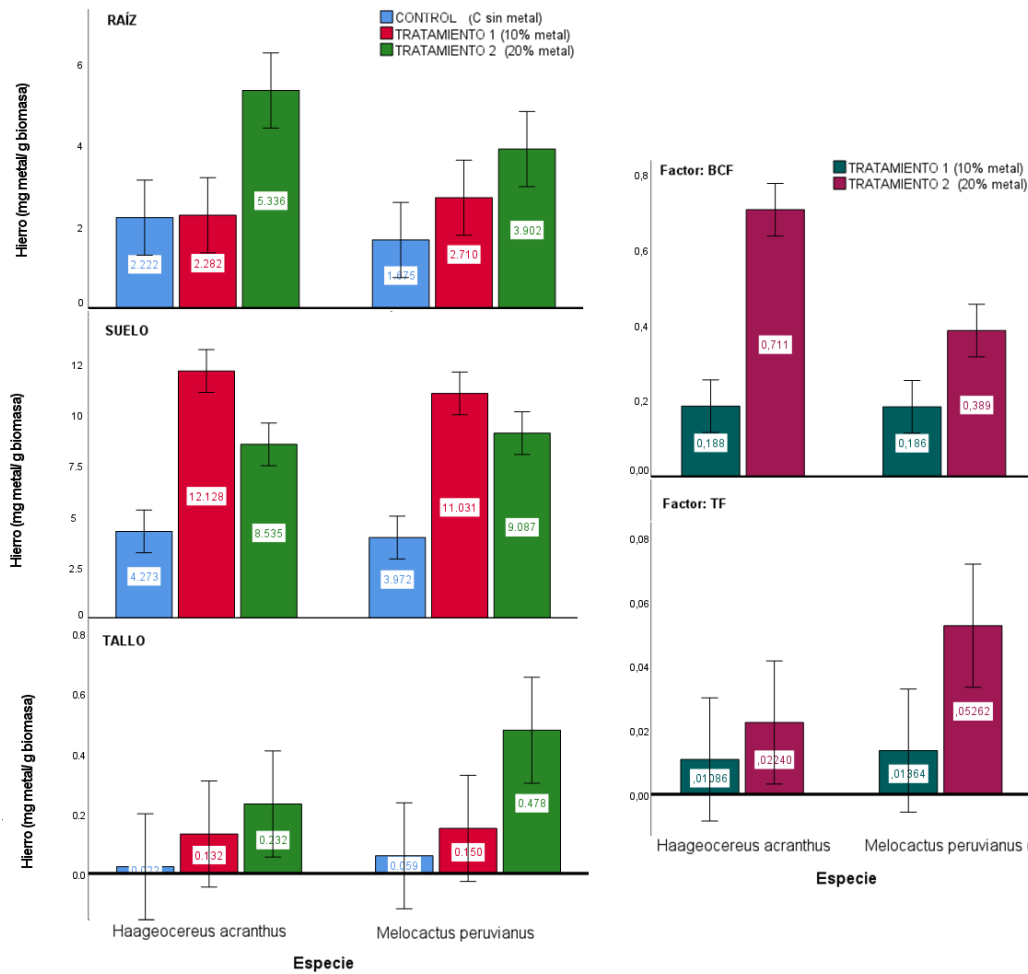


Figura 8. Absorción de Hierro (Fe) en *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*

La absorción de hierro en las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus* (figura 8), indica que la raíz de *Haageocereus acranthus* tiene diferencia significativa ($p \leq 0,05$) para el tratamiento 1 (10% de metal) y tratamiento 2 (20% de metal). En el tallo no se encontró diferencia significativa en las especies. Finalizando el experimento, en el suelo se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en *Haageocereus acranthus* para el tratamiento 1 y tratamiento 2. El BCF respecto a la raíz se observó que el tratamiento 2 para *Haageocereus acranthus* es significativamente mayor ($p \leq 0,05$) que el tratamiento 1, y a su vez *Melocactus peruvianus* tiene diferencia significativa en ambos tratamientos. El TF al tallo indica que no se encontró ninguna diferencia significativa entre las especies.

Ga

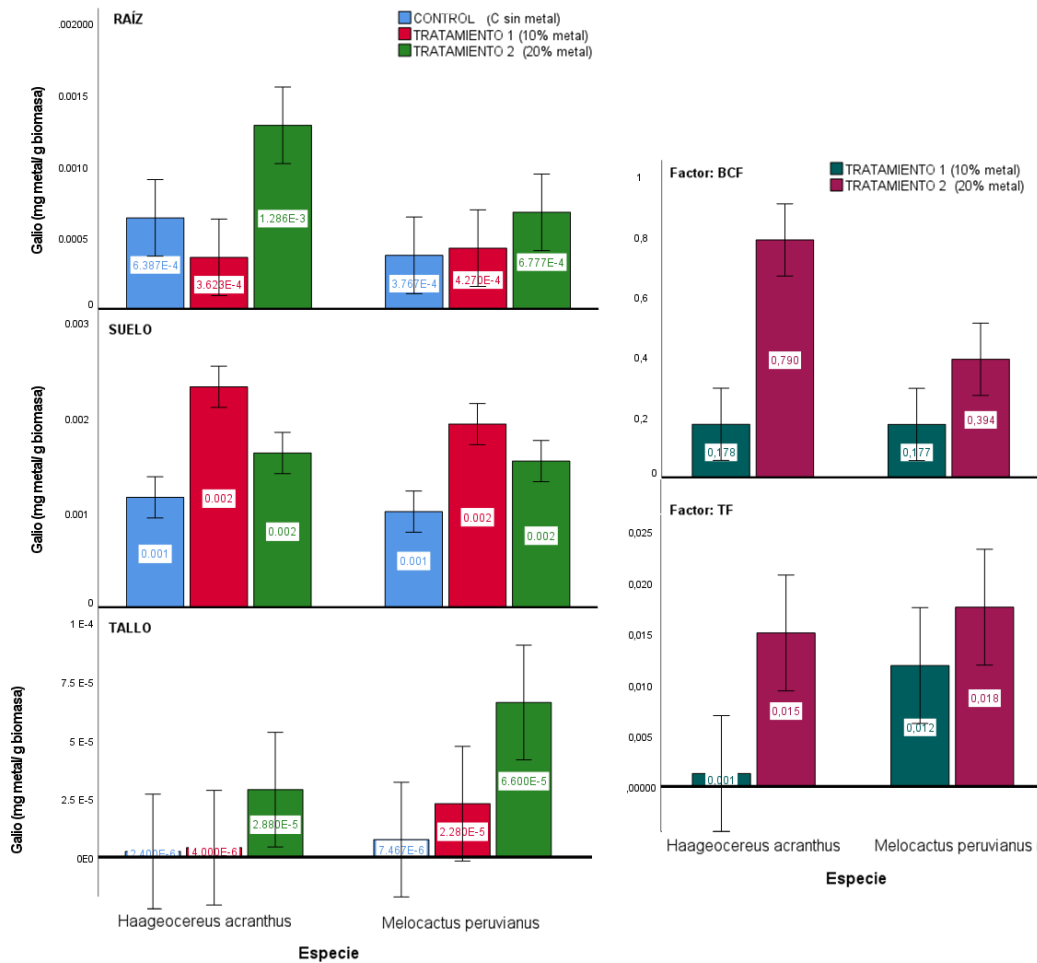


Figura 9. Absorción de Galio (Ga) en *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*

La absorción de galio en las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus* (figura 9), indica que la absorción en la raíz de *Haageocereus acranthus* tiene diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en el tratamiento 1 (10% de metal) y tratamiento 2 (20% de metal). En el tallo no se encontró diferencia significativa en las especies. La absorción de metal en el suelo muestra que se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en *Haageocereus acranthus* en tratamiento 1 y tratamiento 2. En el cálculo de BCF respecto a la raíz se vio que en el tratamiento 2 para *Haageocereus acranthus* es significativamente mayor ($p \leq 0,05$) que el tratamiento 1. El TF indica que se encontró diferencia significativa en la especie *Haageocereus acranthus*.

Mn

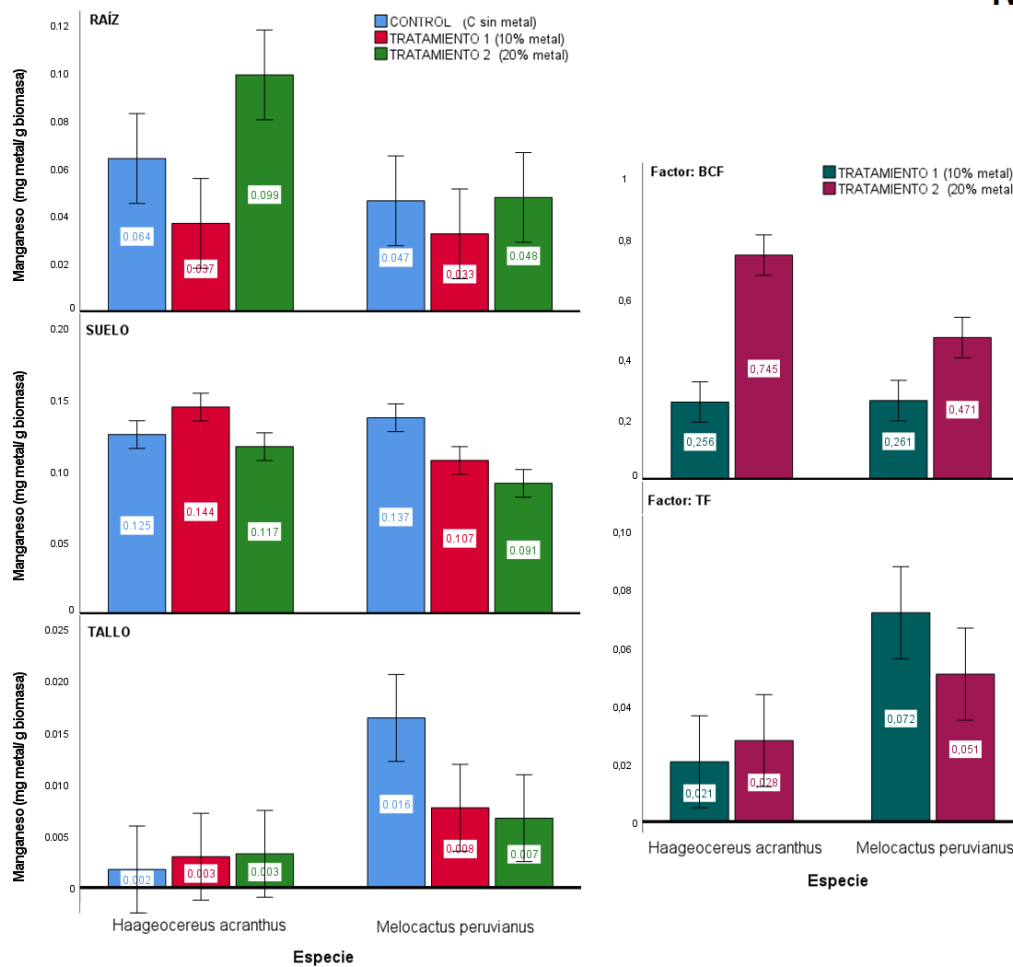


Figura 10. Absorción de Manganese (Mn) en *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*

La absorción de manganeso en las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus* (figura 10), indica que en la raíz de *Haageocereus acranthus* posee diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en el tratamiento 1 (10% de metal) y tratamiento 2 (20% de metal). En el tallo no se encontró diferencia significativa en las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*. La absorción de metal en el suelo muestra que se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en *Haageocereus acranthus* siendo mayor la absorción en el tratamiento 1 que el tratamiento 2. En el cálculo de BCF respecto a la raíz se vio que en el tratamiento 2 para *Haageocereus acranthus* es significativamente mayor ($p \leq 0,05$) que el tratamiento 1, y a su vez es mayor que lo encontrado en *Melocactus peruvianus* en la cual ambos tratamientos no se ven diferencia significativa. El TF indica que no se encontró ninguna diferencia significativa entre los tratamientos por especies.

Mo

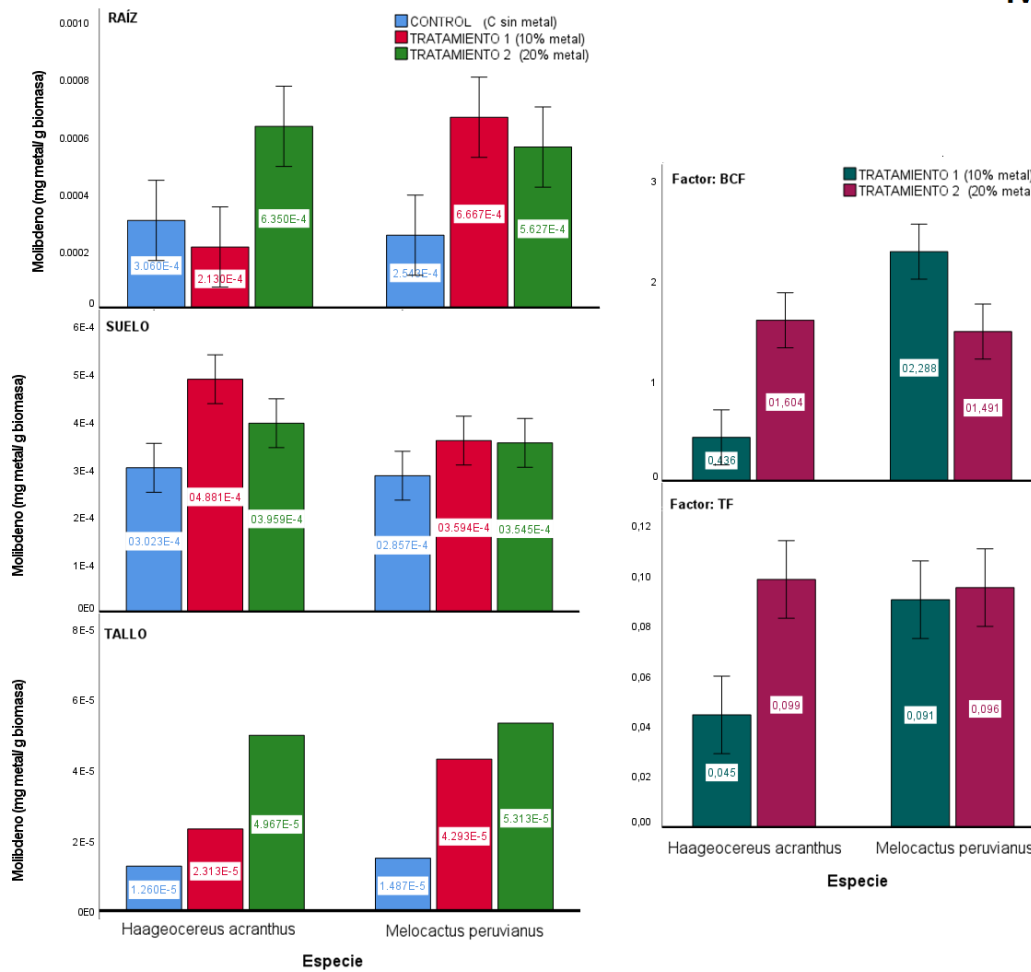


Figura 11. Absorción de Molibdeno (Mo) en *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*

La absorción de molibdeno en las especies *Haageocereus acranthus* y *melocactus peruvianus* (figura 11), indica que en la raíz de *Haageocereus acranthus* se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) para el tratamiento 1 (10% de metal) y tratamiento 2 (20% de metal). En el tallo solo se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) para los tratamientos de la especie *Haageocereus acranthus*. La absorción de metal en el suelo muestra que no se encontró ninguna diferencia significativa entre las especies o tratamientos. El cálculo de BCF respecto a la raíz se vio que en el tratamiento 2 para *Haageocereus acranthus* es significativamente mayor ($p \leq 0,05$) que el tratamiento 1, y a su vez *Melocactus peruvianus* también posee diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en sus tratamientos. El TF indica que se encontró diferencia significativa en la especie *Haageocereus acranthus*.

Pb

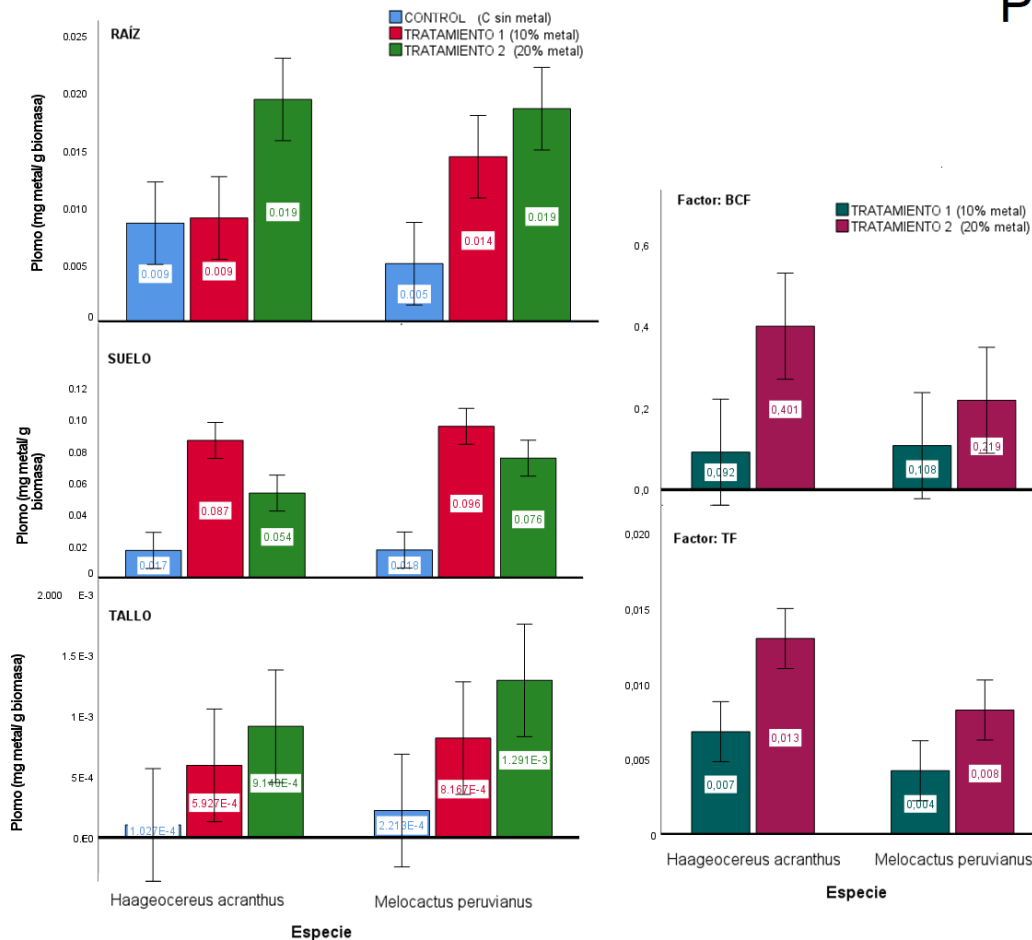


Figura 12. Absorción de Plomo (Pb) en *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*

La absorción de plomo en las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus* (figura 12), indica que en la raíz de *Haageocereus acranthus* es significativa ($p \leq 0,05$) para el tratamiento 1 (10% de metal) y tratamiento 2 (20% de metal). En el tallo no se encontró diferencia significativa en las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*. En el suelo, muestra que se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en el tratamiento 1 y tratamiento 2 de la especie *Haageocereus acranthus*. El BCF respecto a la raíz se observó que en el tratamiento 2 para *Haageocereus acranthus* es significativamente mayor que el tratamiento 1, y a su vez es mayor que lo encontrado en *Melocactus peruvianus*. El TF indica que se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en *Haageocereus acranthus* para cada uno de los tratamientos.

Sb

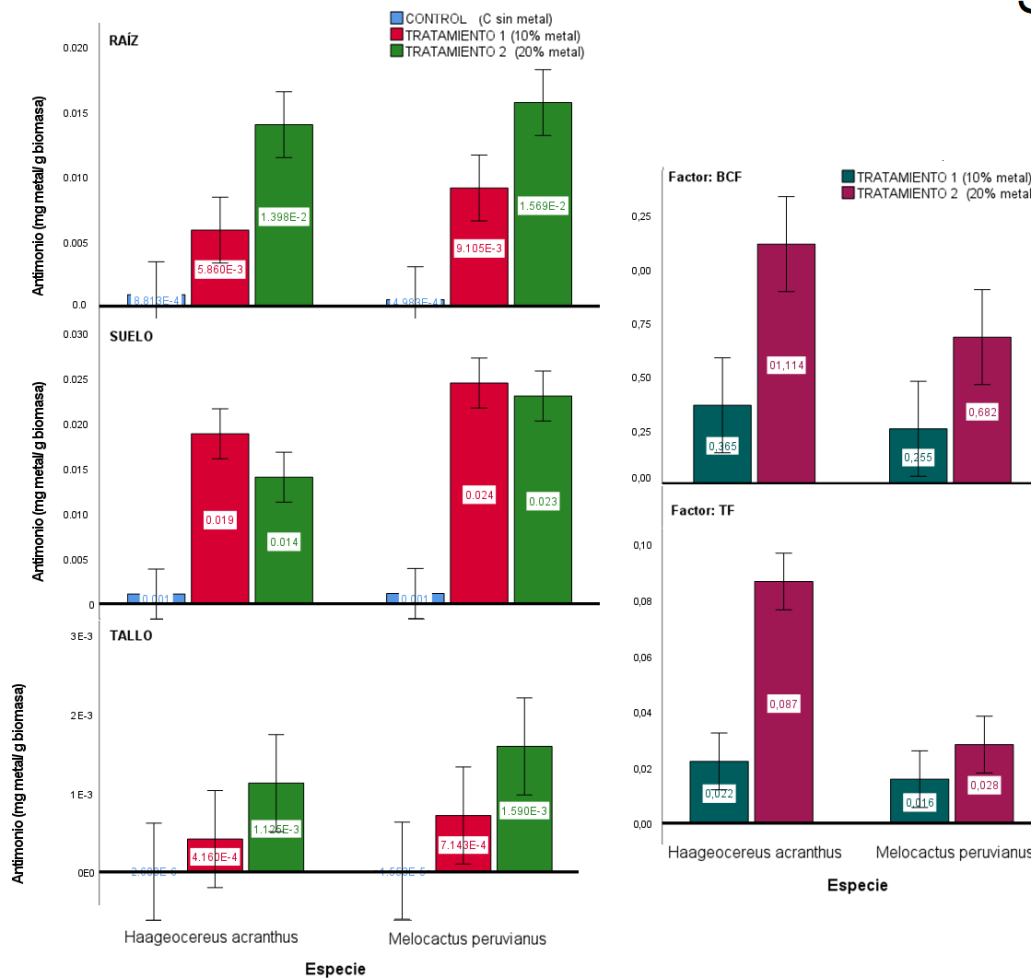


Figura 13. Absorción de Antimonio (Sb) en *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*

La absorción de antimonio en las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus* (figura 13), indica que en la raíz de *Haageocereus acranthus* existe diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en el tratamiento 1 (10% de metal) y tratamiento 2 (20% de metal), de igual forma existe diferencia significativa en el tratamiento 1 y tratamiento 2 de *Melocactus peruvianus*. En el tallo no se encontró diferencia significativa en las especies *Haageocereus acranthus*. La absorción de metal en el suelo muestra que no se encontró ninguna diferencia significativa en cada tratamiento por especie. El BCF respecto a la raíz se vio que en el tratamiento 2 para *Haageocereus acranthus* es significativamente mayor ($p \leq 0,05$) que el tratamiento 1, y a su vez es mayor que lo encontrado en *Melocactus peruvianus*. El TF indica que se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en *Haageocereus acranthus* para el tratamiento 1 y tratamiento 2.

Zn

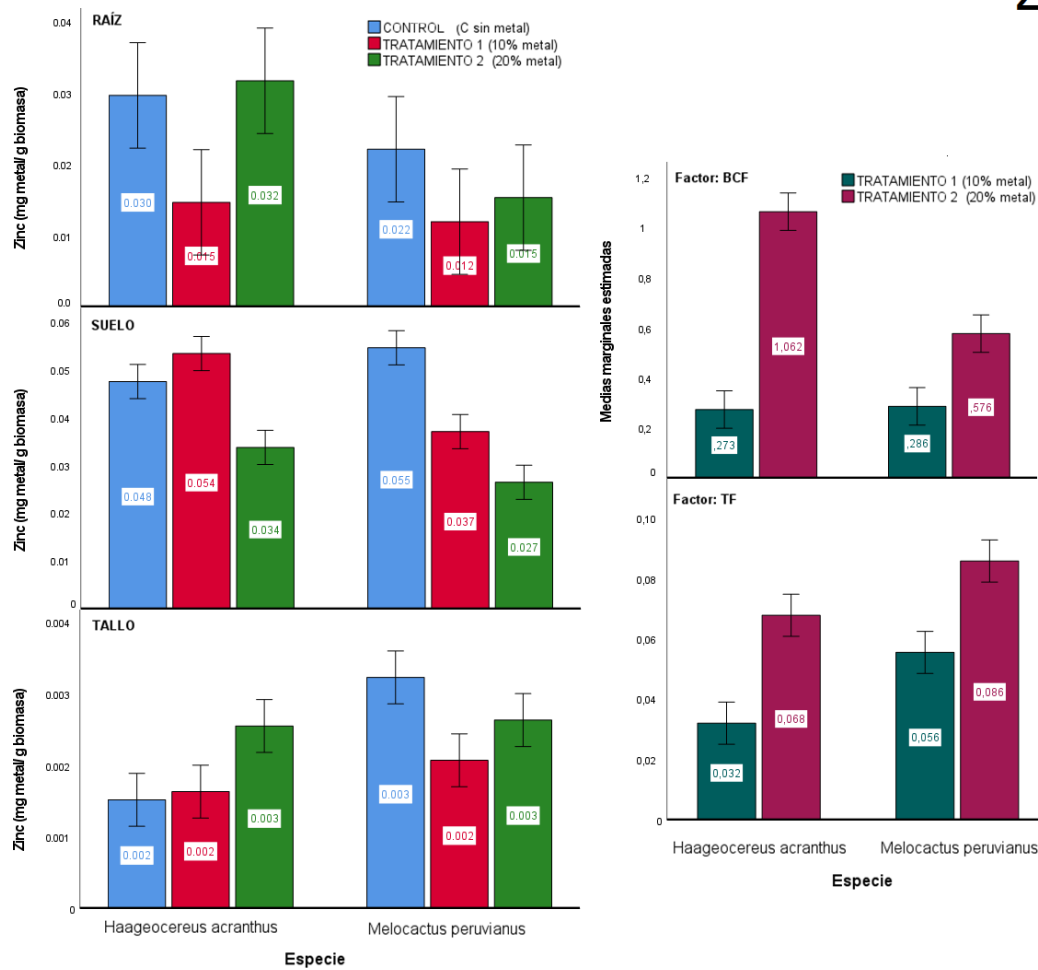


Figura 14. Absorción de Zinc (Zn) en *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus*

La absorción de zinc en las especies *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus* (figura 14), indica que en la raíz de *Haageocereus acranthus* existe diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en el tratamiento 1 (10% de metal) y tratamiento 2 (20% de metal). En el tallo solo se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en los tratamientos de la especie *Haageocereus acranthus*. La absorción de metal en el suelo muestra que no se encontró ninguna diferencia significativa entre las especies o tratamientos. El BCF respecto a la raíz, se observó que en el tratamiento 2 para *Haageocereus acranthus* es significativamente mayor ($p \leq 0,05$) que el tratamiento 1, y a su vez es mayor que lo encontrado en *Melocactus peruvianus*, no teniendo ninguna diferencia significativa entre ambos. El TF indica que se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en el tratamiento 1 y tratamiento 2 de *Haageocereus acranthus*.

DISCUSIÓN

Las plantas que se usan para la fitorremediación deben tener el potencial de bioacumular los metales en sus tejidos y siempre tender a ser hiperacumuladoras (Moameri et al. 2017), por lo que en este experimento encontramos dos cactus con este potencial de bioacumular multimetales.

En el caso del **Plomo (Pb)** (figura 12) hubo mayor acumulación en la raíz en *Haageocereus acranthus* a mayor concentración del relave en el suelo arenoso, tal así que en el suelo se reduce la concentración del metal. sin embargo, no hubo traslocación del metal hacia la parte aérea, quedándose hiperacumulando en las raíces del cactus. Comparando este cactus y su BCF encontrado contra otras especies, vimos que hay mucha variabilidad entre los tipos de plantas reportadas, por ejemplo en *Haageocereus acranthus* tuvimos un BCF de 0,4, al compararla con las hierbas como *Brassica juncea* (0,088; Moameri et al. 2017) el cactus tienen mayor poder de bioacumular en la raíz el plomo, menor al valor de BCF (mayor que 1) de las plantas con potencial de fitorremediadoras *Cerastium dichotomum* (hierba) y *Sesamum indicum L* (sésamo) (Hesami, Salimi y Ghaderian 2018; Amin 2018). En *Haageocereus acranthus* no dio un BCF similar al de las plantas *Salix mucronata* (0,48, sauce) *Axonopus sp* (0,41; grama reportado por El-Mahrouk (2019) y Yongpisanphop (2017) y que aunque tuvieron tolerancia a los metales de suelo no mostraron el potencial de captar el metal de suelo y movilizarlo hacia las hojas de la copa con 0,41 en. Por lo que se podría proponer *Haageocereus acranthus* como potencial fitorremiadora a largo plazo para el plomo. Además el valor de translocación de la fitorremediación con *Haageocereus acranthus* fue de 0,013 al 20% es similar comparado con las especies *Echium amoenum*, *Taeniatherum crinitum* y *Gundelia tournefortii* estudiadas por Moameri (2017) y con un valor muy inferior a *Trifolium repens* de Meza (2020) y *Pennisetum clandestinum*, de Lezama y Saldaña (2017) que nos indica que el metal se quedaría secuestrado en las raíces del cactus *Haageocereus acranthus*.

La absorción de **zinc (Zn)** (figura 14) de *Haageocereus acranthus* y *Melocactus peruvianus* fue exitosa en este caso. En el suelo residual quedó siempre menor cantidad de Zinc cuando se aplicó tratamiento con el 20% de metal comparado con lo reportado por Moameri (2017). La absorción (BCF) del suelo a la raíz fue mayor a 1 (1,06) en *Haageocereus acranthus* y de 0,576 en *Melocactus peruvianus* que indicaría que el primer cactus tiene el doble de poder de bioadsorción de este metal y sería candidata a planta fitorremediadora extrayendo el total del metal en el suelo, coincidiendo con el valor reportado de BCF para las especies estudiadas por He (2021) y Korzeniowska (2015). Banerjee (2019) tuvo como resultado en suelo de mina 4,84 con la especie *Chrysopogon zizanioides* (L.) lo que es un resultado a una sobreexposición del metal, y validaría nuestro resultado al tener alrededor de la cuarta parte de metales en proporción, de igual forma Moameri (2017) con *Tragopogon collinus* mostró un BCF de 0,31 siendo de bajo potencial de fitorremediación de zinc. El TF indica la translocación de la raíz a la hoja fue de 0,086 para *Melocactus peruvianus* menor a los reportado por Moameri (2017) en *Gundelia tournefortii* o cardo que fue de 0,9, y mucho menor que el 2,39 reportado por Hesami (2018) en *Allium longivaginatatum* o Meza (2020) con 3,61 con *Trifolium repens* que también fueron plantas que crecen en ambientes colindantes con minas. Por lo que en este metal solo se sugeriría a *Haageocereus acranthus* como potencial planta fitoextractora y tras la adaptación podría convertirse en fitorremediadora.

Para el caso del **cobre (Cu)** (figura 7), obtuvimos valores de absorción (BCF) en *Melocactus peruvianus* (50,016) siendo mayor a lo reportado anteriormente por Ghazaryan (2017) con la especie *Allium cepa L.* (Cebolla) que fue de 18,84 y 10,8 de

Saleh (2020) con *Myriophyllum spicatum*, muy diferente a los estudios realizados por Saleh (2017), Goswami (2016) y Lorestani (2011) que reportaron valores ínfimos en comparación con el BCF hallado en este estudio. En cuanto a la translocación también se tuvo valores altos en *Melocactus peruvianus* (10,124), comparado con los reportes de Banerjee (2019) con la especie *Chrysopogon zizanioides* de 1,578 como también de Korzeniowska (2015), Banerjee (2019) y Pereira (2020) pero mucho menor a los valores reportados por El-Mahrouk (2019) en su investigación con la especie *Salix mucronata* (117,68). Es por ello, que este caso *Melocactus peruvianus* puede ser un potencial fitorremediador para este metal y al igual que las plantas reportadas líneas antes podría ser una fitoextractora para metales no esenciales estables en ambientes mineros, sin que esta acumulación del metal en los tejidos de la planta suponga toxicidad para la misma (Korzeniowska, 2015), Banerjee, 2019) y Pereira, 2020).

La absorción de **plata (Ag)** (figura 2) en *Haageocereus acranthus* muestra un valor BCF de 0,097 y 0,423, mientras que en *Melocactus peruvianus* fue de 0,161 y 0,190, esto fue menor a lo repetido por Wang (2019) con la especie *Pinus massoniana* ((2,419) y el (1,12) hallado por Lezama y Saldaña (2017) en *Pennisetum clandestinum*, pero con valores más cercanos a los valores hallado en el estudio de Giraldo (2016) con *Salix chilensis* (0,08) y *Tessaria integrifolia* (0,47). Sin embargo, estas especies no translocan la plata hacia la parte aérea de forma diferenciado y significativa por lo que no se recomiendan para ser potenciales fitorremediadoras al igual que las plantas mencionadas líneas arriba en los estudios anteriores, aunque sean plantas adaptadas a los ambientes específicos donde puedan remediar los relaves.

La absorción de **antimonio (Sb)** (figura 13) fue de 1,114 *Haageocereus acranthus* y de 0.692 *Melocactus peruvianus*, mucho mayor que los 0,05 obtenidos con *Trifolium repens* por Lezama (2017) y menor comparado con lo reportado por Daryabeigi (2020) en la especie *Sorghum bicolor* con un valor de 2,18. El *Haageocereus acranthus* es mucho mejor para esta fitoremediación, siendo mayor al valor de 0.57 reportado por Yu (2020) con *Vetiveria zizanioides*. El TF de *Haageocereus acranthus* fue 0.089, siendo menor a lo reportado por Giraldo (2016) y Marrugo-Negrete (2020) con las especies *Solanum hispidum* y *Capsella bursa-pastoris* respectivamente. Por lo que *Haageocereus acranthus* es una potencial fitorremediadora para la extracción de antimonio del suelo. En cuanto al BCF de **molibdeno (Mo)** (figura 11), fue mayor a lo estudiado por Ghazaryan (2019) donde reporto *Melilotus officinalis* en 0,65 y 1,43 como también *Amaranthus retroflexus* en 0,29 y 0,39, mientras que en nuestro estudio para *Haageocereus acranthus* fue de 1,064. Observando *Haageocereus acranthus* como una posible opción a usar para remediación de pasivos en ambientes ácidos. El TF encontrado en *Haageocereus acranthus* fue de 0,099 siendo el resultado muy similar al *Melilotus officinalis* (0,08) de Ghazaryan (2019) pero muy por debajo de los resultados obtenidos por Giraldo (2016) y sus especies *Ludwigia octovalvis* y *Emex spinosa*. Así *Haageocereus acranthus* si es una potencial fitorremediadora de molibdeno en ambientes áridos.

En el **hierro (Fe)** (figura 8), el BCF de *Haageocereus acranthus* fue 0,711, mucho mayor al resultado obtenido por Banerjee (2019) con vetiver o *Chrysopogon zizanioides* que fue 0,208 en el suelo de mina, al igual que lo 0,003 obtenido por Izquierdo (2020) con *Muehlenbeckia tamnifolia* y 0,411 vid cv Tamjanika reportado por Alagić (2018). En cuanto al TF de 0,5262 fue mucho menor que lo obtenido por Lorestani (2011) en *Chondrilla juncea* y mayor que los resultados obtenidos por Lezama (2017) así como por Dávila y Walter (2017). Por lo que *Haageocereus acranthus* sería una potencial fitorremediadora a largo plazo para hierro ya que al igual que el vetiver tiene la capacidad de tolerar el metal activando sus mecanismos de protección o reducción de daños.

El BCF para **galio (Ga)** (figura 9) fue de 0,79 en *Haageocereus acranthus* y en 0,394 para *Melocactus peruvianus*. En cuanto al TF el resultado fue 0,015 para *Haageocereus acranthus* y 0,018 para *Melocactus peruvianus*. Siendo el primer precedente de absorción de este metal en los cactus. El BCF de **manganeso (Mn)** (figura 10) de *Haageocereus acranthus* fue de 0,745, siendo similar a *Chrysopogon zizaniodes* de Banerjee (2019) con 0,748 en suelo y de 0,471 en *Melocactus peruvianus* superior a lo encontrado en - *Broussonetia papyrifera* (0,62 - 0,154) de Huang (2019) y el resultado (0,02 – 0,3) reportado por Alagić (2018). El TF fue de 0,028 para *Haageocereus acranthus* y 0,072 para *Melocactus peruvianus* y esos fueron menores a lo reportado en los estudios reportado por Banerjee (2019), Huang (2019) y Alagić (2018). Por lo que *Haageocereus acranthus* sería una potencial fitorremediadora a largo plazo para el manganeso ya que secuestra el metal en la raíz y al igual que el vetiver haya poca translocación hacia los brotes.

CONCLUSIÓN

Haageocereus acranthus y *Melocactus peruvianus* son potenciales biorremediadores para ambientes de suelos áridos, siendo el mejor candidato el *Haageocereus acranthus* para la fitorremediación de Zinc, Antimonio, Molibdeno y en menor proporción para la fitorremediación de Hierro y Galio. Por otro lado, para el caso del Cobre, el *Melocactus peruvianus* es quien presento mayor potencial fitorremediador.

Ambas funcionan bien en condiciones de suelos áridos y podrían ser una alternativa sostenible de remediación sin necesidad de cuidados para su crecimiento, tampoco sugieren riesgo por no constituir alimento animal ni humano, así se podría plantear una alternativa de enfoque ecológico para la recuperación de los 4200 relaves mineros de alta peligrosidad en la costa del Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adki, V., Jadhav, J. P., y Bapat, V. A. (2012). Exploring the phytoremediation potential of cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm. Dyck.) cell cultures for textile dye degradation. *International Journal of Phytoremediation*, 14, 554–569. <https://doi.org/10.1080/15226514.2011.619226>
- Adki, V. S., Jadhav, J. P., y Bapat, V. A. (2014). At the cross roads of environmental pollutants and phytoremediation: A promising bio remedial approach. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 23(2), 125–140. <https://doi.org/10.1007/s13562-013-0250-6>
- Alagić, S., Tošić, S., Dimitrijević, M., Nujkić, M., Papludis, A., y Fogl, V. (2018). The content of the potentially toxic elements, iron and manganese, in the grapevine cv Tamjanika growing near the biggest copper mining/metallurgical complex on the Balkan peninsula: phytoremediation, biomonitoring, and some toxicological aspects. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(34), 34139–34154. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3362-7>
- Alvarez, A., y Polti, M. A. (2014). Bioremediation in Latin America: Current research and perspectives. *Bioremediation in Latin America: Current Research and Perspectives*, 1–308. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05738-5>
- Amin, H., Arain, B. A., Jahangir, T. M., Abbasi, M. S., y Amin, F. (2018). Accumulation and distribution of lead (Pb) in plant tissues of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.): profitable phytoremediation with biofuel crops. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 2(1), 51–60. <https://doi.org/10.1080/24749508.2018.1452464>
- Banco Central de Reserva del Perú. (2021). Actividad Económica: Enero 2021. En *Notas de Estudios del BCR*. Recuperado de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Notas-Estudios/2021/nota-de-estudios-21-2021.pdf>
- Banerjee, R., Goswami, P., Lavania, S., Mukherjee, A., y Lavania, U. C. (2019). Vetiver grass is a potential candidate for phytoremediation of iron ore mine spoil dumps. *Ecological Engineering*, 132(January), 120–136. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.10.012>
- Becerril, J. M., Barrutia, O., García, J. I., Hernández, A., Olano, J. M., y Garbisu, C. (2007). *Especies nativas de suelos contaminados por metales : aspectos ecofisiológicos y su uso en fitorremediación*. 16(2), 50–55.
- Bello, A. O., Tawabini, B. S., Khalil, A. B., Boland, C. R., y Saleh, T. A. (2018). Phytoremediation of cadmium, lead and nickel contaminated water by *Phragmites australis* in hydroponic systems. *Ecological Engineering*, 120(May), 126–133. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.05.035>
- Castillo, L., Satalaya, C., Paredes, Ú., Encalada, M., Zamora, J., y Cuadros, M. (2021). *Pasivos ambientales mineros en el Perú: Resultados de la auditoría de desempeño sobre gobernanza para el manejo integral de los PAM*.
- Centro de investigación de economía y negocios globales. (2021). *Reporte de exportaciones*. Recuperado de https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2021/05/CIEN_REX_Marzo_2021-1.pdf

- Chappuis, M. (2019). Remediación y activación de pasivos ambientales mineros (PAM) en el Perú. *Medio Ambiente y Desarrollo*, 1–47.
- Daryabeigi, A., y Vaezi, A. (2020). Phytoremediation: Data on effects of titanium dioxide nanoparticles on phytoremediation of antimony polluted soil. *Data in Brief*, 31, 105959. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105959>
- Dávila, N. K., y Walter, L. C. (2017). Capacidad Fitorremediadora De Las Especies De Flora Herbácea Silvestre Con Mayor Valor De Importancia En La Zona De Pasivos Mineros El Sinchao, Distrito De Chugur, Provincia De Hualgayoc, Cajamarca – Perú 2017 (Universidad Privada del Norte). Recuperado de [http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13482/Dávila Mego%2C Nancy Karina%3B Walter Villegas%2C Lorena Chabeli.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13482/Dávila%20Mego%2C%20Nancy%20Karina%3B%20Walter%20Villegas%2C%20Lorena%20Chabeli.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- De Amat, F., y Ramos, W. (2016). *Dermatología peruana*.
- El-Mahrouk, E., Eisa, E., Hegazi, M., Abdel-Gayed, M., Dewir, Y., El-Mahrouk, M., y Naidoo, Y. (2019). Phytoremediation of cadmium , copper , and lead contaminated soil by *Salix mucronata* (Synonym *Salix safsaf*). *HortScience*, 54(7), 1249–1257. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14018-19>
- El Comercio. (2020, abril 13). *En el Perú hay 4.353 pasivos ambientales de alto riesgo*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/peru/peru-hay-4-353-pasivos-ambientales-alto-riesgo-178755-noticia/>
- Escobar-Alvarado, L. F., Vaca-Mier, M., López-Callejas, R., y Rojas-Valencia, M. N. (2018). Efficiency of opuntia ficus in the phytoremediation of a soil contaminated with used motor oil and lead, compared to that of lolium perenne and aloe barbadensis. *International Journal of Phytoremediation*, 20(2), 184–189. <https://doi.org/10.1080/15226514.2017.1365332>
- Ferrera-Cerrato, R., Alarcón, A., Mendoza-López, M. R., Sangabriel, W., Trejo-Aguilar, D., Cruz-Sánchez, J. S., ... Delgadillo-Martínez, J. (2007). Fitorremediación de un suelo contaminado con combustóleo utilizando *Phaseolus coccineus* y fertilización orgánica e inorgánica. *Agrociencia*, 41, 817–826.
- Ghazaryan, K. A., Movsesyan, H. S., Khachatryan, H. E., Minkina, T. M., y Sushkova, S. N. (2017). *Copper absorption status of agricultural plant species and their phytoremediation potential*. 51(2), 106–112.
- Ghazaryan, K., Movsesyan, H., Minkina, T., Sushkova, S., y Rajput, V. (2019). The identification of phytoextraction potential of *Melilotus officinalis* and *Amaranthus retroflexus* growing on copper- and molybdenum-polluted soils. *Environmental Geochemistry and Health*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10653-019-00338-y>
- Giraldo, L. (2016). Evaluación de la capacidad fitorremediadora de especies de las riberas del Río Santa para la remoción de metales pesados, periodo 2012 – 2013 (Universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo). Recuperado de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1903>
- Goswami, S., y Das, S. (2016). Copper phytoremediation potential of *Calandula officinalis* L. and the role of antioxidant enzymes in metal tolerance. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 126, 211–218. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.12.030>
- Hazra, M., Avishek, K., y Pathak, G. (2015). Phytoremedial Potential of *Typha latifolia*, *Eichornia crassipes* and *Monochoria hastata* found in Contaminated Water Bodies

Across Ranchi City (India). *International Journal of Phytoremediation*, 17(9), 835–840. <https://doi.org/10.1080/15226514.2014.964847>

He, H., Wu, M., Su, R., Zhang, Z., Chang, C., Peng, Q., ... Lambers, H. (2021). Strong phosphorus (P)-zinc (Zn) interactions in a calcareous soil-alfalfa system suggest that rational P fertilization should be considered for Zn biofortification on Zn-deficient soils and phytoremediation of Zn-contaminated soils. *Plant and Soil*, 461(1–2), 135. <https://doi.org/10.1007/s11104-021-04966-1>

Hesami, R., Salimi, A., y Ghaderian, S. M. (2018). Lead, zinc, and cadmium uptake, accumulation, and phytoremediation by plants growing around Tang-e Douzan lead–zinc mine, Iran. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(9), 8701–8714. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-1156-y>

Huang, H., Zhao, Y., Xu, Z., Zhang, W., y Jiang, K. (2019a). Physiological responses of *Broussonetia papyrifera* to manganese stress, a candidate plant for phytoremediation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 181(February), 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.05.063>

Huang, H., Zhao, Y., Xu, Z., Zhang, W., y Jiang, K. (2019b). Physiological responses of *Broussonetia papyrifera* to manganese stress, a candidate plant for phytoremediation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 181, 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.05.063>

Huaranga, F., Méndez, E., Quilcat, V., yHuaranga, F. (2012). Contaminación por metales pesados en la Cuenca del Río Moche, 1980 – 2010, La Libertad – Perú. *Scientia Agropecuaria*, 3, 235–247.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). *Perú Anuario de Estadísticas Ambientales 2016*.

Izquierdo, C., y López, C. (2020). Fitoextracción de metales pesados del suelo del pasivo ambiental minero Aurora-Patricia por las especies herbáceas *Carex mandoniana*, *Equisetum bogotense* y *Muehlenbeckia tamnifolia*, La Encañada, 2020 (Universidad Privada del Norte). Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/24007>

Korzeniowska, J., y Stanislawska-Glubiak, E. (2015). Phytoremediation potential of *Miscanthus x giganteus* and *Spartina pectinata* in soil contaminated with heavy metals. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(15), 11648–11657. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4439-1>

Lezama, J., y Saldaña, D. (2017). Identificación de flora herbácea con mayor valor de importancia y evaluación de su capacidad fitorremediadora en suelos contaminados, Tumbacucho 2018. Universidad Privada del Norte.

Lorestani, B., Cheraghi, M., y Yousefi, N. (2011). Phytoremediation potential of native plants growing on a heavy metals contaminated soil of copper mine in Iran. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 77(5), 377–382. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1056941>

Marrugo-Negrete, José Marrugo-Madrid, Siday Pinedo-Hernández, José Durango-Hernández, J., y Díez, S. (2020). Screening of native plants growing on a Pb/Zn mining area in eastern Morocco: Perspectives for phytoremediation. *Plants*, 9(11), 1–23. <https://doi.org/10.3390/plants9111458>

Mendoza, R. (2003). Efectos de la minería moderna en tres regiones del Perú. *Revista de Antropología*, 1, 31–70.

Meza, K. (2020). Capacidad fitoestabilizadora del *Plantago* mayor y *Trifolium repens* en mezcla de tierra agrícola y relave minero para extracción de Zn y Pb. Universidad nacional José Faustino.

Moameri, M., Jafri, M., Tavili, A., Motasharezadeh, B., y Zare, M. A. (2017). Rangeland Plants Potential for Phytoremediation of Contaminated Soils with Lead, Zinc, Cadmium and Nickel (Case Study: Rangelands around National Lead y Zinc Factory, Zanjan, Iran). *7*(2), 160–172.

Nasiru Alhaji, S., Asmau Umar, S., Muhammad Abdullahi, S., Kasimu, S., y Aliyu, S. (2020). Phytoremediation of Nickel, Lead and Manganese in Simulated Waste Water Using Algae, Water Hyacinth and Water Lettuce. *International Journal of Mineral Processing and Extractive Metallurgy*, *5*(2), 30. <https://doi.org/10.11648/j.ijmpem.20200502.12>

Ortega-Larrocea, M. del P., Xoconostle-Cázares, B., Maldonado-Mendoza, I. E., Carrillo-González, R., Hernández-Hernández, J., Garduño, M. D., ... González-Chávez, M. del C. A. (2010). Plant and fungal biodiversity from metal mine wastes under remediation at Zimapán, Hidalgo, Mexico. *Environmental Pollution*, *158*(5), 1922–1931. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.10.034>

Ostolaza Nano, C. (2014). *Todos los cactus del Perú* (Primera ed). Lima, Perú: Ministerio del Ambiente.

Pan, P., Lei, M., Qiao, P., Zhou, G., Wan, X., y Chen, T. (2019). Potential of indigenous plant species for phytoremediation of metal(loid)-contaminated soil in the Baoshan mining area, China. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*(23), 23583–23592. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05655-4>

Pereira, W., Valter, W., Medrado, D., Marques, O., Bastos, C., y Rodrigues, A. (2020). Phytoremediation potential of *Khaya ivorensis* and *Cedrela fissilis* in copper contaminated soil. *Journal of Environmental Management*, *268*(January), 110733. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110733>

Rahayu, A., Utami, S. R., Rayes, M. L., Nita, I., Listyarini, E., Kusuma, Z., ... Widowati, L. (2020). *Inventario de Pasivos Ambientales*. *18*(2).

Rimarachin-Varas, P., y Huaranga-Moreno, F. (2015). Tratamiento de aguas de efluentes minero – metalúrgicos utilizando, métodos pasivos y activos en sistemas experimentales. *Sciéndo*, *18*(2), 20–29.

Romero, A., Flores, S., y Medina, R. (2008). Estudio de los metales pesados en el relave abandonado de Ticapampa. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG*, *11*, 13–16.

Salas-Luévano, M. A., Mauricio-Castillo, J. A., González-Rivera, M. L., Vega-Carrillo, H. R., y Salas-Muñoz, S. (2017). Accumulation and phytostabilization of As, Pb and Cd in plants growing inside mine tailings reforested in Zacatecas, Mexico. *Environmental Earth Sciences*, *76*(23). <https://doi.org/10.1007/s12665-017-7139-y>

Saleh, H., Bayoumi, T. A., Mahmoud, H. H., y Aglan, R. F. (2017). Uptake of cesium and cobalt radionuclides from simulated radioactive wastewater by *Ludwigia stolonifera* aquatic plant. *Nuclear Engineering and Design*, *315*, 194–199. <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2017.02.018>

Saleh, H. M., Moussa, H. R., Mahmoud, H. H., El-Saied, F. A., Dawoud, M., y Abdel Wahed, R. S. (2020). Potential of the submerged plant *Myriophyllum spicatum* for

treatment of aquatic environments contaminated with stable or radioactive cobalt and cesium. *Progress in Nuclear Energy*, 118(September 2019), 103147. <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2019.103147>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2018). Mapa Climático del Perú. Recuperado de Clima website: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>

Shedbalkar, U. U., Adki, V. S., Jadhav, J. P., y Bapat, V. A. (2010). Opuntia and Other Cacti: Applications and Biotechnological Insights. *Tropical Plant Biology*, 3(3), 136–150. <https://doi.org/10.1007/s12042-010-9055-0>

Shi, X., Chen, Y. T., Wang, S. F., Pan, H. W., Sun, H. J., Liu, C. X., y Jiang, Z. P. (2016). Phytoremediation potential of transplanted bare-root seedlings of trees for lead/zinc and copper mine tailings. *International Journal of Phytoremediation*, 18(11), 1155–1163. <https://doi.org/10.1080/15226514.2016.1189399>

Sundara, K., Ismail, A., Karam, D. S., y Muharam, F. M. (2016). Phytoremediation Studies on Soils Contaminated with Heavy Metals in Malaysia: A Review Article. *American-Eurasian Journal Of Agricultural & Environmental Sciences*, 16(November), 1522–6514. <https://doi.org/10.5829/idosi.ajeaes.2016.1504.1514>

The Weather Channel. (2021). Tiempo mensual-Villa El Salvador, Provincia de Lima. Recuperado de <https://weather.com/es-PE/tiempo/mensual//ee3f932b835b9b94b435ee362327426e31114ea1a13006aa3158238ec5a0789c>

Vishali, S., y Karthikeyan, R. (2015). Cactus opuntia (ficus-indica): an eco-friendly alternative coagulant in the treatment of paint effluent. *Desalination and Water Treatment*, 56(6), 1489–1497. <https://doi.org/10.1080/19443994.2014.945487>

Wang, Z., Liu, X., y Qin, H. (2019). Bioconcentration and translocation of heavy metals in the soil-plants system in Machangqing copper mine, Yunnan Province, China. *Journal of Geochemical Exploration*, 200, 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2019.02.005>

Yongpisanphop, J., Babel, S., Kruatrachue, M., y Pokethitiyook, P. (2017). Phytoremediation Potential of Plants Growing on the Pb-Contaminated Soil at the Song Tho Pb Mine, Thailand. *Soil and Sediment Contamination*, 26(4), 426–437. <https://doi.org/10.1080/15320383.2017.1348336>

Yu, H., Yan, X., Zheng, X., Xu, K., Zhong, Q., Yang, T., ... Yan, Q. (2020). Differential distribution of and similar biochemical responses to different species of arsenic and antimony in *Vetiveria zizanioides*. *Environmental Geochemistry and Health*, 42(11), 3995–4010. <https://doi.org/10.1007/s10653-020-00658-4>

Anexos

Resultados de bibliografías consultadas para el proyecto

PLOMO						
Moameri (2017)	Stipa hohenackerinana	0.037	1.06			
	Hulthemia persica	0.018	1.35			
	Gundelia tournefortii	0.013	0.16			
	Brassica juncea	0.088	0.54			
	Astragalus effusus	0.002	0.99			
	Taeniatherum crinitum	0.013	0.59			
	Scanola orientalis	0.032	1.13			
	Tragopogon collinus	0.036	0.09			
	Descurainia sophia	0.001	9.34			
	Achillea millefolium	0.008	0.04			
	Centaurea virgata	0.01	0.41			
	Stachys lavandulifolia	0.005	1.5			
	echium amoenum	0.015	1.52			
	Wang (2019)	P. yunnanensis	Áreas de control	0.015	0.845	
Áreas contaminadas			-	1.362		
P. massoniana		Áreas de control	0.035	0.891		
		Áreas contaminadas	0.023	1.508		
Hesami, Salimi, y Ghaderian (2018)	Allium longivaginatum	0.3	0.93			
	Astragalus sp.	0.03	2.09			
	Bellevalia glauca	0.1	0.72			
	Cerastium dichotomum	1.03	0.08			
	Ceratocephala falcata	0.05	2.79			
	Erysimum crassicaule	0.24	0.88			
	Euphorbia condylocarpa	0.08	0.84			
	Ficaria kochii	0.23	0.45			
	Muscari neglectum	1.19	0.16			
	Ornithogalum orthophyllum	0.53	0.4			
	Pteroccephalus canus	0.06	1.63			
	Ranunculus arvensis	0.56	0.44			
	Roemeria hybrida subsp. dodecandra	0.44	1.32			
	Scorzonera phaeopappa	0.43	0.27			
Amin, Arain, Jahangir, Abbasi, y Amin (2018)	Cyamopsis tetragonoloba L.	100	1.1	0.88		
		200	1.22	0.5		
		400	1.1	0.45		
		600	1	0.5		
		800	0.75	0.61		
	Sesamum indicum L.	1000	0.63	0.64		
		100	1.02	0.4		
		200	1.05	0.32		
		400	1.03	0.22		
		600	0.74	0.27		
		800	0.63	0.28		
		1000	0.53	0.28		
		El-Mahrouk (2019)	Salix mucronata	250	0.6	84.11
				450	0.51	104.86
650	0.49			112.53		
850	0.48			103.78		
Lezama y Saldaña, 2017	Paspalum tuberosum	0.31	0.3			
	Pennisetum clandestinum	0.14	0.7			
	Trifolium repens	0.07	0.54			
Yongpisanphop, Babel, Kruatrachue, y Pokethityook (2017)	B. pilosa	0.03	1.79			
	C. crepidioides	0.03	0.19			
	Solanum sp.	0.09	0.41			
	P. calomelanos	0.73	0.01			
	L. philippensis	0.06	0.58			
	T. latifolia	1.21	0.04c			
	Axonopus sp.	0.41	0.32			
	D. auricomum	0.15	0.42			
	T. triquetrum	0.69	0.08			
	B. asiatica	1.27	0.09			
Meza (2020)	Trifolium repens.	Tr-25% R	2.5	1.66		
		Tr-50%R	1.7	0.87		
		Tr-75%R	1.3	1.92		

Tabla 1. Elaboración propia.

ZINC					
Moameri (2017)	Stipa hohenackerinana	0.18	1.16		
	Hulthemia persica	0.11	1.33		
	Gundelia tournefortii	0.108	0.09		
	Brassica juncea	0.104	0.83		
	Astragalus effusus	0.095	1.45		
	Taeniatherum crinitum	0.14	0.43		
	Scariola orientalis	0.16	2.22		
	Tragopogon collinus	0.31	0.23		
	Descurainia sophia	0.03	2.74		
	Achillea millefolium	0.07	0.95		
	Centaurea virgata	0.09	0.63		
	Stachys lavandulifolia	0.08	1.79		
	echium amoenum	0.11	1.18		
	Banerjee (2019)	Chrysopogon zizaniodes (L.) Roberly (6)	S2	Mine soil	0.186
S4			Mine soil	0.141	0.605
TH			Mine soil	0.178	0.541
Chrysopogon zizaniodes (L.) Roberly (12)		S2	Mine soil	0.484	0.29
		S4	Mine soil	0.367	0.419
		TH	Mine soil	0.463	0.375
Hesami (2018)	Allium longivaginatum	0.16	2.39		
	Astragalus sp.	0.16	1.27		
	Bellevalia glauca	0.4	0.57		
	Cerastium dichotomum	0.52	0.76		
	Ceratocephala falcata	1.01	0.94		
	Erysimum crassicaule	0.56	0.39		
	Euphorbia condylocarpa	0.39	0.54		
	Ficaria kochii	0.2	0.72		
	Muscari neglectum	3.53	0.15		
	Ornithogalum orthophyllum	3.16	0.29		
	Pteroccephalus canus	0.31	0.88		
	Ranunculus arvensis	0.8	0.46		
	Roemeria hybrida subsp. dodecandra	1.7	0.77		
	Scorzonera phaeopappa	0.72	1.26		
Tragopogon graminifolius	0.27	2.03			
He (2021)	Alfalfa	Zn0	P0	1.1	0.65
			P20	0.77	1.36
			P80	0.74	0.81
		Zn200	P0	1.3	0.31
			P20	1.03	0.39
			P80	0.74	0.63
		Zn800	P0	0.78	0.32
			P20	1.45	0.15
			P80	0.77	0.31
			Zn1	0.73	0.39
Korzeniowska y Stanislawski-Glubiak (2015)	Miscanthus x giganteus	Zn2	0.58	0.55	
		Zn3	1.28	0.33	
		Zn1	1.03	0.48	
	Spartina pectinata	Zn2	1.38	0.6	
		Zn3	1.83	0.75	
		Euphorbia macroclada Boiss	1.1	0.39	
Lorestani, Cheraghi, y Yousefi (2011)	Centaurea virgata Lam.	0.07	1.54		
	Ziziphora clinopodioides Lam.	0.08	0.77		
	Cousinia bijarensis Rech. F.	0.03	1.05		
	Biebersteinia multifida DC.	0.04	0.32		
	Stachys inflata Benth.	0.01	0.77		
	Cousinia robustus L.	0.08	0.7		
	Eryngium billardieri F. Delaroché	0.02	1.74		
	Chondrilla juncea L.	0.007	0.6		
	Cousinia sp.	0.28	0.75		
	Scanola orientalis (Boiss.) Sojak.	0.27	0.46		
	Cirsium congestum Fisch. and C.	0.17	0.65		
	Chenopodium botrys L. C	0.01	3.7		
	Stipa barbata Desf.	0.13	1.38		
	Astragalus verus L.	0.12	0.57		
Heliochrysum armenium DC.	0.005	7.81			
Verbascum speciosum Schard.	0.42	2.32			
Meza (2020)	Trifolium repens.	Tr-25% R	0.41	2.94	
		Tr-50%R	0.3	3.61	
		Tr-75%R	0.39	1.2	

Tabla 2. Elaboración propia.

COBRE						
Goswami y Das (2016)	Calandula officinalis			1.12		
Saleh (2020)	Myriophyllum spicatum		10.8	0.1		
Saleh, Bayoumi, Mahmoud, y Aglan (2017)	Ludwigia Stolonifera		37.2	0.55		
Ghazaryan (2017)	Maize (Zea mays)		25.91	0.51		
	Topinambour (Helianthus tuberosus)		14.18	0.73		
	Coriander (Coriandrum sativum)		11.43	1.27		
	Dill (Anethum grave)		12.2	1.13		
	Onion (Allium Cepa L.)		18.84	0.95		
	Garlic (Allium sativum)		13.72	1.16		
	Spinach (Spinacia oleracea)		14.33	1.09		
	Lettuce (Lactuca Sativa)		28.23	0.51		
Goswami y Das (2016)	Calandula officinalis	150		1.12		
		200		1.36		
		250		1.23		
		300		1.16		
		400		0.92		
Banerjee (2019)	Chrysopogon zizanioides (L.) Roberly (6)	S2	Mine soil	0.989	1.288	
		S4	Mine soil	1.223	1.345	
		TH	Mine soil	1.204	0.841	
	Chrysopogon zizanioides (L.) Roberly (12)	BL	Mine soil	1.513	0.828	
		S2	Mine soil	2.274	1.511	
		S4	Mine soil	2.814	1.578	
		TH	Mine soil	2.769	0.987	
		BL	Mine soil	3.479	0.972	
	Korzeniowska Stanislawski-Glubiak (2015)	Miscanthus x giganteus	Cu1		0.08	0.19
			Cu2		0.07	0.14
Cu3				0.06	0.1	
Spartina pectinata		Cu1		0.07	0.39	
		Cu2		0.08	0.21	
El-Mahrouk (2019)	Salix mucronata	50		1.14	117.6	
		100		1.22	65.34	
		150		1.09	91.12	
		200		1.05	89.03	
		60		0.56	1.29	
Pereira (2020)	Khaya ivorensis	200		0.39	0.61	
		400		0.48	0.27	
		600		0.6	0.16	
	Cedrela fissilis	60		0.74	0.28	
		200		0.49	0.14	
		400		0.51	0.08	
		600		0.35	0.1	
Lorestani (2011)	Euphorbia macroclada Boiss			0.15	3.79	
	Centaurea virgata Lam.			0.11	1.88	

Ziziphora clinopodioides Lam.		0.09	1.42
Cousinia bijarensis Rech. F.		0.21	5.44
Biebersteinia multifida DC.		0.17	0.37
Stachys inflata Benth.		0.11	0.31
Cousinia robustus L.		0.21	1.57
Eryngium billardieri F. Delaroché		0.09	0.04
Chondrilla juncea L.		1.03	0.13
Cousinia sp.		0.08	2.64
Scariola orientalis (Boiss.) Sojak.		0.2	0.95
Cirsium congestum Fisch. and C.		0.3	0.09
Chenopodium botrys L. C		0.4	0.48
Stipa barbata Desf.		1	0.38
Astragalus verus L.		0.04	1.53
Heliochysum armenium DC.		0.17	2.41
Verbascum speciosum Schard.		0.03	-
Artemisia vulgaris	Q-F-01	1.45	0.39
	Q-OM-03	0.87	0.7
Achillea millefolium	Q-F-01	0.86	0.61
	Q-OM-03	3.94	0.16
Thymus kotschyanus	Q-F-11	0.37	0.59
	Q-F-01	4.84	0.08
Astragalus aureus	Q-F-11	1.6	1.57
	Q-F-01	1.28	0.42
Astragalus uraniolimneus	Q-F-11	0.63	0.34
	Q-F-01	1.6	0.84
Phleum pratense	Q-F-11	0.36	0.42
	Q-F-01	4.64	0.35
	Q-F-11	1.11	0.15

Tabla 3. Elaboración propia.

PLATA				
Wang (2019)	P. yunnanensis	Áreas control de	1	1.745
		Áreas contaminadas		0.528
	P. massoniana	Áreas control de	2.419	0.236
		Áreas contaminadas	0.85	0.481
Lezama y Saldaña (2017)	Paspalum tuberosum		1.01	0.17
	Pennisetum clandestinum		1.12	0.21
	Trifolium repens		0.07	1.07
Giraldo (2016)	Cortaderia rudiocula		1	1
	Tessaria integrifolia		0.47	2.47
	Gynerium sagittatum		1	1
	Baccharis Salicifolia		0.16	0.06
	Rumex acetosella		0.12	1.24
	Polygonum hydropiperoides		0.04	0.1
	Ludwigia octovalvis		0.14	1
	Aristida adscensionis		0.03	1
	Phragmites australis		0.15	1
	Paspalum racemosum		0.01	1
	Salix chilensis		0.08	1
	Solanum hispidum		0.01	0.48
	Plantago Lanceolata		0.65	4.51
	Emex spinosa		0	1
	Plantago Major		0.01	2.58
Capraria biflora		0	1	

Tabla 4. Elaboración propia.

ANTIMONIO					
Yu (2020)	Vetiveria zizanioides	Sb (III)	25	0.55	0.48
			50	0.52	0.65
			100	0.57	1.33
			200	0.3	1.03
			400	0.28	2.31
		Sb (V)	25	0.15	3.83
			50	0.21	4.84
			100	0.2	2.37
			200	0.13	2.91
			400	0.19	3.6
Daryabeigi y Vaezi (2020)	Sorghum Bicolor	0	1.44	0.52	
		50	1.53	0.55	
		100	1.88	0.63	
		250	2.18	0.72	
		500	1.7	0.52	
Lezama y Saldaña (2017)	Sorghum Bicolor	1000	1.64	0.46	
		Paspalum tuberosum	0.19	0.24	
		Pennisetum clandestinum	0.08	0.55	
		Trifolium repens	0.05	0.56	
		Giraldo (2016)	Giraldo (2016)	Cortaderia rudiusscula	0.01
Tessaria integrifolia	0.04	1			
Gynerium sagittatum	0.01	0.19			
Baccharis Salicifolia	0.1	1			
Rumex acetosella	0	0.64			
Polygonum hydropiperoides	0.08	0.78			
Ludwigia octovalvis	0.07	1			
Aristida adscensionis	0.09	1			
Phragmites australis	0.16	0.53			
Paspalum racemosum	0.05	0.14			
Salix chilensis	0.11	1			
Solanum hispidum	0.02	2.1			
Plantago Lanceolata	0.24	1			
Emex spinosa	0.01	0.11			
Plantago Major	0.01	1			
Capraria biflora	0.03	0.13			
(Marrugo-Negrete, José Marrugo-Madrid, Siday Pinedo-Hernández, José Durango-Hernández y Diez (2020))	Touissite	Reseda alba		0.04	3.55
		Convolvulus althaeoides		0.1	0.85
		Hedysarum spinosissimum	0.36	0.94	
		Phragmites communis	0.09	1.15	
		Lotus corniculatus	0.12	0.54	
		Capsella bursa-pastoris	0.11	2.05	
		Scolymus hispanicus	0.07	1.39	
	Oued el Heimer	Cistus libanotis	0.24	1.13	
		Agathophora alopecuroides	0.03	1.19	
		Hirschfeldia incana	0.02	1.2	
		Stipa tenacissima	0.89	0.19	
		Artemisia herba-alba	0.38	3.2	
		Capsella bursa-pastoris	0.03	1.48	

Tabla 5. Elaboración propia.

MOLIBDENO				
Ghazaryan (2019)	Melilotus officinalis	Suelo contaminado	0.75	0.08
		Suelo contaminado + fertilizante (NH4NO3 01 g/kg suelo)	0.65	0.22
		Suelo contaminado + fertilizante + EDTA (NH4NO3 01 g/kg suelo + EDTA 5 nM/kg suelo)	1.43	1.48
	Amaranthus retroflexus	Suelo contaminado	0.29	0.37
		Suelo contaminado + fertilizante (NH4NO3 01 g/kg suelo)	0.38	0.23
		Suelo contaminado + fertilizante + EDTA (NH4NO3 01 g/kg suelo + EDTA 5 nM/kg suelo)	0.39	4.76
Giraldo (2016)	Giraldo (2016)	Cortaderia rudiusscula	0.11	0.41
		Tessaria integrifolia	1	1
		Gynerium sagittatum	0.02	1
		Baccharis Salicifolia	0.24	1
		Rumex acetosella	0.15	1.53
		Polygonum hydropiperoides	0.19	0.39
		Ludwigia octovalvis	3.77	2.25
		Aristida adscensionis	0.3	1.39
		Phragmites australis	0.04	0.53
		Paspalum racemosum	0.1	0.77
		Salix chilensis	1	1
		Solanum hispidum	0.32	1
		Plantago Lanceolata	1	1
		Emex spinosa	0.53	1.93
		Plantago Major	0.17	1
		Capraria biflora	0.17	0.17

Tabla 6. Elaboración propia.

HIERRO					
anerjee (2019)	Chrysopogon zizanioides (L.) Roberly (6)	S2	Mine soil	0.078	0.319
		S4	Mine soil	0.084	0.301
		TH	Mine soil	0.086	0.332
		BL	Mine soil	0.087	0.427
	Chrysopogon zizanioides (L.) Roberly (12)	S2	Mine soil	0.157	0.427
		S4	Mine soil	0.193	0.283
TH		Mine soil	0.181	0.265	
Alagić (2018)	Species grapevine cv Tamjanika	FJ		0.04	0.99
		BN		0.41	0.1
		SN		0.08	0.44
		NS		0.04	0.45
		O		0.06	0.62
		SN		0.12	0.32
		D		0.04	0.56
		G		0.33	0.11
Lorestani (2011)	Euphorbia macroclada Boiss			0.02	8.4
	Centaurea virgata Lam.			0.63	0.11
	Ziziphora clinopodioides Lam.			1.06	0.12
	Cousinia bijarensis Rech. F.			0.04	1.44
	Biebersteinia multifida DC.			0.05	0.34
	Stachys inflata Benth.			0.07	1.17
	Cousinia robustus L.			0.1	1.82
	Eryngium billardieri F. Delaroché			0.18	0.88
	Chondrilla juncea L.			0.56	1.26
	Cousinia sp.			1	0.14
	Scariola orientalis (Boiss.) Sojak.			0.96	0.05
	Cirsium congestum Fisch. and C.			0.69	0.12
	Chenopodium botrys L. C			1.03	0.11
	Stipa barbata Desf.			0.23	1.12
	Astragalus verus L.			0.63	0.06
	Heliochrysum armenium DC.			0.03	1.43
Verbascum speciosum Schard.			0.95	0.19	
Izquierdo y López (2020)	Equisetum bogotense			0.005	0.301
	Carex Mandoniana			0.038	0.492
	Muehlenbeckia tamnifolia			0.003	4.455
Lezama y Saldaña (2017)	Paspalum tuberosum			0.12	0.29
	Pennisetum clandestinum			0.08	0.46
Dávila y Walter (2017)	Calamagrostis tarmensis			0.022	0.324
	Paspalum bonplandianum			0.137	0.631
	Carex pichinchensis			0.042	0.156
	Lachemilla orbiculata			0.064	0.415
	Juncus conglomeratus			0.349	0.045

Tabla 7. Elaboración propia.

MANGANESO					
Huang, Zhao, Zhang, Xu, y Jiang (2019)	Broussonetia papyrifera	0		0.062	0.82
		0.5		0.077	0.93
		1		0.095	0.93
		2		0.099	0.93
		5		0.1	0.93
		10		0.154	1.25
		50		0.153	1.37
Banerjee (2019)	Chrysopogon zizanioides (L.) Roberly (6)	S2	Mine soil	0.314	0.765
		S4	Mine soil	0.341	0.457
		TH	Mine soil	0.312	0.798
		BL	Mine soil	0.403	0.457
Banerjee (2019)	Chrysopogon zizanioides (L.) Roberly (12)	S2	Mine soil	0.754	0.574
		S4	Mine soil	0.642	0.437
		TH	Mine soil	0.748	0.599
		BL	Mine soil	0.968	0.343
Alagić (2018)	vid Tamjanika	FJ		0.04	1.35
		BN		0.3	0.11
		SN		0.04	0.65
		NS		0.02	0.63
		O		0.05	0.32
		SN		0.08	0.41
		D		0.05	0.36
		G		0.26	0.14
Lorestani (2011)	Euphorbia macroclada Boiss			1.33	0.34
	Centaurea virgata Lam.			0.34	0.35
	Ziziphora clinopodioides Lam.			0.26	0.62
	Cousinia bijarensis Rech. F.			0.26	1.15
	Biebersteinia multifida DC.			0.42	1.49
	Stachys inflata Benth.			0.05	0.03
	Cousinia robustus L.			0.11	2.17
	Eryngium billardieri F. Delaroché			0.07	0.06
	Chondrilla juncea L.			0.48	0.29
	Cousinia sp.			0.45	1.4
	Scariola orientalis (Boiss.) Sojak.			0.59	0.84
	Cirsium congestum Fisch. and C.			0.23	0.86
	Chenopodium botrys L. C			0.26	0.69
	Stipa barbata Desf.			0.2	0.66
	Astragalus verus L.			0.23	0.62
	Heliochrysum armenium DC.			0.43	0.72
Verbascum speciosum Schard.			0.54	0.94	
Giraldo (2016)	Cortaderia rudiusscula			0.03	0.67
	Tessaria integrifolia			0.03	0.77
	Gynerium sagittatum			0.1	0.39
	Baccharis Salicifolia			0.05	3.34
	Rumex acetosella			0.04	0.67
	Polygonum hydropiperoides			0.03	0.17
	Ludwigia octovalvis			0.21	0.9
	Aristida adscensionis			0.05	1.09
	Phragmites australis			0.03	0.19
	Paspalum racemosum			0.18	0.09
	Salix chilensis			0.03	0.79
	Solanum hispidum			0.03	1.25
	Plantago Lanceolata			0.35	0.67
Emex spinosa			0.04	0.11	
Plantago Major			0.08	1.73	
Capraria biflora			0.17	0.29	
Izquierdo y López (2020)	Equisetum bogotense			0.083	1.776
	Carex Mandoniana			0.442	2.204
	Muehlenbeckia tamnifolia			0.19	28.061

Tabla 8. Elaboración propia.

Resultados de laboratorio



INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-8365

IV. RESULTADOS

ITEM			1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-22800	M-22801
CÓDIGO DEL CLIENTE:			P-01	P-02
COORDENADAS:			NO INDICA	
UTM WGS 84:			NO INDICA	
PRODUCTO:			TEJIDO VEGETAL	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA	
INICIO DE MUESTREO		FECHA:	2019-10-17	2019-10-17
		HORA:	14:00	14:00
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS	
Metales Totales				
Aluminio	mg/Kg MS	0.4	7.5686	25.3631
Antimonio	mg/Kg MS	0.12	<0.12	<0.12
Arsénico	mg/Kg MS	0.16	<0.16	<0.16
Bario	mg/Kg MS	0.02	0.53	0.52
Berilio	mg/Kg MS	0.02	<0.02	<0.02
Torio	mg/Kg MS	3	<3	<3
Cadmio	mg/Kg MS	0.008	<0.008	<0.008
Calcio	mg/Kg MS	0.12	1327.02	579.67
Cobalto	mg/Kg MS	0.1	<0.1	<0.1
Cobre	mg/Kg MS	0.02	0.10	0.59
Cromo	mg/Kg MS	0.016	<0.016	<0.016
Estroncio	mg/Kg MS	0.002	5.175	2.772
Fosforo	mg/Kg MS	0.8	9.5	48.7
Hierro	mg/Kg MS	0.08	11.47	44.46
Litio	mg/Kg MS	0.018	<0.018	<0.018
Magnesio	mg/Kg MS	0.4	163.1	125.2
Manganeso	mg/Kg MS	0.004	4.177	2.200
Mercurio	mg/Kg MS	0.08	<0.08	<0.08

IV. RESULTADOS

ITEM			1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-22800	M-22801
CÓDIGO DEL CLIENTE:			P-01	P-02
COORDENADAS:			NO INDICA	
UTM WGS 84:			NO INDICA	
PRODUCTO:			TEJIDO VEGETAL	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA	
INICIO DE MUESTREO		FECHA:	2019-10-17	2019-10-17
		HORA:	14:00	14:00
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS	
Metales Totales				
Aluminio	mg/Kg MS	0.4	7.5686	25.3631
Antimonio	mg/Kg MS	0.12	<0.12	<0.12
Arsénico	mg/Kg MS	0.16	<0.16	<0.16
Bario	mg/Kg MS	0.02	0.53	0.52
Berilio	mg/Kg MS	0.02	<0.02	<0.02
Torio	mg/Kg MS	3	<3	<3
Cadmio	mg/Kg MS	0.008	<0.008	<0.008
Calcio	mg/Kg MS	0.12	1327.02	579.67
Cobalto	mg/Kg MS	0.1	<0.1	<0.1
Cobre	mg/Kg MS	0.02	0.10	0.59
Cromo	mg/Kg MS	0.016	<0.016	<0.016
Estroncio	mg/Kg MS	0.002	5.175	2.772
Fosforo	mg/Kg MS	0.8	9.5	48.7
Hierro	mg/Kg MS	0.08	11.47	44.46
Litio	mg/Kg MS	0.018	<0.018	<0.018
Magnesio	mg/Kg MS	0.4	163.1	125.2
Manganeso	mg/Kg MS	0.004	4.177	2.200
Mercurio	mg/Kg MS	0.08	<0.08	<0.08

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-8366
IV. RESULTADOS

ITEM			1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-22802	M-22803
CÓDIGO DEL CLIENTE:			S-01	S-02
COORDENADAS:			NO INDICA	NO INDICA
UTM WGS 84:				
PRODUCTO:			SUELO	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA	
MUESTREO				
FECHA:			2019-10-15	2019-10-15
HORA:			13:00	13:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	RESULTADOS	
Mercurio	mg/Kg MS	0.4	<0.4	<0.4
Metales Totales				
Aluminio	mg/Kg MS	2.00	10 880.86	5 152.57
Antimonio	mg/Kg MS	0.80	<0.80	563.13
Arsénico	mg/Kg MS	0.80	<0.80	7 968.71
Bario	mg/Kg MS	0.10	63.50	184.73
Berilio	mg/Kg MS	0.03	<0.03	0.03
Bismuto	mg/Kg MS	0.70	<0.70	<0.70
Boro	mg/Kg MS	0.20	<0.20	<0.20
Cadmio	mg/Kg MS	0.10	<0.10	0.13
Calcio	mg/Kg MS	1.00	10 343.10	5 042.20
Cerio	mg/Kg MS	2.00	<2.00	<2.00
Cobalto	mg/Kg MS	0.20	<0.20	<0.20
Cobre	mg/Kg MS	0.30	27.60	50.24
Cromo	mg/Kg MS	0.40	9.72	10.18
Estaño	mg/Kg MS	0.70	<0.70	<0.70
Estroncio	mg/Kg MS	0.03	67.27	110.35
Fosforo	mg/Kg MS	6.00	1 060.05	715.08
Hierro	mg/Kg MS	3.00	24 342.88	80 342.25

L.D.M.: Límite de detección del método, *<= Menor que el L.D.M.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-8366
IV. RESULTADOS

ITEM			1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-22802	M-22803
CÓDIGO DEL CLIENTE:			S-01	S-02
COORDENADAS:			NO INDICA	NO INDICA
UTM WGS 84:				
PRODUCTO:			SUELO	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			NO APLICA	
MUESTREO				
FECHA:			2019-10-15	2019-10-15
HORA:			13:00	13:00
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	RESULTADOS	
Mercurio	mg/Kg MS	0.4	<0.4	<0.4
Metales Totales				
Aluminio	mg/Kg MS	2.00	10 880.86	5 152.57
Antimonio	mg/Kg MS	0.80	<0.80	563.13
Arsénico	mg/Kg MS	0.80	<0.80	7 968.71
Bario	mg/Kg MS	0.10	63.50	184.73
Berilio	mg/Kg MS	0.03	<0.03	0.03
Bismuto	mg/Kg MS	0.70	<0.70	<0.70
Boro	mg/Kg MS	0.20	<0.20	<0.20
Cadmio	mg/Kg MS	0.10	<0.10	0.13
Calcio	mg/Kg MS	1.00	10 343.10	5 042.20
Cerio	mg/Kg MS	2.00	<2.00	<2.00
Cobalto	mg/Kg MS	0.20	<0.20	<0.20
Cobre	mg/Kg MS	0.30	27.60	50.24
Cromo	mg/Kg MS	0.40	9.72	10.18
Estaño	mg/Kg MS	0.70	<0.70	<0.70
Estroncio	mg/Kg MS	0.03	67.27	110.35
Fosforo	mg/Kg MS	6.00	1 060.05	715.08
Hierro	mg/Kg MS	3.00	24 342.88	80 342.25

L.D.M.: Límite de detección del método, *<= Menor que el L.D.M.

**INFORME DE ENSAYO
MA2022766 Rev. 0**

**INFORME DE ENSAYO
MA2022766 Rev. 0**

MACEDO ROMERO HECTOR IVAN

PABLO OLAVIDE CDRA. 5, CONDOMINIO ALAMEDA COLONIAL - PROV. CONST. DEL CALLAO
ENV / LB-347466-002

MACEDO ROMERO HECTOR IVAN

PABLO OLAVIDE CDRA. 5, CONDOMINIO ALAMEDA COLONIAL - PROV. CONST. DEL CALLAO
ENV / LB-347466-002

Fecha de Recepción SGS : 25-11-2020
Fecha de Ejecución : Del 25-11-2020 al 03-12-2020
Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Fecha de Recepción SGS : 25-11-2020
Fecha de Ejecución : Del 25-11-2020 al 03-12-2020
Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
C-PO1-2
C-PO1-2R
C-PO1-2S
C-PO1-4
C-PO1-4R
C-PO1-4S
C-PO1-5
C-PO1-5R
C-PO2-1
C-PO2-1R
C-PO2-1S
C-PO2-2
C-PO2-2R
C-PO2-2S
C-PO2-4

Estación de Muestreo
C-PO1-2
C-PO1-2R
C-PO1-2S
C-PO1-4
C-PO1-4R
C-PO1-4S
C-PO1-5
C-PO1-5R
C-PO2-1
C-PO2-1R
C-PO2-1S
C-PO2-2
C-PO2-2R
C-PO2-2S
C-PO2-4

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"
Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 1 de 26

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"
Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 1 de 26

**INFORME DE ENSAYO
MA2022766 Rev. 0**

Estación de Muestreo
T2-PO2-1
T2-PO2-1R
T2-PO2-1S
T2-PO2-4
T2-PO2-4R
T2-PO2-4S
T2-PO2-7
T2-PO2-7R
T2-PO2-7S
T1-PO2-8
T1-PO2-8R
T1-PO2-8S

INFORME DE ENSAYO
MA2022766 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					C-PO1-4R		C-PO1-4S	
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	23.14 ± 1.85		43.80 ± 3.50	
Rubido Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.1151 ± 0.0115		0.4999 ± 0.0500	
Metales Totales								
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0023 ± 0.0005		0.0110 ± 0.0025	
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	117.02 ± 14.04		221.85 ± 26.62	
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	54.70 ± 6.56		103.70 ± 12.44	
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	29.183 ± 3.210		39.516 ± 4.347	
Talo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00058 ± 0.00013		0.00253 ± 0.00058	
Tantalo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	-0.0021		-0.0021	
Tekuro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	-0.003		-0.003	
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	0.00452 ± 0.00122		0.01898 ± 0.00512	
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	1.3112 ± 0.1705		5.3891 ± 0.7006	
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.001824 ± 0.000383		0.010202 ± 0.002142	
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0858 ± 0.0129		0.4826 ± 0.0724	
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0032 ± 0.0005		0.0118 ± 0.0020	
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00102 ± 0.00021		0.00579 ± 0.00122	
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.6031 ± 0.0603		2.6019 ± 0.2602	
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00745 ± 0.00171		0.01695 ± 0.00390	

IDENTIFICACION DE MUESTRA					C-PO1-5		C-PO1-5R	
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales								
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	0.931 ± 0.084		11.957 ± 1.076	
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013		0.00601 ± 0.00168	
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010		0.03934 ± 0.00433	
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0285 ± 0.0026		0.1342 ± 0.0121	
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		0.00036 ± 0.00008	
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003		0.00015 ± 0.00003	
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.127 ± 0.015		0.206 ± 0.025	
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00143 ± 0.00033		0.00182 ± 0.00042	
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	51.444 ± 5.144		50.898 ± 5.090	
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00119 ± 0.00031		0.01211 ± 0.00315	
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0021 ± 0.0005		0.0308 ± 0.0077	
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00059 ± 0.00005		0.00594 ± 0.00053	
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	9.60295 ± 2.40071		7.76358 ± 1.94980	
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1344 ± 0.0134		0.0160 ± 0.0040	
Estaño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.92435 ± 0.17563		0.64642 ± 0.12282	
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.3368 ± 0.0303		0.3326 ± 0.0299	
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	2.469 ± 0.691		3.558 ± 0.996	
Gaio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012		0.00324 ± 0.00039	
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		<0.0006	
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00049 ± 0.00009		0.00054 ± 0.00010	
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	1.1416 ± 0.0913		15.3765 ± 1.2301	
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015		0.0056 ± 0.0015	
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0075 ± 0.0007		0.0413 ± 0.0037	
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		<0.00006	
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	19.870 ± 2.384		15.101 ± 1.812	
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.06974 ± 0.00488		0.45352 ± 0.03175	
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009		0.00057 ± 0.00016	
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00061 ± 0.00014		0.00239 ± 0.00055	
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015		<0.0015	
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0015 ± 0.0003		0.0075 ± 0.0017	
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000528 ± 0.000079		0.000988 ± 0.000148	
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0074 ± 0.0007		0.0623 ± 0.0056	
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	153.71 ± 12.30		30.10 ± 2.41	
Rubido Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0564 ± 0.0056		0.0398 ± 0.0040	
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013		<0.0013	
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	4.61 ± 0.55		44.86 ± 5.38	
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	2.15 ± 0.26		20.97 ± 2.52	
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	56.845 ± 6.253		29.530 ± 3.248	
Talo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00013 ± 0.00003		0.00014 ± 0.00003	
Tantalo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	-0.0021		-0.0021	
Tekuro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	-0.003		-0.003	
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019		<0.00019	
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0598 ± 0.0078		0.4945 ± 0.0643	
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.00010		0.000683 ± 0.000143	
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0022 ± 0.0003		0.0271 ± 0.0041	
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		0.0008 ± 0.0001	
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		0.00035 ± 0.00007	
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0908 ± 0.0091		0.2122 ± 0.0212	

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

IDENTIFICACION DE MUESTRA					C-PO1-5		C-PO1-5R	
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00051 ± 0.00012		0.00223 ± 0.00051	

IDENTIFICACION DE MUESTRA					C-PO2-1		C-PO2-1R	
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales								
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	2.622 ± 0.236		5.578 ± 0.502	
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013		0.00202 ± 0.00057	
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00306 ± 0.00034		0.01535 ± 0.00169	
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1552 ± 0.0140		0.0928 ± 0.0084	
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00047 ± 0.00010		<0.00006	
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003		<0.00003	
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.224 ± 0.027		0.186 ± 0.022	
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00210 ± 0.00048		0.00087 ± 0.00020	
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	139.991 ± 13.999		58.553 ± 5.855	
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00030 ± 0.00008		0.00501 ± 0.00130	
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0011 ± 0.0003		0.0114 ± 0.0029	
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00350 ± 0.00032		0.00271 ± 0.00024	
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	10.43252 ± 2.60813		3.38823 ± 0.84751	
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0346 ± 0.0087		0.0237 ± 0.0059	
Estaño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.94703 ± 0.17994		0.26636 ± 0.05061	
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.7074 ± 0.0637		0.3577 ± 0.0322	
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	8.541 ± 2.391		3.346 ± 0.937	
Gaio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012		0.00117 ± 0.00014	
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		<0.0006	
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00188 ± 0.00036		0.00037 ± 0.00007	
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	1.3196 ± 0.1056		6.6317 ± 0.5305	
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0016 ± 0.0004		0.0024 ± 0.0006	
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0087 ± 0.0008		0.0198 ± 0.0018	
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		<0.00006	
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	48.729 ± 5.847		1.319 ± 0.139	
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00112 ± 0.00025		0.22154 ± 0.01551	
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009		0.00017 ± 0.00005	
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00056 ± 0.00013		0.00043 ± 0.00010	
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015		<0.0015	
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0349 ± 0.0080		0.0268 ± 0.0062	
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010		<0.000010	

**INFORME DE ENSAYO
MA2022766 Rev. 0**

IDENTIFICACION DE MUESTRA		C-PO2-1S		C-PO2-2		
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA		24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	1.5075 ± 0.1357	0.1658 ± 0.0149
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00572 ± 0.00120	0.00017 ± 0.00004
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00372 ± 0.00078	<0.00003
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.462 ± 0.065	0.200 ± 0.024
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.01781 ± 0.00410	0.00073 ± 0.00017
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	364.467 ± 36.447	136.559 ± 13.656
Cenizo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.14778 ± 0.03842	0.00191 ± 0.00050
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.3380 ± 0.0845	0.0028 ± 0.0007
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.07679 ± 0.00691	0.00121 ± 0.00011
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.53910 ± 0.13478	3.23803 ± 0.80951
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1128 ± 0.0282	0.0129 ± 0.0032
Estronio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.02270 ± 0.00431	0.36731 ± 0.06979
Estronio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	2.6379 ± 0.2374	0.7392 ± 0.0665
Fluoruro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	33.433 ± 9.361	17.281 ± 4.839
Metales Totales						
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.04618 ± 0.00554	<0.00012
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00080 ± 0.00015	0.00136 ± 0.00026
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	186.3102 ± 14.9048	2.4454 ± 0.1956
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0696 ± 0.0188	<0.0015
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.3558 ± 0.0320	0.0200 ± 0.0018
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00064 ± 0.00018	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	96.722 ± 11.607	32.431 ± 3.892
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	6.67676 ± 0.46737	0.35017 ± 0.02451
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00770 ± 0.00216	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.01389 ± 0.00319	0.00064 ± 0.00015
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0041 ± 0.0009	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0724 ± 0.0167	0.0046 ± 0.0011
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.011221 ± 0.001683	<0.00010
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.8032 ± 0.0723	0.0114 ± 0.0010
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	37.58 ± 3.01	191.85 ± 15.35
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.3524 ± 0.0352	0.1015 ± 0.0102
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0083 ± 0.0019	<0.0013
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	200.34 ± 24.04	8.90 ± 1.07
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	93.65 ± 11.24	4.16 ± 0.50
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	48.591 ± 5.345	87.100 ± 9.581
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00163 ± 0.00042	0.00076 ± 0.00017
Tantalo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Teturo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	0.01552 ± 0.00419	<0.00019
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	4.1241 ± 0.5361	0.1066 ± 0.0139
Urano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.007582 ± 0.001592	<0.00010
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.3625 ± 0.0844	<0.0003
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0121 ± 0.0021	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00450 ± 0.00095	<0.00006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0025	2.7181 ± 0.2718	0.1594 ± 0.0159
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.01609 ± 0.00370	0.00085 ± 0.00020

IDENTIFICACION DE MUESTRA		C-PO2-2R		C-PO2-2S		
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA		24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	15.082 ± 1.357	147.387 ± 13.265
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00564 ± 0.00158	0.05768 ± 0.01615
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.03123 ± 0.00344	0.44406 ± 0.04885
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.2414 ± 0.0217	1.7421 ± 0.1568
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00059 ± 0.00012	0.00559 ± 0.00117
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00022 ± 0.00005	0.00448 ± 0.00094
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.138 ± 0.017	0.515 ± 0.062
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00193 ± 0.00044	0.01769 ± 0.00407
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	115.642 ± 11.564	320.774 ± 32.077
Cenizo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.01476 ± 0.00384	0.16005 ± 0.04161
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0265 ± 0.0066	0.4179 ± 0.1045
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00807 ± 0.00073	0.08124 ± 0.00731
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	16.52683 ± 4.13171	0.61565 ± 0.15391
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0433 ± 0.0108	0.1395 ± 0.0349
Estronio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	1.51560 ± 0.28796	0.02180 ± 0.00414
Fluoruro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	6.6975 ± 0.6628	2.4339 ± 0.2191
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	4.803 ± 1.345	33.308 ± 9.326
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00394 ± 0.00047	0.05486 ± 0.00658
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

IDENTIFICACION DE MUESTRA		C-PO2-2R		C-PO2-2S		
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA		24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00093 ± 0.00018	0.00065 ± 0.00012
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	19.9276 ± 1.5942	210.9217 ± 16.8737
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0069 ± 0.0019	0.0747 ± 0.0202
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0420 ± 0.0038	0.4089 ± 0.0368
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00069 ± 0.00019
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	21.201 ± 2.544	100.827 ± 12.099
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.55585 ± 0.03891	7.02450 ± 0.49172
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00068 ± 0.00019	0.00922 ± 0.00258
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00354 ± 0.00081	0.01468 ± 0.00338
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0194 ± 0.0045	0.0700 ± 0.0161
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.001606 ± 0.000241	0.013871 ± 0.002081
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0582 ± 0.0052	0.9703 ± 0.0873
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	29.49 ± 2.36	38.03 ± 3.04
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0429 ± 0.0043	0.4294 ± 0.0429
Metales Totales						
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0020 ± 0.0005	0.0075 ± 0.0017
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	57.04 ± 6.84	202.64 ± 24.32
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	26.66 ± 3.20	94.72 ± 11.37
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	41.752 ± 4.593	29.631 ± 3.259
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00024 ± 0.00006	0.00222 ± 0.00051
Tantalo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Teturo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	0.00036 ± 0.00010	0.01659 ± 0.00448
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.6904 ± 0.0898	4.5896 ± 0.5940
Urano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.000938 ± 0.000197	0.008496 ± 0.001784
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0490 ± 0.0074	0.3893 ± 0.0584
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0007 ± 0.0001	0.0140 ± 0.0034
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00046 ± 0.00010	0.00480 ± 0.00101
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0025	0.2602 ± 0.0260	2.7594 ± 0.2759
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00276 ± 0.00063	0.01737 ± 0.00400

IDENTIFICACION DE MUESTRA		C-PO2-4		C-PO2-4R		
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA		24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	6.787 ± 0.611	17.623 ± 1.586
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00207 ± 0.00058	0.00729 ± 0.00204
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.01406 ± 0.00155	0.04339 ± 0.00477
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.4415 ± 0.0397	0.2414 ± 0.0217
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00114 ± 0.00024	0.00063 ± 0.00013
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.00020 ± 0.00004
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.282 ± 0.034	0.182 ± 0.022
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00252 ± 0.00058	0.00181 ± 0.00042
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	210.102 ± 21.010	60.796 ± 6.080
Cenizo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00646 ± 0.00168	0.01905 ± 0.00495
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0061 ± 0.0015	0.0324 ± 0.0081
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00420 ± 0.00038	0.00840 ± 0.00076
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	4.38654 ± 1.09664	8.50927 ± 2.12732
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0199 ± 0.0050	0.0423 ± 0.0106
Estronio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.46760 ± 0.08884	0.82927 ± 0.15756
Fluoruro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	9.708 ± 0.874	3.762 ± 0.339
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	18.362 ± 5.141	4.706 ± 1.318
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00088 ± 0.00011	0.00619 ± 0.00074
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00198 ± 0.00038	0.00337 ± 0.00007
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	5.0681 ± 0.4054	23.6942 ± 1.8955
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0032 ± 0.0009	0.0390 ± 0.0024
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0244 ± 0.0022	0.0519 ± 0.0047
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00008 ± 0.00002
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	81.693 ± 9.803	1

**INFORME DE ENSAYO
MA2022766 Rev. 0**

IDENTIFICACION DE MUESTRA						C-PO2-4		C-PO2-4R	
FECHA DE MUESTREO						24/11/2020 08:00:00		24/11/2020 08:00:00	
HORA DE MUESTREO						24/11/2020 08:00:00		24/11/2020 08:00:00	
CATEGORIA						AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	
SUB CATEGORIA									
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre		Resultado ± Incertidumbre		
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	20.73 ± 2.49		70.12 ± 8.41		
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	9.69 ± 1.16		32.77 ± 3.93		
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	68.747 ± 7.562		33.976 ± 3.671		
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00081 ± 0.00019		0.00024 ± 0.00006		
Tantalio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	0.0026 ± 0.0005		<0.0021		
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003		<0.003		
Thonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019		0.00031 ± 0.00008		
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1890 ± 0.0246		0.7515 ± 0.0977		
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000141 ± 0.000030		0.001116 ± 0.000234		
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0085 ± 0.0013		0.0458 ± 0.0069		
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		0.0011 ± 0.0002		
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00016 ± 0.00003		0.00058 ± 0.00012		
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.1563 ± 0.0156		0.2737 ± 0.0274		
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00126 ± 0.00029		0.00317 ± 0.00073		

IDENTIFICACION DE MUESTRA						T1-PO1-2		T1-PO1-2R	
FECHA DE MUESTREO						24/11/2020 08:00:00		24/11/2020 08:00:00	
HORA DE MUESTREO						24/11/2020 08:00:00		24/11/2020 08:00:00	
CATEGORIA						AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	
SUB CATEGORIA									
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre		Resultado ± Incertidumbre		
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	2.025 ± 0.182		11.793 ± 1.061		
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	0.02266 ± 0.00634		0.02848 ± 0.00797		
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.24924 ± 0.02742		0.39252 ± 0.04318		
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0638 ± 0.0063		0.2290 ± 0.0235		
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		0.00349 ± 0.00010		
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003		0.00009 ± 0.00002		
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	<0.006		0.031 ± 0.004		
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00367 ± 0.00061		0.00154 ± 0.00035		
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	83.035 ± 8.304		107.739 ± 10.774		
Ceniciento Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00358 ± 0.00093		0.01510 ± 0.00393		
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0026 ± 0.0007		0.0233 ± 0.0058		
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00292 ± 0.00026		0.00750 ± 0.00068		
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	13.34403 ± 3.33601		4.72560 ± 1.18140		
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0668 ± 0.0167		0.0302 ± 0.0076		
Estañio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	1.28917 ± 0.24494		0.27615 ± 0.05247		
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.3896 ± 0.0351		0.5893 ± 0.0530		
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	1.239 ± 0.347		3.715 ± 1.040		
Gaio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012		0.00398 ± 0.00048		
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		<0.0006		
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00027 ± 0.00005		0.00046 ± 0.00009		
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	5.5923 ± 0.4734		21.0708 ± 1.6857		
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015		0.0061 ± 0.0018		
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0083 ± 0.0007		0.0309 ± 0.0028		
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		<0.00006		
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	27.835 ± 3.340		28.558 ± 3.427		
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.12564 ± 0.00879		0.48412 ± 0.03389		
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009		0.00061 ± 0.00017		
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00105 ± 0.00024		0.00251 ± 0.00058		
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015		<0.0015		
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0528 ± 0.0121		0.0515 ± 0.0118		
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.001955 ± 0.000293		0.002301 ± 0.000345		
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0222 ± 0.0020		0.0664 ± 0.0060		
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	114.56 ± 9.16		40.96 ± 3.28		
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0210 ± 0.0021		0.0416 ± 0.0042		
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013		<0.0013		
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	9.51 ± 1.14		47.61 ± 5.71		
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	4.45 ± 0.53		22.25 ± 2.67		
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	42.979 ± 4.728		35.623 ± 3.919		
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00010 ± 0.00002		0.00031 ± 0.00007		
Tantalio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021		<0.0021		
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003		<0.003		
Thonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019		<0.00019		
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0813 ± 0.0106		0.4987 ± 0.0648		
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000082 ± 0.000017		0.001072 ± 0.000225		
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0037 ± 0.0006		0.0256 ± 0.0038		
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		<0.0006		
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00007 ± 0.00001		0.00038 ± 0.00008		
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0682 ± 0.0068		0.1663 ± 0.0166		
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045		0.00164 ± 0.00038		

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

IDENTIFICACION DE MUESTRA						T1-PO1-2S		T1-PO1-7	
FECHA DE MUESTREO						24/11/2020 08:00:00		24/11/2020 08:00:00	
HORA DE MUESTREO						24/11/2020 08:00:00		24/11/2020 08:00:00	
CATEGORIA						AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	
SUB CATEGORIA									
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre		Resultado ± Incertidumbre		
Metales Totales									
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	167.874 ± 15.109		3.155 ± 0.284		
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	0.68062 ± 0.19057		0.02358 ± 0.00660		
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	16.47207 ± 1.81193		0.18036 ± 0.01984		
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	2.5710 ± 0.2314		0.0966 ± 0.0087		
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00700 ± 0.00147		<0.00006		
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00636 ± 0.00134		<0.00003		
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.139 ± 0.017		0.027 ± 0.003		
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.02346 ± 0.00540		0.00189 ± 0.00043		
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	270.904 ± 27.090		57.620 ± 5.762		
Ceniciento Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.36666 ± 0.09533		0.00578 ± 0.00150		
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.3541 ± 0.0885		0.0047 ± 0.0012		
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.08811 ± 0.00793		0.00163 ± 0.00015		
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.74349 ± 0.18587		7.75921 ± 1.93980		
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1985 ± 0.0496		0.0257 ± 0.0064		
Estañio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.03700 ± 0.00628		0.70863 ± 0.13464		
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	2.6652 ± 0.2402		0.3784 ± 0.0341		
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	27.669 ± 7.747		2.592 ± 0.728		
Metales Totales									
Gaio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.08878 ± 0.01065		0.00036 ± 0.00004		
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		<0.0006		
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00048 ± 0.00009		0.00018 ± 0.00003		
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	447.0623 ± 35.7650		7.4825 ± 0.5986		
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	1.489 ± 0.0402		0.0025 ± 0.0007		
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.3488 ± 0.0314		0.0095 ± 0.0009		
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00310 ± 0.00031		<0.00006		
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	113.704 ± 13.644		18.624 ± 2.235		
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	6.67365 ± 0.46716		0.19119 ± 0.01338		
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00677 ± 0.00190		<0.00009		
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.01838 ± 0.00423		0.01344 ± 0.00031		
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0042 ± 0.0009		<0.0015		
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L							

INFORME DE ENSAYO
MA2022766 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					T1-PO1-7R	T1-PO1-7S
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.3434 ± 0.0309	3.6393 ± 0.3275
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	2.926 ± 0.819	25.915 ± 7.256
Gaio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00478 ± 0.00057	0.10418 ± 0.01250
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	0.00052 ± 0.00010
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	27.6386 ± 2.2111	589.4103 ± 47.1528
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0062 ± 0.0022	0.2190 ± 0.0591
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0261 ± 0.0023	0.3386 ± 0.0305
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00134 ± 0.00038
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	14.748 ± 1.698	134.201 ± 16.104
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.37278 ± 0.02609	6.13396 ± 0.42938
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00038 ± 0.00011	0.00792 ± 0.00222
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00177 ± 0.00041	0.01969 ± 0.00463
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	0.0047 ± 0.0010
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0505 ± 0.0116	0.0898 ± 0.0207
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.005866 ± 0.000880	0.283951 ± 0.042593
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1222 ± 0.0110	4.5885 ± 0.4130
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	23.08 ± 1.85	59.40 ± 4.75
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0346 ± 0.0035	0.4945 ± 0.0495
Metales Totales						
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	0.0151 ± 0.0035
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	44.04 ± 5.28	181.09 ± 21.73
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	20.59 ± 2.47	84.65 ± 10.16
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	27.020 ± 2.972	161.354 ± 17.749
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00017 ± 0.00004	0.00416 ± 0.00096
Tantalo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	0.03901 ± 0.01053
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	4.807 ± 0.0625	3.2598 ± 0.4238
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.000676 ± 0.000142	0.016155 ± 0.003393
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0248 ± 0.0037	0.5667 ± 0.0850
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0084 ± 0.0014
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00039 ± 0.00008	0.00964 ± 0.00202
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.1264 ± 0.0126	2.2906 ± 0.2291
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00122 ± 0.00028	0.01589 ± 0.00365

IDENTIFICACION DE MUESTRA					T1-PO1-9	T1-PO1-9R
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	2.625 ± 0.236	7.257 ± 0.653
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	0.01616 ± 0.00452	0.07524 ± 0.02107
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.20333 ± 0.02237	0.74415 ± 0.08186
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0680 ± 0.0061	0.1300 ± 0.0117
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00019 ± 0.00004
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.00013 ± 0.00003
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00115 ± 0.00026	0.00156 ± 0.00036
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	40.979 ± 4.098	58.277 ± 5.828
Ceniciento Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00448 ± 0.00116	0.01394 ± 0.00362
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0039 ± 0.0010	0.0098 ± 0.0025
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00177 ± 0.00016	0.00516 ± 0.00046
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	5.92108 ± 1.48027	8.52277 ± 2.13069
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0237 ± 0.0059	0.0580 ± 0.0145
Estáño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.55167 ± 0.10482	0.57702 ± 0.10963
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1396 ± 0.0288	0.3703 ± 0.0333
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	2.801 ± 0.784	3.383 ± 0.955
Gaio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	0.00211 ± 0.00025
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00039 ± 0.00007	0.00041 ± 0.00008
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	6.2840 ± 0.5027	19.7409 ± 1.5793
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0019 ± 0.0005	0.0057 ± 0.0015
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0072 ± 0.0006	0.0168 ± 0.0015
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	16.202 ± 1.944	23.010 ± 2.761
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.12986 ± 0.00909	0.25483 ± 0.01784
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00108 ± 0.00025	0.00211 ± 0.00049
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0083 ± 0.0019	0.0587 ± 0.0135
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.002464 ± 0.000370	0.004372 ± 0.000656

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

IDENTIFICACION DE MUESTRA					T1-PO1-9	T1-PO1-9R
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0289 ± 0.0026	0.0832 ± 0.0075
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	216.82 ± 17.35	71.85 ± 5.75
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0512 ± 0.0051	0.0310 ± 0.0031
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	11.29 ± 1.35	25.77 ± 3.09
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	5.28 ± 0.63	12.05 ± 1.45
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	28.085 ± 3.089	34.763 ± 3.824
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00011 ± 0.00003
Tantalo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0181 ± 0.0154	0.3317 ± 0.0431
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.000140 ± 0.000029	0.000590 ± 0.000124
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0055 ± 0.0008	0.0174 ± 0.0026
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00010 ± 0.00002	0.000027 ± 0.000006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0840 ± 0.0084	1.1465 ± 0.1147
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00053 ± 0.00012	0.00058 ± 0.00013

IDENTIFICACION DE MUESTRA					T1-PO1-9S	T1-PO2-5
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	24/11/2020 08:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	273.159 ± 24.584	4.006 ± 0.361
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	1.26411 ± 0.35395	0.00696 ± 0.00195
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	36.60705 ± 4.02678	0.06182 ± 0.00680
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	5.2327 ± 0.4701	0.6682 ± 0.0601
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00920 ± 0.00193	0.00061 ± 0.00013
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.01032 ± 0.00217	<0.00003
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.131 ± 0.016	0.236 ± 0.028
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.03544 ± 0.00815	0.00162 ± 0.00037
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	355.330 ± 35.533	469.018 ± 46.902
Ceniciento Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.70320 ± 0.18257	0.00638 ± 0.00166
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.5333 ± 0.1333	0.0031 ± 0.0008
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.13885 ± 0.01250	0.00325 ± 0.00029
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	1.15252 ± 0.28813	3.49400 ± 0.87350
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.3211 ± 0.0803	0.0390 ± 0.0098
Estáño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.07185 ± 0.01365	0.31052 ± 0.05900
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	4.5237 ± 0.4071	2.3500 ± 0.2115
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	32.106 ± 8.990	8.784 ± 2.460
Gaio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.15550 ± 0.01866	0.00085 ± 0.00010
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00068 ± 0.00013	0.01294 ± 0.00246
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	782.6736 ± 62.6139	3.2716 ± 0.2617
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.2522 ± 0.0681	0.0034 ± 0.0009
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.4333 ± 0.0390	0.0162 ± 0.0015
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00166 ± 0.00046	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	183.703 ± 22.044	136.963 ± 16.436
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	8.86452 ± 0.62052	0.66362 ± 0.04645
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.01019 ± 0.00285	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.03515 ± 0.00808	0.00115 ± 0.00026
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0082 ± 0.0017	0.0099 ± 0.0021
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1320 ± 0.0304	0.0457 ± 0.0105
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.307595 ± 0.046139	<0.00010
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	5.8866 ± 0.5298	0.0224 ± 0.0020
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	78.47 ± 6.28	180.37 ± 14.43
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.7230 ± 0.0723	0.0965 ± 0.0097
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0199 ± 0.0046	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27		

INFORME DE ENSAYO

MA2022766 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					T1-PO1-9S	T1-PO2-5
FECHA DE MUESTREO					24/11/2020	24/11/2020
HORA DE MUESTREO					08:00:00	08:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Zrconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.02245 ± 0.00516	0.00657 ± 0.00151

IDENTIFICACION DE MUESTRA					T1-PO2-5R	T1-PO2-5S
FECHA DE MUESTREO					24/11/2020	24/11/2020
HORA DE MUESTREO					08:00:00	08:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	8.080 ± 0.727	143.124 ± 12.881
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	0.06793 ± 0.01902	0.99116 ± 0.27752
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	1.27093 ± 0.13960	28.47868 ± 3.13265
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.3007 ± 0.0271	2.9902 ± 0.2691
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00038 ± 0.00008	0.00657 ± 0.00138
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00015 ± 0.00003	0.00637 ± 0.00134
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.254 ± 0.030	0.229 ± 0.027
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00160 ± 0.00037	0.02586 ± 0.00595
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	152.311 ± 15.231	262.944 ± 28.294
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.01550 ± 0.00043	0.44406 ± 0.11546
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0102 ± 0.0026	0.2319 ± 0.0580
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00663 ± 0.00060	0.07523 ± 0.00677
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	3.70420 ± 0.92605	0.67454 ± 0.16864
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0406 ± 0.0102	0.2046 ± 0.0512
Estaño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.30764 ± 0.05845	0.95144 ± 0.00977
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	1.0346 ± 0.0931	2.8294 ± 0.2546
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	2.488 ± 0.697	20.797 ± 5.823
Metales Trazos						
Gaio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00343 ± 0.00041	0.07751 ± 0.00930
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	0.0011 ± 0.0003
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	0.00042 ± 0.00008
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	22.1652 ± 1.7732	482.2937 ± 38.5835
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0061 ± 0.0016	0.1713 ± 0.0463
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0229 ± 0.0021	0.2517 ± 0.0227
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00117 ± 0.00033
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	24.804 ± 2.976	93.750 ± 11.250
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.30988 ± 0.02169	5.17610 ± 0.36233
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	0.00796 ± 0.00223
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.01006 ± 0.000231	0.01769 ± 0.00407
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	0.0041 ± 0.0009
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0433 ± 0.0100	0.0716 ± 0.0165
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.004577 ± 0.000587	0.212533 ± 0.031880
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1113 ± 0.0100	3.8645 ± 0.3478
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	11.07 ± 0.89	33.75 ± 2.70
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0242 ± 0.0024	0.4023 ± 0.0402
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	0.0038 ± 0.0009
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	33.09 ± 3.97	178.98 ± 21.48
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	15.46 ± 1.86	83.66 ± 10.04
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	58.635 ± 6.450	58.019 ± 6.382
Talo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00016 ± 0.00004	0.00323 ± 0.00074
Tantalo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Terbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	0.02694 ± 0.00727
Tiitio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.4063 ± 0.0528	2.7811 ± 0.3615
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.001206 ± 0.000253	0.012393 ± 0.002603
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0248 ± 0.0037	0.4019 ± 0.0603
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0009 ± 0.0002	0.0097 ± 0.0016
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00030 ± 0.00006	0.00825 ± 0.00173
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0984 ± 0.0098	1.8059 ± 0.1806

IDENTIFICACION DE MUESTRA					T1-PO2-6	T1-PO2-6R
FECHA DE MUESTREO					24/11/2020	24/11/2020
HORA DE MUESTREO					08:00:00	08:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	1.370 ± 0.123	6.497 ± 0.585
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	0.01500 ± 0.000420	0.02608 ± 0.00786

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

IDENTIFICACION DE MUESTRA					T1-PO2-6	T1-PO2-6R
FECHA DE MUESTREO					24/11/2020	24/11/2020
HORA DE MUESTREO					08:00:00	08:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.12865 ± 0.01415	0.44929 ± 0.04942
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1889 ± 0.0170	0.1638 ± 0.0146
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00011 ± 0.00002	0.00033 ± 0.00007
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.00117 ± 0.00025
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.282 ± 0.034	0.214 ± 0.026
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00082 ± 0.00019	0.00152 ± 0.00035
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	108.678 ± 10.868	90.245 ± 9.025
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.00245 ± 0.00064	0.00858 ± 0.00223
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0016 ± 0.0004	0.0060 ± 0.0015
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00437 ± 0.00039	0.00302 ± 0.00027
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	4.79714 ± 1.19929	3.32089 ± 0.83022
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0482 ± 0.0121	0.0219 ± 0.0055
Estaño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.39873 ± 0.07576	0.20802 ± 0.03952
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	1.0008 ± 0.0901	0.5459 ± 0.0491
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	4.066 ± 1.138	3.211 ± 0.899
Gaio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00048 ± 0.00006	0.00256 ± 0.00031
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00067 ± 0.00013	0.00032 ± 0.00006
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	4.4515 ± 0.3561	12.4432 ± 0.9955
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	0.0038 ± 0.0010
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0107 ± 0.0010	0.0120 ± 0.0011
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	26.683 ± 3.202	12.553 ± 1.506
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.14764 ± 0.01033	0.20332 ± 0.01423
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00160 ± 0.00037	0.00794 ± 0.00183
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1186 ± 0.0273	0.0241 ± 0.0055
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.001472 ± 0.000221	0.01613 ± 0.000242
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0129 ± 0.0012	0.0855 ± 0.0077
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	270.16 ± 21.61	14.68 ± 1.17
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.0844 ± 0.0084	0.0160 ± 0.0016
Metales Trazos						
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	7.38 ± 0.89	22.87 ± 2.74
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	3.45 ± 0.41	10.69 ± 1.28
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	31.031 ± 3.413	31.019 ± 3.412
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00026 ± 0.00006	0.00017 ± 0.00004
Tantalo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Terbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Tiitio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0628 ± 0.0082	0.2970 ± 0.0386
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.000067 ± 0.000014	0.000409 ± 0.000086
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	0.0204 ± 0.0031
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	0.00020 ± 0.00004
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.0538 ± 0.0054	0.1016 ± 0.0102

IDENTIFICACION DE MUESTRA					T1-PO2-6S	T2-PO1-7
FECHA DE MUESTREO					24/11/2020	24/11/2020
HORA DE MUESTREO					08:00:00	08:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	154.676 ± 13.921	4.363 ± 0.393
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	1.38058 ± 0.38656	0.06141 ± 0.01719
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	38.31056 ± 4.21416	0.98955 ± 0.10885
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	4.1024 ± 0.3692	0.1301 ± 0.0117
Berilio Total	EW EPA200 8					

INFORME DE ENSAYO
MA2022766 Rev. 0

Table with columns: IDENTIFICACION DE MUESTRA, T1-P02-6S, T2-P01-7. Columns include Parametro, Referencia, Unidad, LD, LC, Resultado ± Incertidumbre, Resultado ± Incertidumbre.

Table with columns: IDENTIFICACION DE MUESTRA, T2-P01-7R, T2-P01-7S. Columns include Parametro, Referencia, Unidad, LD, LC, Resultado ± Incertidumbre, Resultado ± Incertidumbre.

Table with columns: IDENTIFICACION DE MUESTRA, T2-P01-8, T2-P01-8R. Columns include Parametro, Referencia, Unidad, LD, LC, Resultado ± Incertidumbre, Resultado ± Incertidumbre.

Table with columns: IDENTIFICACION DE MUESTRA, T2-P01-7R, T2-P01-7S. Columns include Parametro, Referencia, Unidad, LD, LC, Resultado ± Incertidumbre, Resultado ± Incertidumbre.

Este documento lo ha emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 16

Este documento lo ha emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 1

INFORME DE ENSAYO MA2022766 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA					T2-P01-8S	T2-P01-10
FECHA DE MUESTREO					24/11/2020	24/11/2020
HORA DE MUESTREO					08:00:00	08:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	170.180 ± 15.316	2.570 ± 0.231
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	0.60237 ± 0.16866	0.06437 ± 0.01802
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	15.93222 ± 1.75254	0.31851 ± 0.03501
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	3.2596 ± 0.2304	0.0776 ± 0.0070
Berilio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00658 ± 0.00138	0.00013 ± 0.00003
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.05502 ± 0.00105	<0.00003
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.294 ± 0.035	0.257 ± 0.031
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.02267 ± 0.00521	0.00362 ± 0.00083
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	334.573 ± 33.457	77.811 ± 7.781
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.39532 ± 0.10278	0.00508 ± 0.00132
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.2339 ± 0.0585	0.0025 ± 0.0006
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.10682 ± 0.00961	0.00587 ± 0.00053
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.82569 ± 0.20642	8.93258 ± 2.23315
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1955 ± 0.0489	0.0729 ± 0.0182
Estáño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.03122 ± 0.00693	0.65078 ± 0.12365
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	3.2887 ± 0.2960	0.6563 ± 0.0591
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	27.325 ± 7.651	3.638 ± 1.019
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.08453 ± 0.01014	0.00122 ± 0.00015
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0007 ± 0.0002	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00046 ± 0.00009	<0.00015
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	431.4601 ± 34.5168	8.9865 ± 0.7189
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.1558 ± 0.0431	0.0022 ± 0.0006
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.3644 ± 0.0338	0.0131 ± 0.0012
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00177 ± 0.00036	<0.00006
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	121.972 ± 14.615	23.043 ± 2.765
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	6.49866 ± 0.45491	0.14537 ± 0.01018
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00403 ± 0.00113	<0.00009
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.02185 ± 0.00503	0.00406 ± 0.00093
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0072 ± 0.0015	<0.0015
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0887 ± 0.0204	0.1844 ± 0.0424
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.17245 ± 0.025868	0.002566 ± 0.000385
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	2.6921 ± 0.2423	0.0345 ± 0.0031
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.004	0.13	36.95 ± 2.96	138.85 ± 11.11
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.4898 ± 0.0490	0.0284 ± 0.0028
Metales Totales						
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	209.43 ± 25.13	9.95 ± 1.19
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	97.89 ± 11.75	4.65 ± 0.56
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	46.797 ± 5.148	54.914 ± 6.041
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00336 ± 0.00077	<0.00006
Tantalo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
torio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	0.04420 ± 0.01193	0.00026 ± 0.00007
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	4.3646 ± 0.5674	0.1401 ± 0.0182
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.016840 ± 0.003536	0.000243 ± 0.000051
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.5633 ± 0.0845	0.0061 ± 0.0009
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0064 ± 0.0011	<0.0006
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00873 ± 0.00183	0.00015 ± 0.00003
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	1.8124 ± 0.1812	0.1206 ± 0.0121
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.01782 ± 0.00410	<0.00045

IDENTIFICACION DE MUESTRA					T2-P01-10R	T2-P01-10S
FECHA DE MUESTREO					24/11/2020	24/11/2020
HORA DE MUESTREO					08:00:00	08:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	26.206 ± 2.359	123.477 ± 11.113
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	0.15204 ± 0.04257	0.68136 ± 0.19078
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	1.48275 ± 0.16310	16.73855 ± 1.84124
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.4417 ± 0.0398	2.3360 ± 0.2102
Berio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00105 ± 0.00022	0.00501 ± 0.00105
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00038 ± 0.00008	0.00351 ± 0.00074
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.262 ± 0.031	0.220 ± 0.028
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00314 ± 0.00072	0.01791 ± 0.00412
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	69.811 ± 6.981	250.907 ± 25.081
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.04189 ± 0.01089	0.30553 ± 0.07944
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0384 ± 0.0096	0.1660 ± 0.0415
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.01513 ± 0.00136	0.07274 ± 0.00655
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	4.10537 ± 1.02634	0.52244 ± 0.13811
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0679 ± 0.0170	0.1515 ± 0.0379
Estáño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.21787 ± 0.04140	0.02689 ± 0.00511

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 11

IDENTIFICACION DE MUESTRA					T2-P01-10R	T2-P01-10S
FECHA DE MUESTREO					24/11/2020	24/11/2020
HORA DE MUESTREO					08:00:00	08:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.5538 ± 0.0498	2.4507 ± 0.2206
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	6.019 ± 1.685	18.512 ± 5.183
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.01275 ± 0.00153	0.06733 ± 0.00808
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	<0.0015	0.00022 ± 0.00004
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	54.1887 ± 4.3351	354.1257 ± 28.3301
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.18180 ± 0.00449	0.1175 ± 0.0317
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0662 ± 0.0060	0.2608 ± 0.0235
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00015 ± 0.00004	0.00095 ± 0.00027
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	20.780 ± 2.494	85.913 ± 10.310
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.91816 ± 0.06427	4.44152 ± 0.31091
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00040 ± 0.00011	0.00284 ± 0.00080
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00632 ± 0.00145	0.01466 ± 0.00337
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	0.0046 ± 0.0010
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.09553 ± 0.0127	0.0592 ± 0.0136
Paladio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00099 ± 0.001363	0.00631 ± 0.00295
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.2081 ± 0.0187	2.0123 ± 0.1811
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	1.13	37.66 ± 3.01	25.32 ± 2.11
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	0.0777 ± 0.0078	0.3336 ± 0.0334
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	0.0023 ± 0.0005
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	95.11 ± 11.41	186.42 ± 22.37
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	44.46 ± 5.34	87.14 ± 10.46
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	24.297 ± 2.673	27.851 ± 3.064
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00036 ± 0.00008	0.00212 ± 0.00049
Tantalo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
torio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	0.00326 ± 0.00088	0.02237 ± 0.00604
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	1.2506 ± 0.1626	3.3760 ± 0.4389
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.002026 ± 0.000425	0.009722 ± 0.002042
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0822 ± 0.0123	0.4172 ± 0.0626
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0058 ± 0.0010	0.0045 ± 0.0008
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00104 ± 0.00022	0.00668 ± 0.00140
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	3.3383 ± 0.3338	1.2079 ± 0.1208
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00417 ± 0.00096	0.01339 ± 0.00308

IDENTIFICACION DE MUESTRA					T2-P02-1	T2-P02-1R
FECHA DE MUESTREO					24/11/2020	24/11/2020
HORA DE MUESTREO					08:00:00	08:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metales Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	24.850 ± 2.237	17.977 ± 1.618
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	0.22932 ± 0.06186	0.15722 ± 0.0442
Arsénico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	3.0099 ± 0.36311	1.77961 ± 0.19576
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.5688 ± 0.0512	0.3650 ± 0.0329
Berio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00087 ± 0.00018	0.00084 ± 0.00018
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00010 ± 0.00002	0.00029 ± 0.00006
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.437 ± 0.052	0.316 ± 0.038
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00307 ± 0.00071	0.00287 ± 0.00066
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.003	0.009	258.110 ± 25.811	84.083 ± 8.408
Cerio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.02690 ± 0.00699	0.03690 ± 0.00959
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0099 ± 0.0025	0.0220 ± 0.0055
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.01401 ± 0.00126	0.01236 ± 0.00111
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	11.00474 ± 2.75119	6.10035 ± 1.52509
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.1907 ± 0.0477	0.0878 ± 0.0220
Estáño Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.81393 ± 0.15465	0.36506 ± 0.06936
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	1.9682 ± 0.1771	0.5665 ± 0.0510
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	7.752 ± 2.171	4.760 ± 1.333
Galio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00915 ± 0.00110	0.00889 ± 0.00107
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00243 ± 0.00046	<0.

INFORME DE ENSAYO

MA2022766 Rev. 0

IDENTIFICACION DE MUESTRA		T2-PO2-1			T2-PO2-1R	
FECHA DE MUESTREO		24/11/2020			24/11/2020	
HORA DE MUESTREO		08:00:00			08:00:00	
CATEGORIA		AGUA NATURAL			AGUA NATURAL	
SUB CATEGORIA		AGUA SUPERFICIAL			AGUA SUPERFICIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	266.57 ± 21.33	17.53 ± 1.40
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.9556 ± 0.0096	0.9513 ± 0.0051
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	43.69 * ± 5.24	66.09 * ± 7.93
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	20.42 ± 2.45	30.89 ± 3.71
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	56.818 ± 6.250	24.644 ± 2.711
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00057 ± 0.00013	0.00030 ± 0.00007
Tantalo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	0.0041 ± 0.0009	<0.0021
Tekuro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	0.00396 ± 0.00107	0.00251 ± 0.00068
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.8501 ± 0.1105	0.9332 ± 0.1213
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.000902 ± 0.000189	0.001634 ± 0.000343
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0752 ± 0.0113	0.0602 ± 0.0090
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0011 ± 0.0002	0.0011 ± 0.0002
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00083 ± 0.00017	0.00081 ± 0.00017
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.1838 ± 0.0184	0.1840 ± 0.0184
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00825 ± 0.00190	0.00262 ± 0.00060

IDENTIFICACION DE MUESTRA		T2-PO2-1S			T2-PO2-4	
FECHA DE MUESTREO		24/11/2020			24/11/2020	
HORA DE MUESTREO		08:00:00			08:00:00	
CATEGORIA		AGUA NATURAL			AGUA NATURAL	
SUB CATEGORIA		AGUA SUPERFICIAL			AGUA SUPERFICIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.01430 ± 0.00329	0.00050 ± 0.00012

IDENTIFICACION DE MUESTRA		T2-PO2-4R			T2-PO2-4S	
FECHA DE MUESTREO		24/11/2020			24/11/2020	
HORA DE MUESTREO		08:00:00			08:00:00	
CATEGORIA		AGUA NATURAL			AGUA NATURAL	
SUB CATEGORIA		AGUA SUPERFICIAL			AGUA SUPERFICIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre

Metalles Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	11.723 ± 1.055	142.129 ± 12.792
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	0.10326 ± 0.02891	1.58329 ± 0.44332
Arsenico Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	1.29819 ± 0.14280	38.95383 ± 4.28492
Bario Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.2273 ± 0.0205	4.1348 ± 0.3721
Benlio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00054 ± 0.00011	0.00674 ± 0.00142
Bismuto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00016 ± 0.00003	0.00991 ± 0.00208
Boro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.002	0.006	0.243 ± 0.029	0.259 ± 0.031
Cadmio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00199 ± 0.00046	0.02757 ± 0.00634
Calcio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	106.139 ± 10.614	321.365 ± 32.137
Cenro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00008	0.00024	0.02223 ± 0.00578	0.53196 ± 0.13831
Cesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0118 ± 0.0030	0.1989 ± 0.0497
Cobalto Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00001	0.00003	0.00730 ± 0.00066	0.07651 ± 0.00689
Cobre Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	7.40056 ± 1.85014	0.76886 ± 0.19222
Cromo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0691 ± 0.0173	0.1963 ± 0.0491
Estafio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.69332 ± 0.13173	0.05987 ± 0.01138
Estroncio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.6868 ± 0.0618	3.7388 ± 0.3365
Fósforo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.015	0.047	3.367 ± 0.943	22.349 ± 6.258
Gaio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00012	0.00527 ± 0.00063	0.00397 ± 0.00108
Germanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00005	0.00015	0.00024 ± 0.00005	0.00024 ± 0.00005
Hierro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	31.4363 ± 2.5149	538.8839 ± 43.1107
Lantano Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	0.0091 ± 0.0025	0.1943 ± 0.0525
Litio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0269 ± 0.0024	0.2661 ± 0.0239
Lutecio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00009 ± 0.00003	0.00125 ± 0.00035
Magnesio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	17.089 ± 2.051	101.502 ± 12.180
Manganeso Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.38258 ± 0.02678	4.81794 ± 0.33726
Mercurio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	0.00452 ± 0.00127
Molibdeno Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00551 ± 0.00127	0.02004 ± 0.00461
Niobio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	0.0048 ± 0.0010
Niquel Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0628 ± 0.0144	0.0626 ± 0.0144
Plata Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.007658 ± 0.001149	0.309620 ± 0.046443
Plomo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.1430 ± 0.0129	5.1656 ± 0.4649
Potasio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	14.23 ± 1.14	39.07 ± 3.13
Rubidio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0003	0.0009	0.9303 ± 0.0030	0.4081 ± 0.0408
Metalles Totales						
Selenio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	0.0027 ± 0.0006
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	40.38 * ± 4.85	177.05 * ± 21.25
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	18.87 ± 2.26	82.75 ± 9.93
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	38.458 ± 4.230	92.762 ± 10.204
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00019 ± 0.00004	0.00331 ± 0.00076
Tantalo Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Tekuro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	0.00106 ± 0.00029	0.03142 ± 0.00848
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.5709 ± 0.0742	3.0324 ± 0.3942
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.000003	0.000010	0.001274 ± 0.000268	0.013478 ± 0.002830
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0382 ± 0.0057	0.4707 ± 0.0706
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0008 ± 0.0001	0.0068 ± 0.0012
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00064 ± 0.00013	0.00910 ± 0.00191
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.1258 ± 0.0126	1.4223 ± 0.1422
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00274 ± 0.00063	0.01484 ± 0.00341

IDENTIFICACION DE MUESTRA		T2-PO2-7			T2-PO2-7R	
FECHA DE MUESTREO		24/11/2020			24/11/2020	
HORA DE MUESTREO		08:00:00			08:00:00	
CATEGORIA		AGUA NATURAL			AGUA NATURAL	
SUB CATEGORIA		AGUA SUPERFICIAL			AGUA SUPERFICIAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Metalles Totales						
Aluminio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	1.050 ± 0.095	13.766 ± 1.239
Antimonio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00004	0.00013	0.00777 ± 0.00218	0.21014 ± 0.05884

Este documento lo ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Este documento lo ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO MA2022766 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					T1-PO2-8R	T1-PO2-8S
FECHA DE MUESTREO					24/11/2020	24/11/2020
HORA DE MUESTREO					08:00:00	08:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Silice Total	EW EPA200 8	mg/L	0.09	0.27	47.28 * ± 5.67	186.62 * ± 22.39
Silicio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.04	0.13	22.10 ± 2.65	87.23 ± 10.47
Sodio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.006	0.019	31.770 ± 3.495	41.304 ± 4.543
Talio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00032 ± 0.00007	0.00423 ± 0.00097
Tantalio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Total	EW EPA200 8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00006	0.00019	0.00094 ± 0.00025	0.03235 ± 0.00873
Titanio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.5925 ± 0.0770	2.9237 ± 0.3801
Uranio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00003	0.00010	0.000938 ± 0.000197	0.014799 ± 0.003108
Vanadio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0326 ± 0.0049	0.4955 ± 0.0743
Wolframio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0009 ± 0.0002	0.0089 ± 0.0015
Yterbio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00002	0.00006	0.00058 ± 0.00012	0.01004 ± 0.00211
Zinc Total	EW EPA200 8	mg/L	0.0008	0.0026	0.1577 ± 0.0158	1.9732 ± 0.1973
Zirconio Total	EW EPA200 8	mg/L	0.00015	0.00045	0.00226 ± 0.00052	0.01716 ± 0.00395

Notas:

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

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

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

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación

MB: Blanco del proceso.

LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.

MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.

MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.

Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	2%	96%	99%	1%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	4%	98 - 102%	96%	0%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	4 - 8%	96 - 102%	100%	0%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	3 - 5%	99 - 102%	101%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	4 - 8%	96 - 103%	106%	1%
Bismuto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	99 - 100%	98%	2%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	4%	96 - 102%	100%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	1 - 2%	98 - 102%	97%	5%
Calcio Total	mg/L	0.009	<0.009	3 - 8%	98 - 106%	100%	0%
Ceño Total	mg/L	0.00024	<0.00024	3 - 4%	91 - 115%	98%	5%
Cesio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	2 - 6%	96 - 98%	106%	6%
Cobalto Total	mg/L	0.00003	<0.00003	7 - 8%	94 - 96%	95%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	1 - 7%	97 - 99%	98%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	3%	95 - 96%	92%	1%
Estaño Total	mg/L	0.00010	<0.00010	2 - 7%	93 - 100%	104%	1%
Estroncio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	3 - 7%	100 - 105%	98%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.047	<0.047	6%	100 - 102%	99%	1%
Galio Total	mg/L	0.00012	<0.00012	1 - 2%	97 - 102%	99%	6%
Germanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	104 - 106%	103%	4%
Hafnio Total	mg/L	0.00015	<0.00015	0 - 2%	95 - 102%	102%	1%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	4 - 5%	99 - 101%	99%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0015	<0.0015	1 - 5%	92 - 100%	93%	1%
Litio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	6 - 7%	95 - 102%	99%	0%
Lutecio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	7 - 8%	95 - 104%	105%	1%
Magnesio Total	mg/L	0.003	<0.003	4 - 8%	100%	99%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	2%	96%	99%	0%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	95 - 100%	99%	2%
Molibdeno Total	mg/L	0.00006	<0.00006	1 - 6%	99 - 110%	97%	0%
Niobio Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0 - 5%	98 - 101%	104%	0%
Niquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	4 - 6%	96 - 101%	99%	5%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	6 - 8%	96 - 99%	94%	1%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	3 - 7%	92 - 94%	99%	0%
Potasio Total	mg/L	0.13	<0.13	1 - 5%	94 - 102%	98%	1%
Rubidio Total	mg/L	0.0009	<0.0009	3 - 4%	104 - 106%	95%	1%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0 - 3%	98 - 100%	99%	1%
Silice Total	mg/L	0.27	<0.27	2 - 4%	104%	92%	0%
Silicio Total	mg/L	0.13	<0.13	2 - 4%	99 - 103%	92%	0%
Sodio Total	mg/L	0.019	<0.019	1 - 5%	99 - 101%	101%	0%
Talio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	2 - 4%	97%	102%	3%
Tantalio Total	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	98 - 103%	105%	4%
Teluro Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	97 - 104%	103%	1%
Thorio Total	mg/L	0.00019	<0.00019	0 - 5%	95 - 99%	95%	1%
Titanio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	4 - 8%	95 - 100%	96%	6%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	5 - 8%	97 - 98%	99%	1%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0 - 3%	95 - 98%	96%	5%
Wolframio Total	mg/L	0.0006	<0.0006	1%	93%	99%	1%
Yterbio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	4 - 7%	95 - 96%	99%	1%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	3 - 6%	99 - 100%	98%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045	5%	98 - 101%	106%	1%

Copia de resolución de aprobación del proyecto de tesis



RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N°153-2020-DACIA-DAFCA-U.CIENTÍFICA.

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Lima, 8 de septiembre del 2020

VISTO:
El informe de revisión independiente académica y la aprobación de un Comité de Ética del proyecto de tesis titulado: **Fitorremediación de suelos contaminados por relaves mineros en zonas áridas mediante *Melocactus peruvianus* y *Haageocereus acrathus***, presentado por:

- **Hector Iván Macedo Romero**

CONSIDERANDO:
Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el título profesional de **Ingeniera Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:
Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado: **Fitorremediación de suelos contaminados por relaves mineros en zonas áridas mediante *Melocactus peruvianus* y *Haageocereus acrathus*** con N° de registro: **377-2019-PRE11**, y establecer el inicio del periodo de ejecución del mencionado proyecto.

Nombrar al docente/colaborador **Susan Mery Medina Canzio** como asesora para el desarrollo de la tesis en cuestión.

Regístrese, comuníquese y archívese,



Documento firmado digitalmente
Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico
Carrera de Ingeniería Ambiental

T: 051 020 6230
informes@cientificadelur.pe
cientificadelur.pe

Copia de documento de aprobación de comité de ética

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN CON ANIMALES Y BIODIVERSIDAD



Constancia N° 120-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2020

El presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad de la Universidad Científica del Sur (CIEI-AB-CIENTÍFICA) da constancia que el proyecto de investigación, cuyos datos se registran a continuación, ha sido **aprobado**.

Código de registro: **377-2019-PRE11**
 Título: **Fitorremediación de suelos contaminados por relaves mineros en zonas áridas mediante *Melocactus peruvianus* y *Haageocereus acrathus***
 Investigador(a): **Hector Iván Macedo Romero**

La aprobación del proyecto de investigación implica que el documento presentado a evaluación cumple con los lineamientos de Universidad en materia de investigación y ética, los cuales se sustentan en la normativa internacional vigente. Adicionalmente, en el contexto de la pandemia de enfermedad por COVID-19, le recomendamos cumplir con las normas publicadas por el estado peruano.

En tal sentido, esta aprobación carecerá de valor si es que el proyecto de investigación arriba indicado es modificado de cualquier forma. Toda enmienda, añadido, eliminación o eventualidad (eventos adversos, etc.) posterior a la fecha de aprobación debe ser reportado al CIEI-AB-CIENTÍFICA.

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (**hasta el 24 de febrero del 2022**), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto. Cualquier trámite para su renovación deberá ser enviado antes del término de la vigencia de este documento, debiendo suspenderse todo desarrollo hasta que la renovación sea aprobada.

Villa El Salvador, 25 de agosto de 2020




Méd. Vet. Gianmarco Paolo Rojas Moreno
 Presidente
 Comité Institucional de Ética en Investigación
 con Animales y Biodiversidad

Asesoría al postulante
 T. // (51) 610 6738 | Campus Villa 2 - Panamericana Sur km 19
 informes@cientifica.edu.pe | Calle Centurias 398, Miraflores