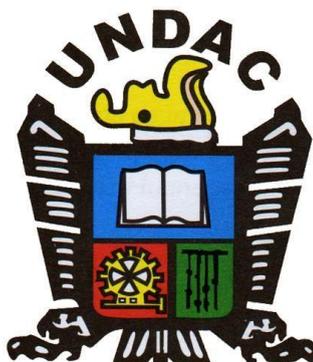


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



TESIS

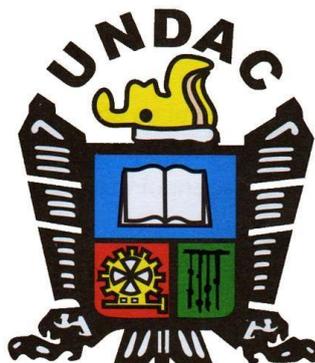
**Análisis de metales pesados presentes en las especies nativas
de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha -
distrito de Simón Bolívar- 2019**

Para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Ambiental

Autor: Bach. Gessenia Rode LEON ATACHAGUA
Asesor: Dr. Rommel Luis LOPEZ ALVARADO

Cerro de Pasco – Perú – 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



TESIS

**Análisis de metales pesados presentes en las especies nativas
de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha -
distrito de Simón Bolívar- 2019**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA
PRESIDENTE

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS
MIEMBRO

Mg. Sc. Edgar PEREZ JUZCAMAYTA
MIEMBRO

DEDICATORIA

Dedico al motor de mi vida mi hijo Mateo y a mis padres quienes siempre estuvieron a mi lado y acompañaron mis decisiones.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los miembros de la comunidad de Quiulacocha por permitirme realizar la investigación en su jurisdicción.

Agradezco a mi Asesor por su apoyo y recomendación cuando se presentaron las dudas e inconvenientes en el desarrollo del trabajo.

RESUMEN

El depósito Quiulacocha cuenta con aproximadamente 70 millones de toneladas de relave, en un área de 115 hectáreas, compuestos por sulfuros, arsénico, óxidos de fierro, plomo, entre otros productos de las operaciones de las empresas Cerro de Pasco Cooper Corporation y Centromin Perú S.A . En la relavera Quiulacocha en forma natural se evidencia el crecimiento y desarrollo de especies nativas u oriundas de la zona, lo cual, desafiando a los compuestos por sulfuros, arsénico, óxidos de fierro, plomo, entre otros productos de las operaciones de las empresas Cerro de Pasco Cooper Corporation y Centromin Perú. En la actualidad no se tiene información de que tipo de metales pesados a podido captar y almacenar la flora presente en la relavera Quiulacocha es por ello del desarrollo de la presente investigación.

En la presente investigación se busca identificar que especies de flora se han adaptado o si estas están captando metales pesados dentro de la relavera Quiulacocha. De las 4 especies recolectadas como son las especies de la Taya (*Bacharis tricuneata*), Ichu (*Stipa ichu*), Crespillo (*Calamagrostis vicunarum*) y Tola (*Baccharis tricuneata*). La especie que mejor y mayor concentración de todo tipo de metales pesados fue el Crespillo (*Calamagrostis vicunarum*), esta especie es de la familia del Ichu pero de pequeño tamaño, seguido del Ichu (*Stipa ichu*) y la Taya (*Bacharis tricuneata*) estas dos especies se diferencian en algunos metales pesados como por ejemplo en el Ichu captó mejor los metales pesados como el aluminio, arsénico, cromo, hierro, plomo, zinc y la taya capta mejor al cobre, manganeso, antimonio. Por otro lado la Tola (*Baccharis tricuneata*) es la especie que capta menor concentración de metales pesados dentro de la relavera Quiulacocha.

Palabras claves: Depósito Quiulacocha, Metales Pesados, Taya (*Bacharis tricuneata*), Ichu (*Stipa ichu*), Crespillo (*Calamagrostis vicunarum*) y Tola (*Baccharis tricuneata*)

ABSTRACT

The Quiulacocha deposit has approximately 70 million tons of tailings, in an area of 115 hectares, composed of sulfides, arsenic, iron oxides, lead, among other products from the operations of the companies Cerro de Pasco Cooper Corporation and Centromin Perú SA . In the Quiulacocha tailings plant, the growth and development of native or native species of the area is evidenced, which, challenging the compounds by sulfides, arsenic, iron oxides, lead, among other products of the operations of the Cerro companies from Pasco Cooper Corporation and Centromin Peru. Currently, there is no information on what type of heavy metals the flora present in the Quiulacocha tailings have been able to capture and store, which is why this research was carried out.

This research seeks to identify which flora species have adapted or if they are capturing heavy metals within the Quiulacocha tailings. Of the 4 species collected, such as the Taya (*Bacharis tricuneata*), Ichu (*Stipa ichu*), Crespillo (*Calamagrostis vicunarum*) and Tola (*Baccharis tricuneata*) species. The species that best and highest concentration of all types of heavy metals was the Crespillo (*Calamagrostis vicunarum*), this species is of the Ichu family but of small size, followed by the Ichu (*Stipa ichu*) and the Taya (*Bacharis tricuneata*) these two species differ in some heavy metals, for example, in the Ichu, it better captures heavy metals such as aluminum, arsenic, chromium, iron, lead, zinc, and taya better captures copper, manganese, antimony. On the other hand, the Tola (*Baccharis tricuneata*) is the species that captures the lowest concentration of heavy metals within the quiulacocha tailings.

Keywords: Quiulacocha Deposit, Heavy Metals, Taya (*Bacharis tricuneata*), Ichu (*Stipa ichu*), Crespillo (*Calamagrostis vicunarum*) and Tola (*Baccharis tricuneata*).

INTRODUCCION

Con la presente investigación contribuiremos con información de los tipos de metales pesados ha podido captar y almacenar la flora presente en la relavera Quiulacocha. La metodología usada para determinar los tipos de metales pesados ha podido captar y almacenar la flora presente en la relavera Quiulacocha será la toma de toma de muestras para posterior ser trasladadas a un laboratorio acreditado por INACAL.

Como objetivo de la presente investigación es determinar los metales pesados que se encuentran presente en las especies nativas de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar- 2019.

La investigación tiene como referencia del antecedente relacionada a lo realizado por Diana Alejandra Ñáñez Alcántara (2016). Estudio y selección de especies vegetales con potencial biorremediador en drenajes ácidos de roca y relaves minerales de la cuenca del río Santa (Áncash, Perú) Lima – Perú 2016, donde menciona: La presente investigación tuvo como objetivo identificar plantas nativas con potencial para remediar suelos contaminados por metales en la cuenca del Río Santa (Áncash). Para ello, se muestrearon cuatro lugares contaminados por actividades de extracción o concentración de minerales (relaves de Huancapetí, Ticapampa, Santa

Rosa de Jangas y Mesapata), y uno por drenajes ácidos de roca (DAR; Pastoruri), en época húmeda y seca de 2014. Se colectaron un total de 28 especies vegetales en época húmeda y 20 en época seca, que se separaron en parte aérea, raíz y sustrato. Los tejidos vegetales y sedimentos fueron analizados para determinar su contenido de metales, en especial de aquellos altamente tóxicos (arsénico, plomo, mercurio, aluminio y cadmio), y para determinar las características indicadoras, tolerantes o hiperacumuladoras de metales de las plantas. El aluminio, arsénico y plomo fueron predominantes en todos los puntos de muestreo, sobre todo en

Huancapetí, tanto en época húmeda como en la seca. Mediante el cálculo del factor de bioconcentración, se seleccionaron 20 especies con características tolerantes y/o hiperacumuladoras para plata, aluminio, arsénico, boro, hierro, cadmio, cromo, cobre y plomo, entre las que se encuentran *Distichia muscoides*, *Juncus arcticus*, *J. bufonius*, *Penicetum clandestinum*, *Calamagrostis ligulata*, *C. glacialis* y *Huperzia crassa*. Los resultados sugieren que estas especies podrían ser utilizadas para recuperar suelos afectados por metales mediante sistemas artificiales de remediación.

La Autora.

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	
INDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1.	Identificación y determinación de problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	3
1.3.	Formulación del problema	4
1.3.1.	Problema general.....	4
1.3.2.	Problemas específicos.....	4
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo general.....	4
1.4.2.	Objetivos específicos.....	5
1.5.	Justificación de la investigación	5
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	6

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes de estudio	7
2.2.	Bases teóricas – científicas.....	11
2.3.	Definición de términos básicos	23
2.4.	Formulación de hipótesis	24
2.4.1.	Hipótesis general.....	25
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	25
2.5.	Identificación de variables.....	25
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	26

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1.	Tipo de investigación	27
3.2.	Nivel de Investigación	27
3.3.	Métodos de investigación.....	27
3.4.	Diseño de investigación	28
3.5.	Población y muestra.....	28
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	30
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	30
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	30
3.9.	Tratamiento estadístico.....	31
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	31

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	32
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	42
4.3.	Prueba de Hipotesis	52
4.4.	Discusión de resultados.....	52

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

Índice de Figuras, Mapas, Cuadros, Imágenes y Gráficos:

Figura 1	Procesos típicos para la fitorremediación de suelos con sustancias contaminantes	13
Mapa 1	Ubicación de la Relavera Quiulacocha en el Mapa del Perú	34
Mapa 2	Ubicación de la Relavera Quiulacocha en el Distrito Simón Bolívar-Provincia de Pasco.....	35
Cuadro 1	Temperatura (°C), Humedad relativa (%) Y Precipitación (mm/día) mensuales del 2019.....	36
Imagen 1	Presencia de Flora Dentro del Área de la Relavera Quiulacocha	37
Cuadro 2	Ubicación y Descripción de los Puntos de Monitoreo	38
Imagen 2	Recolección de la Especie de Taya dentro del Área de la Relavera Quiulacocha.....	39
Imagen 3	Recolección de la Especie de Ichu dentro del Área del Relavera Quiulacocha.....	39
Imagen 4	Recolección de la Especie de Crespillo dentro del Área del Relavera Quiulacocha.....	40
Imagen 5	Recolección de la Especie de Tola dentro del Área del Relavera Quiulacocha.....	40
Mapa 3	Puntos de Monitoreo de la Flora Adaptadas Dentro del Área de la Relavera Quiulacocha.....	41
Cuadro 3	Metales Pesados Presentes en Especies de la Relavera Quiulacocha (Mg/Kg).....	43
Grafico 1	Resultados de Aluminio (mg/kg)	44
Grafico 2	Resultados de Arsénico (mg/kg)	44
Grafico 3	Resultados de Cromo (mg/kg)	45
Grafico 4	Resultados de Cobre (mg/kg)	45
Grafico 5	Resultados de Hierro (mg/kg)	46

Grafico 6	Resultados de Manganeso (mg/kg)	46
Grafico 7	Resultados de Plomo (mg/kg).....	47
Grafico 8	Resultados de Antimonio(mg/kg)	47
Grafico 9	Resultados de Zinc (mg/kg)	48

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación de problema

1.1.1. Descripción del problema

Hace muchos años en la región Pasco los organismos de Ministerio de Energía y Minas ha realizado un inventario de los Pasivos Ambientales Mineros (PAM) llegando a un total de aproximadamente 544 que ha sido reconocido en la R.M.N°010-2019-MEM/DM, en su mayoría estos pasivos ambientales han sido dejados por la actividades de extracción antiguas, lo ideal en la remediación es poder realizar la revegetación de las zonas afectadas con plantas nativas, que posiblemente tengan mayor afinidad con la naturaleza y el medio ambiente, actualmente se están realizando muchos pruebas para disminuir los costos y mejorar la efectividad de los tratamientos, para esto se están implementando tecnologías de vanguardia,

Las actividades de extracción minera han generado millones de toneladas de metales pesados tales como el plomo, mercurio, arsénico, cadmio, sales de cianuro y agentes químicos que son necesarios para la separación de

estos metales, estos residuos mineros que tienen gran cantidad de residuos que van a afectar la salud e impactar negativamente en el medio ambiente. Cuando realizamos el proceso de revegetación en un nuevo suelo, este proceso es muy poco eficaz, porque el nuevo suelo es difícil de adaptarse porque no llega a cumplir con los procesos biológicos y con la actividad de formación de suelos, estos problemas persisten pese a que han sido dejados cientos de años porque la presencia de metales pesados es conlleva a la adquisición de enfermedades, es así que en Pasco tenemos el depósito de relaves de Quiulacocha.

El depósito Quiulacocha cuenta con aproximadamente 70 millones de toneladas de relave, en un área de 115 hectáreas, compuestos por sulfuros, arsénico, óxidos de fierro, plomo, entre otros productos de las operaciones de las empresas Cerro de Pasco Cooper Corporation y Centromin Perú S.A .

Activos Mineros informó que el Plan de Cierre del depósito de Quiulacocha ubicado en el distrito de Simón Bolívar, en Pasco, será presentado al Ministerio de Energía y Minas para su evaluación y aprobación en el segundo semestre de 2019. Los estudios están a cargo de la Consultora Internacional Consorcio WSP, firma global con presencia en diversos continentes y en América en países como México, Chile y Perú. El Plan de Cierre tiene como principal desafío lograr la estabilidad física, química e hidrológica del depósito de relaves Quiulacocha, el cual se complementa con el Plan de recuperación ambiental de la desmontera Excelsior, actualmente en ejecución. Ambos planes son abordados con soluciones estudiadas geoquímicamente y el planteamiento es integrar los dos sistemas que influyen uno al otro.

Sin embargo, en la relavera Quiulacocha en forma natural se evidencia el crecimiento y desarrollo de especies nativas u oriundas de la zona, lo cual, desafiando a los compuestos por sulfuros, arsénico, óxidos de fierro, plomo, entre otros productos de las operaciones de las empresas Cerro de Pasco Cooper Corporation y Centromin Perú.

En la actualidad no se tiene información de que tipo de metales pesados a podido captar y almacenar la flora presente en la relavera Quiulacocha es por ello del desarrollo de la presente investigación.

Por lo que, la fitorremediación representa una alternativa sustentable y de bajo costo para la rehabilitación de ambientes afectados por contaminantes naturales y antropogénicos (Singh y Jain, 2003; Reichenauer y Germida, 2008).

1.2. Delimitación de la investigación

La delimitación de la presente investigación está comprendido al área de 115 hectáreas que ocupa la relavera de Quiulacocha, ya que nuestra investigación solo se realizó dentro de estas instalaciones.

La importancia de la presente investigación es efectiva, ya que la presente investigación será información valiosa para consultores ambientales, empresas mineras, grupos de estudios y población en general, lo cual esta servirá para `proponer nuevo conocimiento para reducir los impactos ambientales en las relaveras.

Los estudios de investigación esperan incrementar el conocimiento en el tratamiento de residuos minero que se encuentran en los depósitos de relaves que se encuentran en el Distrito de Simón Bolívar

1.2.1. Delimitación espacial

La investigación se realizara en el área de deposito de relaves de Quiulacocha que se encuentra en el Distrito de Simón Bolívar.

1.2.2. Delimitación Temporal

El trabajo ha sido realizado durante seis meses, el cual fue propuesto en el proyecto de investigación.

1.2.3. Delimitación conceptual

- Metales pesados
- Especies nativas

- Flora
- Adaptacion
- Relaves mineros
- Area de influencia

1.3. Formulación del problema

El problema se plantea en base a la necesidad de investigar y satisfacer vacíos en el conocimiento.

1.3.1. Problema general

¿Qué metales pesados se encuentran presente en las especies nativas de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar- 2019?

1.3.2. Problemas específicos

¿Qué tipo de especies nativas de flora se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar- 2019?

¿Cuál es el metal pesado predominante en las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar- 2019?.

¿Qué características de cambios se visualiza en las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha frente a la misma especie fuera de la relavera Quiulacocha?

1.4. Formulación de objetivos

Alcanzar las metas son el desafío de la investigación con la finalidad de satisfacer las necesidades planteadas-

1.4.1. Objetivo general

Determinar los metales pesados y las concentraciones que se encuentra presente en las especies nativas de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar- 2019.

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar- 2019.

Identificar el metal pesado predominante en las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar- 2019.

Determinar las características de cambios que se visualiza en las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha frente a la misma especie fuera de la relavera Quiulacocha

1.5. Justificación de la investigación

La realización de la investigación pretende realizar el tratamiento de los relaves mineros dispuestos en la relavera de Quiulacocha, haciendo el uso de las especies nativas

Justificación teórica

Con la presente investigación contribuiremos en plantear alternativa de mitigación de contaminación de suelos por metales pesados, mediante el uso de plantas nativas adaptadas insitu y con información de que tipos de metales pesados ha podido captar y almacenar la flora presente en la relavera Quiulacocha.

Justificación Metodológica

La metodología usada para determinar los tipos de metales pesados ha podido captar y almacenar la flora presente en la relavera Quiulacocha será la toma de muestra para posterior ser trasladadas a un laboratorio acreditado por INACAL.

Justificación Ambiental

La presente investigación será de vital importancia ya que con esta información podemos tener como antecedente para ser utilizados en la disminución de metales pesados en otras relaveras y a la vez nos ayudará a reducir los impactos ambientales negativos que estas puedan generar.

Justificación Social

La presente investigación dará conocer a la población circundante que las especies de flora pueden captar y con ello mitigar los metales pesados que puedan afectar a la población circundante de la relavera Quiulacocha

1.6. Limitaciones de la investigación

El acceso a los depósitos de relaves de Quiulacocha, necesita presentar mucha documentación realizada ante el Ministerio de Energía y Minas, Los diferentes análisis de los residuos mineros son demasiado caros.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

Las investigaciones realizadas nos permiten enmarcar los conceptos y objetivos que debemos alcanzar durante el desarrollo de la tesis.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Rosanna Ginocchio C. (2007). Plantas que reducen la contaminación por desechos mineros. Chile.

Producto de la explotación intensiva de minerales, en los últimos 150 años se han generado grandes cantidades de desechos mineros.

Particularmente son relevantes los depósitos de relaves. Por ejemplo, hasta 1990 se habían depositado aproximadamente 22.060.646 m³ en 398 depósitos de la Región de Coquimbo (SERNAGEOMIN, 1990), lo que representa el 52% del total de depósitos presentes entre las regiones de Antofagasta y del Maule. Los depósitos de relaves post operativos o abandonados presentan riesgos de contaminación de suelos y aguas con metales y metaloides por arrastre del material hacia las zonas aledañas por dispersión a través del viento y del agua, con los consecuentes problemas para

la salud humana, los ecosistemas naturales y el sector agropecuario. Aunque hay poca información sobre los impactos ambientales, algunos casos específicos están bien documentados, por ejemplo, el derrame de relaves al estero Aucó en la quebrada Alcaparrosa (Región de Coquimbo), producida por la falla de varios depósitos a causa de lluvias intensas y el fuerte sismo de 1997 en la comuna de Punitaqui. Uno de los principales factores que han potenciado los efectos ambientales negativos antes descritos es la ausencia de una legislación que regule la etapa post operativa de las faenas mineras. Sin embargo, a corto plazo, las normas que se aplicarán en el ámbito del cierre y abandono de faenas mineras en Chile, enfatizan que los depósitos de relaves deberán ser estabilizados física y químicamente antes de ser abandonados, a través del uso de tecnologías ambientalmente sustentables.

En el marco del proyecto Innova Chile de CORFO denominado "Uso de recursos fitogenéticos para la estabilización de tranques de relaves en la Región de Coquimbo", liderado por el CIMM e INIA Intihuasi, se está prospectando especies metalófitas nativas/endémicas en la Cuarta Región, de forma de identificar recursos fitogenéticos adecuados para la implementación de la tecnología de fitoestabilización. Hasta el momento, se han identificado 112 especies con potencial de metalófitas en la Región de Coquimbo. De las 54 ya evaluadas en ensayos de tolerancia estándar, un 63% es metalófitas para cobre. El promisorio resultado muestra que existe un potencial interesante de especies metalófitas en nuestra flora. Sin embargo, hay que disponer de mayores recursos económicos para poder identificarlas y caracterizarlas en forma adecuada. Solo así podremos proteger este valioso recurso genético, escasamente conocido y valorado al día de hoy, para rehabilitar los suelos contaminados con metales y los desechos mineros masivos presentes en el país.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Enoc Jara-Peña, José Gómez, Haydeé Montoya, Magda Chanco, Mauro Mariano y Noema Cano (2014). Capacidad fitorremediadora de cinco especies altoandinas de suelos contaminados con metales pesados. Lima. Perú.

La investigación se realizó en la Provincia de Canta Región Lima, este se trata sobre fitorremediación es la mejora del suelo, sedimentos, agua y el aire que fueron contaminados por metales pesados, este trabajo se realizo en los años 2011 a 2012, el tratamiento se realizo en invernaderos, para el cual se realizo un diseño factorial de 4 sustratos con suelo sin relave minero, con 30%, 60% y 100% de relave minero, los resultados fueron que se disminuye la producción de biomasa con Brassica rapa, con Solanum nitidum, Fuertesimalva echinata y Urtica urens. Lupinus ballianus. Mayores acumulaciones de plomo y zinc se tuvo con las raíces dela especie Fuertesimalva echinata, donde el sustrato tuvo 100% de relaves mineros, se lograron mas de 2015mg Plomo por kilogramos de sustratos, 1024 mg de magnesio por Mg kilogramos de sustrato. La Fuertesimalva echinata tiene mayor índice de tolerancia (IT) con el 100% de relave de mina, teniendo un IT de 41.5%, ademas, S. nitidum y L. ballianus tienen un mayor índice de tolerancia con el 60% de relave de mina llegando a tener índices de tolerancia de 68.5% y 67.9.

Amanda Luz Romero Rey (2015). Tratamiento de relaves mineros contaminados con plantación de gramíneas (kikuyo) para convertirlos en áreas verdes en las minas de la región central del Perú. Huancayo-Perú.

En la presente investigación denominada: Tratamiento de Relaves Mineros Contaminados con Plantación de Gramíneas (Kikuyo) para convertirlos en Áreas Verdes en las Minas de la Región Central del Perú, se analiza la teoría general relacionada con el impacto ambiental de contaminantes de origen minero en el suelo, hidrósfera y atmósfera de las Minas de la Región Junín , así

como la posibilidad gradual de recuperación ambiental y económica de relaves mineros mediante plantaciones de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), en el contexto jurídico peruano. Se demuestra las bases científico-ecológicas y construcción de orientaciones tecnológicas para el sembrío y conservación del Kikuyo. Con el estudio se contribuye al tratamiento efectivo de canchas de relaves de la zona afectada, a través de la fitoestabilización lo cual conlleva al restablecimiento del ecosistema, belleza paisajística, aumento de áreas verdes, mejoramiento del hábitat de flora y fauna, mejoramiento de las condiciones de la zona de influencia, mayor captura de Dióxido de Carbono (CO₂), recuperación de la cobertura vegetal, posibilita el pastoreo de los animales, retorno de aves, mamíferos e insectos de la fauna autóctona y la protección de las áreas afectadas con revegetación natural.

Diana Alejandra Ñáñez Alcántara (2016). Estudio y selección de especies vegetales con potencial biorremediador en drenajes ácidos de roca y relaves minerales de la cuenca del río Santa (Áncash, Perú) Lima – Perú - 2016.

La investigación se realizó en la región Ancash, con la finalidad de reconocer cuales son las plantas nativas que podrían ser utilizados para remediar suelos que fueron contaminados por actividades de extracción minera. Para ello, se muestrearon cuatro lugares contaminados por actividades de extracción o concentración de minerales (relaves de Huancapetí, Ticapampa, Santa Rosa de Jangas y Mesapata), y uno por drenajes ácidos de roca (DAR; Pastoruri), en época húmeda y seca de 2014. Para el estudio se realizaron análisis para 28 especies vegetales en época de invierno y 20 para épocas de verano, para tal fin las especies nativas fueron disgregadas en parte aérea, raíz y el sustrato, realizando los análisis por metales pesados tales como arsenico(As), mercurio (Hg), plomo (Pb), Cadmio (Cd) y aluminio; teniendo presente cuales son las especies que tienen poder de bioacumulación, o

cuales son tolerantes a los metales pesados principalmente para mercurio, plomo y arsenico. sobre todo en Huancapetí, tanto en época húmeda como en la seca. Mediante el cálculo del factor de bioconcentración, se seleccionaron 20 especies con características tolerantes y/o hiperacumuladoras para plata, aluminio, arsénico, boro, hierro, cadmio, cromo, cobre y plomo, entre las que se encuentran *Distichia muscoides*, *Juncus arcticus*, *J. bufonius*, *Penicetum clandestinum*, *Calamagrostis ligulata*, *C. glacialis* y *Huperzia crassa*. Los resultados sugieren que estas especies podrían ser utilizadas para recuperar suelos afectados por metales mediante sistemas artificiales de remediación.

2.2. Bases teóricas – científicas.

2.2.1. Fitorremediación¹

El proceso de fitorremediación tiene aproximadamente 300 años, el cual consiste en realizar el tratamiento con plantas de las aguas residuales que tienen altos contenidos de metales pesados tales como Pb, Cu, Cd, Fe y Hg. En Rusia en la década de los 60 se ha investigado la recuperación de suelos contaminados con materiales pesados con radionucleotidos.

Dentro de las técnicas biológicas o ecológicas, el uso de plantas se considera potencialmente capaz de dar soluciones in situ.

Aunque el conocimiento básico de que las plantas pueden ser usadas para remediación del ambiente ha sido conocido desde décadas pasadas, sólo recientemente ha sido reconocido completamente el valor de las plantas acumuladoras de metales en la recuperación de suelos contaminados. Es una técnica que se encuentra todavía en etapa de investigación y desarrollo, el número de pruebas de campo es pequeño.

¹ Patricia Rosario López Pino (2011). Fitorremediación en los Suelos de Mayoc, San Mateo, Huarochirí – Lima. LIMA – PERÚ

La fitorremediación es el proceso de remoción, estabilización, degradación, neutralización de compuestos o transferencia de sustancias tóxicas que han sido absorbidos por los suelos, para tal fin se utiliza plantas, que tienen la característica de acumular sustancias contaminantes provenientes de actividades de fumigación, actividad petrolera, actividad radioactiva, uso de fertilizantes, para el cual esta planta debe tener afinidad con el suelo.

La fitorremediación es también conocida como FITOLIMPIEZA o FITOCORRECCIÓN, se refiere al proceso biológico, químico o físico, realizado por las plantas, que ayude en la absorción, degradación y metabolización de las sustancias tóxicas, ya sea por las plantas mismas o por los microorganismos que se encuentran en la superficie circundante.

2.2.2. Clasificación de las técnicas de Fitorremediación²

Los procesos básicos para la fitorremediación principalmente son 6 casos, en estos casos las plantas van recuperar las aguas, las estrategias de recuperación de suelos son dos, que son la eliminación del contaminante o acumulación de los mismos (Ver Figura 01); también va depender del tipo de residuos sólidos que han sido producidos mediante procesos de separación fisicoquímica, estos procesos se realizan en la plantas de tratamiento de minerales, o también estos residuos podrían haber sido desechados de un proceso químico o biológico, además también se incluyen los procesos de fundición y refinado.

Eliminación de contaminantes

Fitoextracción.- es la absorción de los metales a través de las raíces y estas se concentran en las hojas y tallos de la planta, es proceso también se

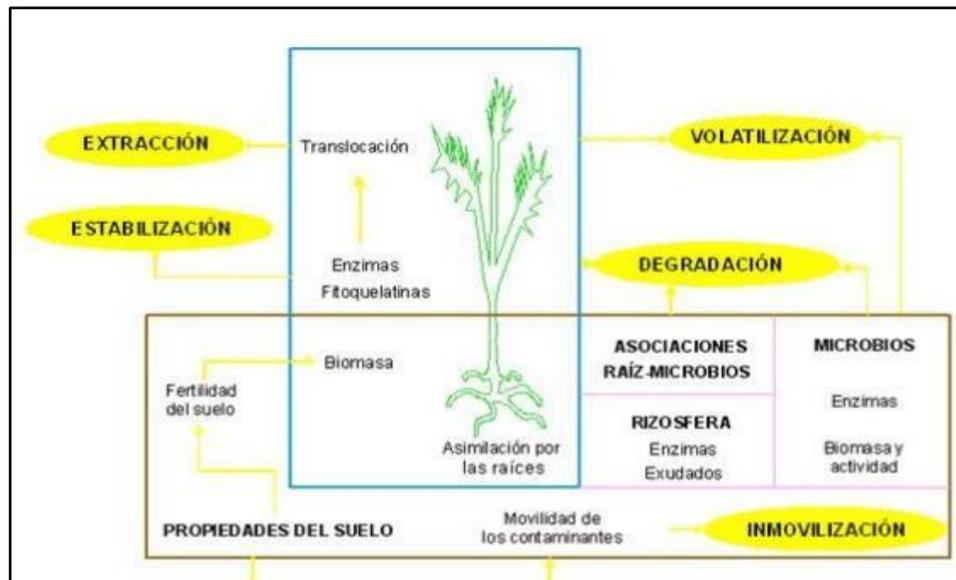
² Patricia Rosario López Pino Fitorremediación en los Suelos de Mayoc, San Mateo, Huarochirí – Lima. LIMA – PERÚ. 2011

conoce como la Fitoacumulación, que viene a ser la bioacumulación de metales en las hojas y tallos, y luego estas se eliminan al momento de ser cosechados.

Las plantas tienen diferentes niveles de absorción de metales contaminantes, estos dependen del tipo de suelo, así también depende de la concentración de metales pesados, y también depende los factores climáticos y atmosféricos del lugar donde se quiere eliminar los elementos contaminantes.

Los procedimientos de extracción de tallos y hojas se realizarán las veces que sea necesario para que los suelos disminuyan el contenido de sustancias contaminantes, estas plantas se proceden a incinerar, esta incineración debe producir cenizas que es proporcional al 10% del volumen total inicial. Estas cenizas pueden disponerse en otros lugares que inicialmente han sido construidos para desechos peligrosos.

Figura 1 Procesos típicos para la fitorremediación de suelos con sustancias contaminantes



Fuente: M. P. Bernal - Ecosistemas -Mayo 2007

Fitovolatilización.- es el proceso donde las raíces de los árboles absorben los elementos contaminantes a través de las raíces y estas se transfieren a través de los tallos hacia las hojas, y estas hojas a través de su superficie se evaporan los elementos orgánicos, estas pueden llegar hasta

90%, por ejemplo los alamos realizan estos procesos. Los árboles absorben estas sustancias orgánicas desde el la napa freática hasta la parte alta del arbol.

Los álamos podrían absorber 113 litros de agua por día, y hay una especie de *Populus deltoides* que pueden absorber 1325 litros diariamente.

Los árboles de árboles tienden a disminuir los excesos de fertilizantes y herbicidas que han sido utilizados para las actividades agrícolas, los árboles absorben estos compuestos orgánicos del agua de la lluvia, sino existiera este mecanismo se podrían tener lixiviados que pasarían al fondo del suelo.

Fitodegradación. - También conocida como fitotransformación. Es el metabolismo enzimático o descomposición de los contaminantes orgánicos en las plantas, haciéndolos no tóxicos o reduciendo su toxicidad (incluidos los procesos fitoquímicos).

Rizofiltración.- Es una técnica prometedora para abordar el problema de la contaminación del agua con metales. Similar a la fitoextracción, pero en lugar de suelo las plantas que se usan para la limpieza se cultivan en invernaderos con las raíces en agua. Cuando las plantas tienen un sistema radical bien desarrollado, el agua contaminada se transporta hasta las plantas y las raíces absorben el agua con los contaminantes.

A medida que las raíces se saturan de contaminantes, se cortan y se eliminan. Además de extraer metales del agua, la rizofiltración puede ser útil para descargas industriales, esorrentía de tierras agrícolas, drenaje de minas de ácidos y contaminantes radiactivos. El girasol fue utilizado en la extracción de radiactivos en Chernobyl, Ucrania.

Retención de contaminantes

Fitoestabilización.- reduce la migración de contaminantes y su biodisponibilidad en la cadena alimentaria, evitando el movimiento de metales hacia las aguas subterráneas o el aire. También se utiliza para replantar

bosques muy contaminados sin vegetación. Las plantas tolerantes a los metales se utilizan para restaurar la vegetación y reducir la migración de contaminantes debido a la erosión eólica y la lixiviación de contaminantes del suelo a las aguas subterráneas. En algunos casos, los metales pueden convertirse en formas menos biológicas y, por lo tanto, menos tóxicas.

Fitoimmobilización.- reducir la “disponibilidad” de metales en el suelo, por adsorción/absorción, precipitación o quelación en las raíces o rizomas. Puede contribuir a la reducción de la solubilidad del metal y la recuperación de sitios contaminados. Este proceso se basa en la capacidad de las raíces y/o microorganismos relacionados para evitar la migración de contaminantes y su transferencia a las partes aéreas de la planta. Los mecanismos implican la precipitación de contaminantes insolubles en el suelo y su acumulación en las vacuolas de las raíces.

Acumulación de metales pesados en las plantas³.

Muchas especies toleran altas concentraciones de metales en el suelo porque limitan su absorción y/o translocación a las hojas (estrategia de exclusión); sin embargo, otros los adquieren y acumulan activamente en su biomasa aérea (estrategia de acumulación), lo que requiere una fisiología muy especializada (Baker y Walker, 1990). Se han observado diversos niveles de acumulación de metales, desde pequeñas elevaciones por encima del nivel de fondo hasta reacciones extremas, en las que los metales superan el 1 % de la materia seca de la planta.

Brooks, Lee, Reeves y Jaffré (1977) fueron los primeros en utilizar el término "planta hiperacumuladora" para referirse a las plantas capaces de

³ Medina Marcos, Katy Damacia y Montano Chávez, Yeidy Nayclin Determinación del factor de bioconcentración y traslocación de metales pesados en el *Juncus arcticus* Willd. y *Cortaderia rudiusscula* Stapf, de áreas contaminadas con el pasivo ambiental minero Alianza - Ancash 2013.

acumular >1000 mg Ni mg/kg de materia seca. Posteriormente, el término se redefinió para referirse a las plantas que acumulan >10 000 mg/kg de Mn y Zn, >1000 mg/kg de Co, Cu, Ni y Pb, y >100 mg/kg de Cd (Baker, McGrath, Reeves et al. Smith, 2000).

Esencialmente, la capacidad de extracción vegetativa de una planta depende de su capacidad para absorber, trasladar y secuestrar el metal de interés en su parte aérea aprovechable, así como de la cantidad de biomasa generada. Como las plantas hiperacumuladoras son relativamente raras y muchas de ellas producen poca biomasa y tienen bajas tasas de crecimiento (Baker et al., 2000), su uso efectivo en la extracción de plantas es limitado. Alternativamente, las plantas tolerantes no acumulativas se pueden usar junto con enmiendas del suelo con el objetivo de reducir la biodisponibilidad y la exposición a metales (Vangronsveld y Cunningham, 1998; Berti y Cunningham, 2000). A pesar de las grandes contribuciones al tema, se han estudiado muy pocas especies de plantas para su uso en la edición de plantas, y aún se necesitan estudios geobotánicos nuevos y complementarios de especies con valor potencial en el tipo de técnicas de modificación de plantas.

Las plantas tienen tres estrategias básicas para crecer en suelo contaminado (Raskin, 199). La primera ocurre en las plantas de exclusión de metales, cuyo objetivo es evitar la entrada de metales o mantener sus concentraciones bajas y constantes en un amplio rango de concentraciones de metales en el suelo, principalmente para limitar la acumulación de metales en las raíces. Estos últimos se encuentran en las denominadas plantas indicadoras de metales, que acumulan metales en sus tejidos aéreos y, a menudo, reflejan los niveles de metales en el suelo (Ghosh y Singh, 2005). Finalmente, una tercera estrategia son las plantas de almacenamiento, que pueden concentrar metales en sus partes aéreas, en niveles muchas veces superiores a los

presentes en el suelo. (Rotkittikhun, R; M. Kruatrachue; R. Chaiyarat; C. Ngeransansaruay; P. Pokethitiyook; A. Paijitprapaporn & A.J.M. Baker, 2006).

Los órganos de las plantas difieren en su capacidad para acumular metales. En la mayoría de las plantas, raíces, tallos, hojas, frutos y semillas presentan diferentes niveles de concentración y acumulación de metales pesados (Kloke, 1994). Cuando la fuente de metales pesados es el suelo, en general los niveles decrecen en el orden: raíces > tallos > hojas > frutos > semillas. Por ejemplo, plantas jóvenes de girasol (*Helianthus annuus*) creciendo en solución nutritiva suplementada con Cd, Cu, Pb y Zn acumularon metales especialmente en las raíces y en los tallos (Kastori, 1992). Los aportes por deposición aérea pueden cambiar el orden, especialmente para Pb. Se clasificó al B, Cd, Mn, Mo (molibdeno), Se y Zn como elementos fáciles de translocar a la parte superior de las plantas Ni, Co y Cu como intermedios, y Cr, Pb y Hg (mercurio) como los translocados en última instancia (Chaney & Giordano, 1977).

Ventajas y desventajas de la fitorremediación⁴

Ventajas de la fitorremediación

El método terapéutico es atractivo, por su sencillez.

Costos de financiamiento y tecnología, costos relativamente bajos. Tecnología rentable.

Efectos regenerativos. La tecnología in situ evita la alteración grave del suelo y preserva el ecosistema. Crea un revestimiento "verde" estética y ecológicamente.

Su explotabilidad se mantiene a través del crecimiento de las plantas.

⁴ Patricia Rosario López Pino Fitorremediación en los Suelos de Mayoc, San Mateo, Huarochirí – Lima. LIMA – PERÚ. 2011

Puede modificarse para aumentar su explotabilidad y selectividad, por ejemplo, mediante modificación genética (*Arabidopsis thaliana* en la reducción de Hg(II). contaminantes, como metales pesados

Esta nueva modificación de la técnica se basa en prácticas agronómicas, que incluyen cultivar en un sitio contaminado, luego cosechar y llenar las plantas con metales pesados Esto puede generar ganancias:

En forma de biomasa para la producción de energía, vendida a las empresas eléctricas.

Fitominería: Las cenizas obtenidas de la incineración también se pueden enviar a una fundición para recuperar metales y nuevamente generar un flujo de ingresos.

.Los beneficios que se derivarán de esta estrategia vegetativa incluyen los sectores ambiental, de salud, industrial y energético. La evidencia científica ha confirmado la validez de esta estrategia y se han tomado medidas para asegurar el financiamiento de los crecientes esfuerzos que se están realizando en varios países.

Debe reconocerse que la fitorremediación brinda beneficios adicionales para la limpieza del suelo y las aguas subterráneas mediante el uso de varios de los siguientes mecanismos:

Aumenta la actividad y las poblaciones microbianas del suelo, aumenta el C orgánico.

Mejora la aireación del suelo a través de la liberación de oxígeno por parte de las raíces de las plantas.

Retrasar el movimiento y bloquear compuestos orgánicos y algunos metales.

Estimula el metabolismo de compuestos menos tóxicos.

Las hojas absorben los hidrocarburos volátiles, actuando como “máscara” de los sitios contaminados.

Desventajas de la Fitorremediación

La remediación vegetal no es un remedio para todos los suelos contaminados, antes de que pueda ser técnica y económicamente rentable, hay límites que superar:

Sus mecanismos moleculares, bioquímicos y fisiológicos son poco conocidos. Sus procesos como potenciadores de la concentración aún no se conocen bien. Aún no se han descubierto e identificado un gran número de especies de plantas hiperacumuladoras.

Tener conocimientos básicos de agronomía, genética y enfermedades de cultivos metalúrgicos, en su mayoría plantas silvestres, pequeñas y de lento crecimiento.

El proceso es lento porque la tasa de acumulación es proporcional al crecimiento de la planta. No existe una sola planta que tenga todas las características y criterios ideales de una súper acumuladora eficiente (crecimiento rápido y enraizamiento ancho para alta biomasa, fácil cosecha, planta de alta acumulación de agujas, tipo tóxico).

Es necesario introducir sistemas biológicos como la micorriza y la simbiosis vegetal para ayudar a restaurar suelos contaminados, o más aún, modificarlos genéticamente para mejorarlos y ser utilizados satisfactoriamente como agentes en el tratamiento de plantas. .

2.2.3. Flora oriunda de la zona centro del Perú

En las altas punas hay gramíneas y pequeños rodales de queñuales (*Polylepis incana*). Alrededor de los 4 000 metros, los árboles de quiñual o queñual son restos de antiguos bosques de altura. Entre las gramíneas predominan el ichu (*Stipa festuca*) y la chiligua (*Calamagrostis*). Sobre los 5 200 metros crece, además de algunos musgos y líquenes, la yareta (fanerógama).

Entre las formaciones rocosas existen parajes de pastos compuestos principalmente por plantas de la familia de las Poáceas y otras como Asteráceas, Brassicaceae, Ciperáceas, etcétera. La única especie arbórea existente dentro de los límites del santuario el queñual (*Polylepis sp.*). Entre las especies semileñosas está la huamanpinta (*Chuquiraga spinosa*), la putaga (*Rumex peruvianus*) y la mata o pargash (*Tafalla Thujoides*).

2.2.4. Flora Presentes en la Relavera Quiulacocha.

Ichu (*Stipa ichu*)

Familia botánica: *GRAMÍNEAS* (GRAMINEAE) Nombres comunes: “Ichu” Sinónimos botánicos: Jarava ichu R. et P., *Stipa pungens* Nees et Meyen.

Descripción de la especie

Gramínea perenne, con muchos macollos y renuevos agrupados de modo compacto, las cañas de 25-80 cm de altura, puntiagudas, duras. Hojas con láminas foliares de 10-33 cm de longitud, con haz áspero y envés sin pelos. Inflorescencia una panícula de 15-30 cm de longitud, sedosa y densamente provista de flores desde la base; espiguillas con pedicelos cortos; glumas de 6-8 mm de longitud, transparentes. Observaciones para el reconocimiento de la especie en el campo Esta Gramínea es reconocible por sus tallos o cañas de 25-80 cm de longitud, sus hojas con haz áspero y envés sin pelos; también, por sus panículas de 15-30 cm de longitud, sedosas, abundantemente floridas desde la base, con las glumas transparentes.

Distribución geográfica

Ámbito Altoandino; forma extensos pajonales a campo abierto, entre 3700-4800 msnm.

Usos

Son empleados en algunas localidades de la Sierra peruana como fuente de combustible

Taya (*Bacharis tricuneata*)

Nombre vulgar: taya, tayanca.

Descripción: arbusto perennifolio, de hasta 70 cm y 60 cm de diámetro, muy ramificado. Hojas alternas, sésiles, de forma espatulada, ápice redondeado y margen entero, nervadura hifódroma, muy pequeñas, de hasta 6 mm de largo. Inflorescencia en capítulo. Involucro formado por 3: filas de brácteas. Flores tubulosas, pentadentadas, hermafroditas, actinomorfas, de color blanco; cáliz formado por un penacho de pelos; estambres de anteras unidas; gineceo con ovario ínfero, estilo simple, apical. Fruto, un aquenio.

Uso: combustible, es recogida por los campesinos para usarla como leña, excelente por su contenido resinoso, arde tanto seca como

Crespillo (*Calamagrostis vicunarum*)

Calamagrostis vicunarum es una especie de hierba descrita por primera vez por Hugh Algernon Weddell, y que se conoció como Pilg. . *Calamagrostis vicunarum* está incluida en el género tube y en el césped familiar. Ninguna subespecie está listada en el Catálogo de la Vida. *Calamagrostis* (hierba de caña o algarroba) es un género en la familia de las gramíneas Poaceae, con aproximadamente 260 especies que se presentan principalmente en las regiones templadas del planeta. Hacia latitudes ecuatoriales, las especies de *Calamagrostis* generalmente ocurren en elevaciones más altas. Estas plantas perennes con mechones suelen tener hojas estrechas. Los ligules suelen ser romos. La inflorescencia forma una panícula. Algunos pueden ser como cañas. Las plantas pueden ser rizomatosas (tallos subterráneos con brotes), estoloníferas (con corredores) o caespitosas (que crecen en mechones o matas). Las espiguillas bisexuales tienen una sola flor y generalmente son

moradas o moradas. Las espiguillas se agrupan en inflorescencias, que generalmente se desarrollan a principios o mediados del verano en culmos largos (= tallos). Algunos Calamagrostis pueden ser muy decorativos; por ejemplo, en Norteamérica, Gran Bretaña y Europa, un cultivar híbrido de Calamagrostis (Calamagrostis x acutiflora 'Karl Foerster') se cultiva ampliamente como pasto ornamental. Muchas especies de Calamagrostis son morfológicamente similares, pero generalmente ocurren en hábitats distintos y tienen distribuciones geográficas únicas. Dadas las sutiles distinciones entre muchos taxones estrechamente relacionados, hay varios complejos de especies que podrían beneficiarse de un estudio sistemático adicional. Incluso los límites genéricos del género son controvertidos. Por ejemplo, las especies del género Deyeuxia, distribuidas en gran parte en el hemisferio sur, son morfológicamente muy similares a las especies de Calamagrostis. Puede ser apropiado reconocer todas estas especies en un solo género, pero esto requerirá un estudio científico detallado del ADN de especies de todo el mundo.

Tola (*Baccharis tricuneata*)

Familia botánica: *ASTERÁCEAS* (ASTERACEAE)

Nombres comunes: "Tola" .

Descripción de la especie

Arbusto de hasta 1.2 m de altura, muy ramificado desde la base, con el follaje apretado en las partes terminales. Hojas simples, alternas, abundantes, resiníferas, de 1-1.5 cm de longitud; el ápice tiene tres dientes, la base es aguda; los nervios secundarios no son visibles; las láminas tienen diminutos puntos resiníferos, muy abundantes. Inflorescencias en cabezuelas de 0.5-1 cm de longitud, solitarias o en grupos de dos o más, de color blanquecino. Las flores son diminutas y tubulares, de color blanquecino o amarillentas. Fruto de 0.5-1 cm de longitud, alargado, provisto de pequeñas cerdas. Observaciones para el

reconocimiento de la especie en el campo Se le reconoce por sus hojas pequeñas, coriáceas y muchas veces con tres dientes menudos; éstas muestran pequeños puntos provistos de resina; las flores están dispuestas en pequeñas cabezuelas blanquecinas.

Distribución geográfica

Zona Andina, sobre todo entre los 3000- 4500 msnm, distribuida especialmente en el ámbito Central y Sur del país.

Usos

Los tallos y ramas de esta planta son empleados en algunas localidades de la Sierra peruana como fuente de combustible, y arden aun frescos, por las sustancias resinosas que poseen.

2.3. Definición de términos básicos

Bioacumulación

Es la acumulación de sustancias contaminantes en los diversos tejidos de organismos vivos, debido a la transferencia, absorción o eliminación de estos contaminantes del suelo, agua, aire o alimento necesario para el organismo vivo.

Bioconcentración

Capacidad de algunos compuestos químicos de concentrarse (incrementar progresivamente su cantidad acumulada) en tejidos de algún organismo vivo sin causarle un daño evidente. Mayormente se presentan en plantas acuáticas; por ella, estos contaminantes se concentran en las diferentes partes y la cadena trófica sigue creciendo hacia organismos vivos superiores.

Contaminante

Estas sustancias son dañinas para la salud de los seres vivos que se encuentran en su entorno inmediato, estos contaminantes se encuentran

en grandes cantidades que exceden los límites máximos permisibles, estos afectan la salud de los seres vivos.

Metales Pesados

Metales pesados son aquellos cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua. Tienen aplicación directa en numerosos procesos de producción de bienes y servicios. Los más importantes son: Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Estaño (Sn) y Zinc (Zn).

Relave

El relave es un conjunto de desechos tóxicos de procesos mineros de la concentración de minerales, usualmente constituido por una mezcla de rocas molidas, agua y minerales de ganga (o sin valor comercial), aunque también se encuentran bajas concentraciones de metales pesados, tales como cobre, plomo, mercurio y metaloides como el arsénico.

Suelo

El suelo es un conjunto de material segregado, que está compuesto de material orgánico, agua, organismos y aire; el espesor del suelo se toma en cuenta desde la superficie terrestre hasta varios metros de profundidad.

Suelo contaminado

Son aquellos suelos que no cumplen con el D.S. N° 011-2017-MINAM que contiene los Estándares de Calidad Ambiental (ECA)- Suelo, estos suelos tienen presencia de elementos que contaminan el suelo, estos pueden deberse a actividades humanas, estos generalmente se encuentran en los depósitos de relaves mineros.

2.4. Formulación de hipótesis

La hipótesis responde a nuestras interrogantes planteadas.

2.4.1. Hipótesis general

Hi. Las especies nativas de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar presentan altas concentraciones de hierro, cobre, plomo y zinc en su estructura

Ho. Las especies nativas de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar no presentan altas concentraciones de hierro, cobre, plomo y zinc en su estructura

2.4.2. Hipótesis específicas

Las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar son el ichu (*Stipa festuca*) y la chiligua (*Calamagrostis*). El metal predominante en las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar es el hierro.

Las características de cambios que visualiza en las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha son con hojas más amarillentas con respecto a la misma especie fuera de la relavera Quiulacocha.

2.5. Identificación de variables

Hernández S. (2014) las variables tomaran los valores propuestos en la relavera o serán los que se presentan en la relavera, el objetivo es disminuir su presencia

Las variables para este trabajo de investigación son:

Variable independiente: Metales Pesados

Variable dependiente: Especies nativas de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

ORGANIZACIÓN DE LAS VARIABLES		
VARIABLE	INDICADORES	ÍNDICES
VARIABLE INDEPENDIENTE Metales Pesados	Indicadores: Cu, Pb, Zn y Fe	✓ Presencia de metales en mg/l o %
VARIABLE DEPENDIENTE Especies nativas de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha.	Indicadores: Absorción de metales pesados	✓ Presencia de metales en mg/l o %

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

El desarrollo de la Investigación, será de tipo experimental y Transversal. Experimental por que se analizará en un laboratorio para conocer qué tipos metales capturan las especies nativas adaptadas en la relavera de Quiulacocha y Transversal por que se colectarán muestras de las especies de flora nativa una sola vez para posteriormente analizar las diferencias entre las muestras colectadas cerca de la relavera y otras colectadas en otras áreas sin presencia de relaves.

3.2. Nivel de Investigación

La investigación es evidentemente aplicado porque se va evaluar la capacidad de absorción de los metales pesados de acuerdo a la especie nativa

3.3. Métodos de investigación

El método aplicado en la investigación será hipotético deductivo, porque se va demostrar la hipótesis y se aplicaran principios generales a casos específicos.

3.4. Diseño de investigación

Se empleará el diseño experimental, esta investigación se presenta mediante la manipulación de una variable no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de escribir de qué modo y por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

El diseño de la investigación se realizará mediante el siguiente procedimiento:

Trabajo de Gabinete (Procedimiento propuesto)

El trabajo consistirá en la recolección de información de las especies presentes en la zona centro de la región de Pasco, asimismo de las especies presente en la relavera de Quiulacocha

Trabajo de campo

Recolección de muestra, tal como nos indica el laboratorio acreditado por INACAL, lo cual consistirá la toma de mayor a 300 gr de la zona área de las especies flora, y estas a la vez será preservadas y trasportadas hacia el laboratorio para su análisis de metales pesados presentes.

3.5. Población y muestra

Población

La población está compuesta por las especies de flora nativa en El deposito de relaves de Quiulacocha tiene como área afectada 115 hectáreas.

Muestra

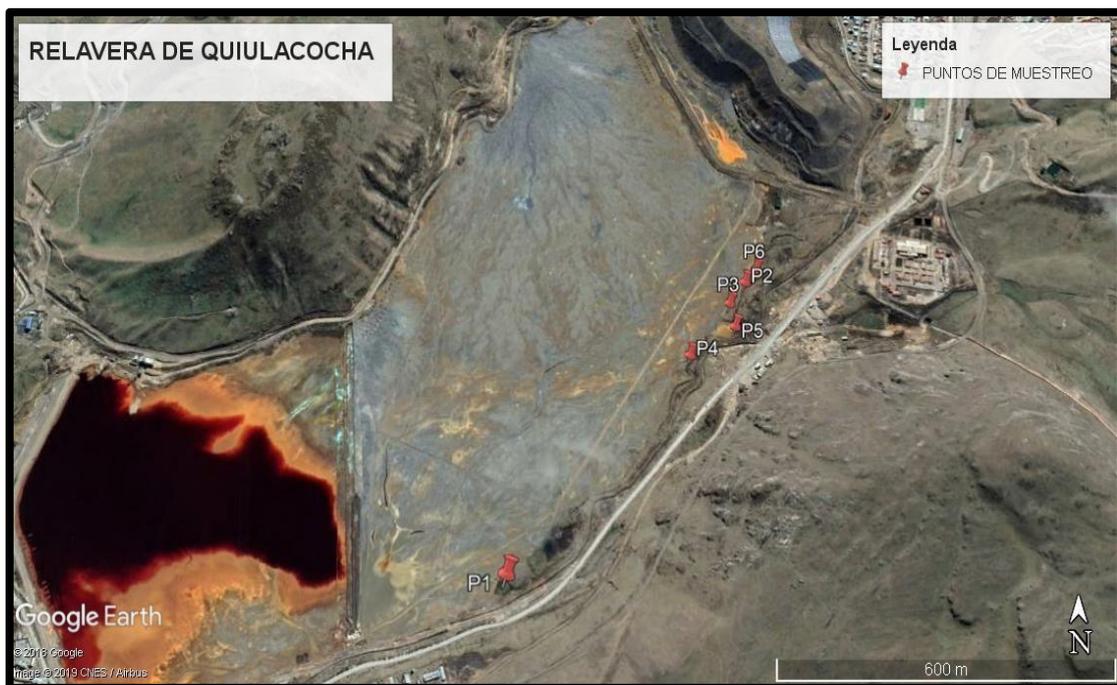
Considerando la flora nativa más representativas del área de estudio se eligió tres especies: Taya (*Bacharis tricuneata*), Ichu (*Stipa ichu*), Crespillo (*Calamagrostis vicunarum*) y Tola (*Baccharis tricuneata*).

Las muestras se tomaron de los diferentes puntos del depósito de relave Quiulacocha.

COORDENADAS UTM DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

	NORTE (X)	ESTE (Y)
Punto	360289.81	8816704.76 m
Punto	360757.48	8817244.98 m
Punto	360696.10	8817171.87 m
Punto	360667.87	8817133.58 m
Punto	360765.25	8817192.35 m
Punto	360765.25	8817317.21 m

Imagen N°2: Puntos de



Muestreo

El muestreo será no probabilístico, será por conveniencia

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Revisión de Estudios: Revisión de estudios del contenido de metales pesados en la relavera Quiulacocha

Visita a campo: Visitas de Campo para evaluar el crecimiento de la especie de flora en la relavera Quiulacocha

Instrumentos

GPS

Fichas de Observación.

Cámara Fotográfica

Bolsas Plásticas para toma de muestra

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Procedimiento de Selección. - La selección de la recolección de información fue de antecedentes locales nacionales e internacionales.

Procedimiento de validación. - Una vez obtenido los resultados por el laboratorio acreditado por INACAL se procedió a dar la validación de resultados siendo positivo.

Procedimiento de confiabilidad de los instrumentos de investigación. - Para la confiabilidad de instrumentos se verifico el proceso de monitoreo y análisis lo cual cumplió con los protocolos de monitoreo y análisis del laboratorio acreditado por INACAL.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

La recolección de datos se realizará en los formatos preparados para el estudio de puntos, teniendo como variable principal los metales pesados

3.9. Tratamiento estadístico

Los datos serán evaluados de la forma descriptiva para encontrara lkos estadísticos, luego se realizará la evaluación estadística mediante inferencias.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

En esta oportunidad exhibo la presente investigación como información para tener en cuenta de que especies alto andinas se pueden adaptar en relaves mineros, lo cual sería una alternativa de mitigación ambiental, la información generada es obtenidos de manera ética y de trabajo propio de mi investigación.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Ubicación, recolección de muestras en la relavera Quiulacocha

Ubicación Geográfica de la Investigación

El depósito de la relavera de Quiulacocha está situado en el distrito de Simón Bolívar, Provincia y Región de Pasco, a 1.5 km de la Ciudad de Cerro de Pasco y asimismo a una distancia aproximada de 310 Km. de Lima. El acceso desde la ciudad de Lima es a la altura del Km. 296 de la Carretera Central en un desvío de aproximadamente 6 Km y desde la ciudad de Cerro de Pasco a 3 Km aproximadamente.

Acorde a los datos proporcionados por la canadiense Cerro de Pasco Resources, el depósito de relaves cubre 115 hectáreas y contiene aproximadamente 70 millones de toneladas de relaves con metales recuperables como la plata, el zinc, el plomo, el cobre, el oro y otros metales estratégicos.

¿Cómo se formó este extenso depósito de relaves? Su origen, según describe la empresa minera, data de los residuos minerales que fueron procesados por minas a cielo abierto y subterráneas en Cerro de Pasco desde

el año 1,630, y que luego fueron almacenados en Quiulacocha desde principios de 1,900.

«Inicialmente, estos relaves resultaron de la extracción de minerales de cobre-plata-oro con leyes históricas reportadas de hasta 10% Cu, 4 g/t Au y más de 300 g/t Ag, y más tarde de la extracción de cuerpos de mineral de zinc-plomo- plata con un promedio de grados históricos de 7.41% Zn, 2.77% Pb y 90.33 g/t Ag», recordó la compañía minera.

Una estimación más reciente de recursos minerales se remonta al año 2012, donde la firma BO Consulting registró 2.9 Mt con 1.43% Zn, 0.79% Pb, 43.1 g/t Ag y 0.04% Cu. Esta estimación se basó en un programa de muestreo de barrena de superficie poco profunda y representó solo el 4% de las toneladas esperadas del depósito de relaves.

Pero los 40 pozos de perforación no son el único objetivo de Cerro de Pasco Resources, pues también planea ganar derechos en otras áreas de relaves que rodean a la concesión El Metalurgista. De tener acceso a toda el área de los relaves, la empresa indicó que realizará un análisis exhaustivo y desarrollará un plan de retratamiento y remediación efectivo.

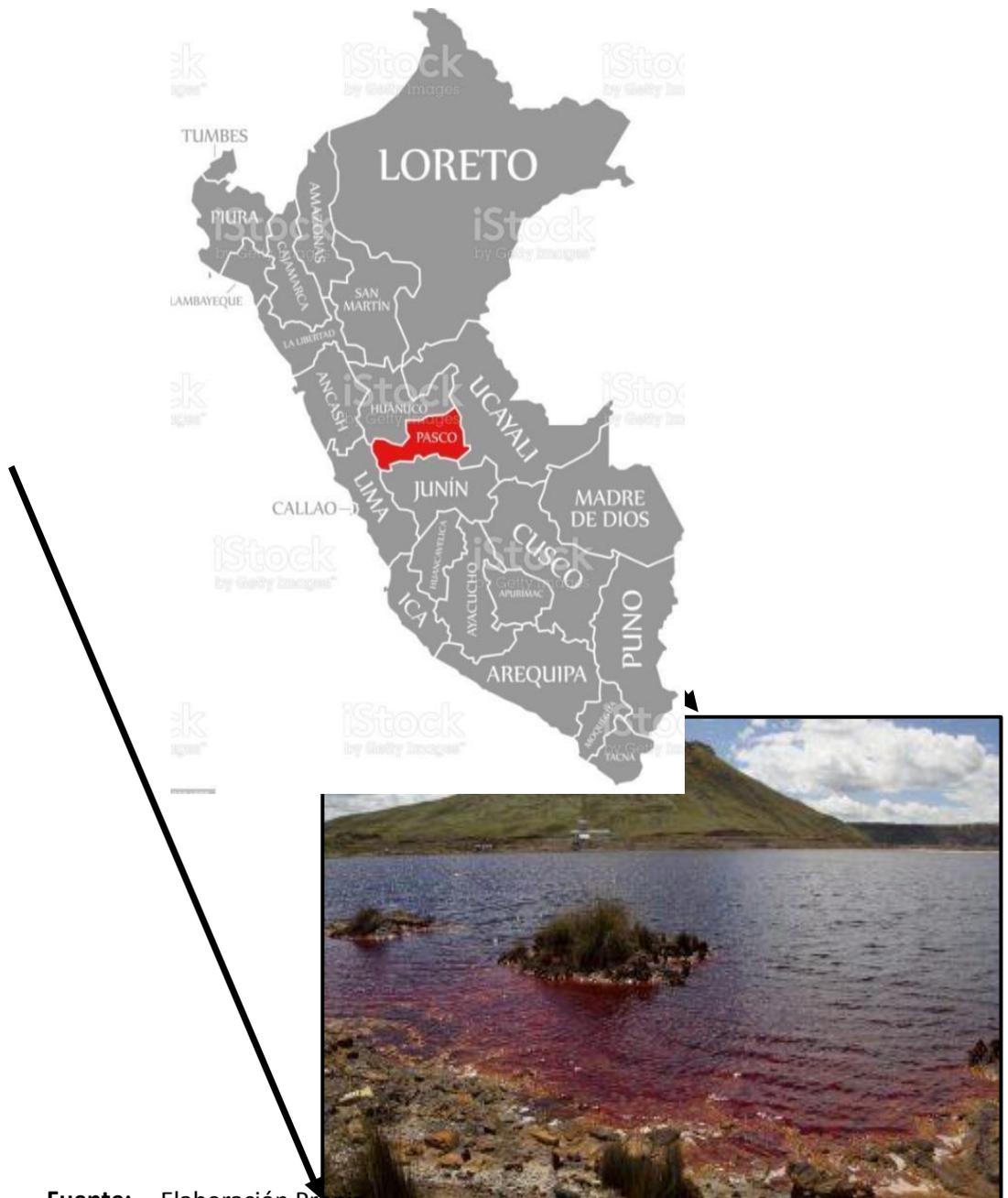
Apelando a la amplia experiencia de su equipo gerencista, la minera canadiense explayó que los relaves serán removidos a través de monitores de agua y bombas de lodo hacia las plantas de procesamiento adyacentes para un retratamiento seguro. Adicionalmente, los relaves serán depositados en instalaciones de almacenamiento específicamente diseñadas y revestidas, eliminando así el riesgo ambiental para la biósfera de Lago Junín. Luego de la remoción de los relaves, el área de Quiulacocha será rehabilitada y devuelta a las comunidades.

«El proyecto (de retratamiento de relaves) mejorará la economía de Cerro de Pasco creando oportunidades de empleo, ofreciendo regalías especiales a las comunidades y generando ingresos fiscales para el gobierno

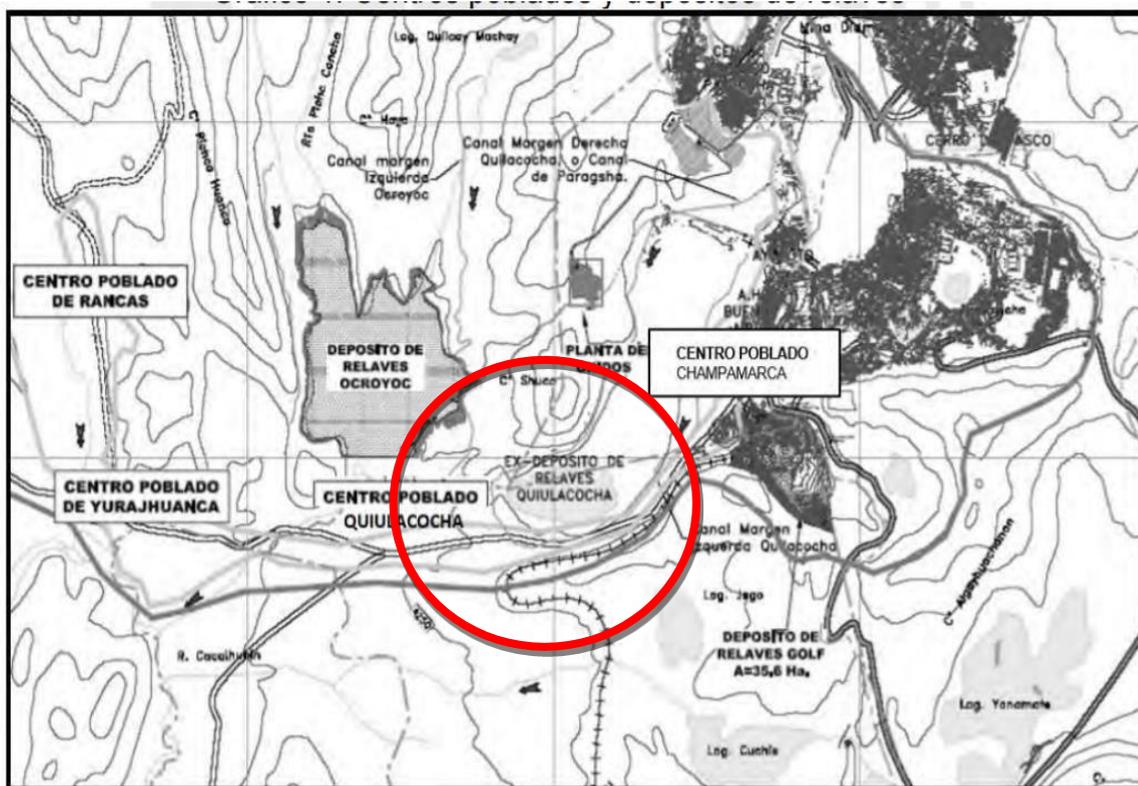
local y nacional. También proporcionará una remediación permanente y efectiva para salvaguardar el ambiente de los relaves de Quiulacocha», expresó Cerro de Pasco Resources.

En el Mapa N° 1 se detalla la ubicación del proyecto de investigación:

Mapa 1 Ubicación de la Relavera Quiulacocha en el Mapa del Perú



Fuente: Elaboración Propia



Mapa 2 Ubicación de la Relavera Quiulacocha en el Distrito Simón Bolívar-Provincia de Pasco

Fuente: Centro de Cultura Popular Labor (2011)

4.1.2. Antecedentes de la presencia de metales en la Relavera Quiulacocha.

Como se mencionó anteriormente los relaves de Quiulacocha contienen material metálico que podría ser procesado o recuperando mediante otras estrategias, de los estudios químicos realizados por la empresa Pasco Resources estimo con respecto al contenido de minerales que puede tener esta relavera de Quiulacocha: dando como se resumen lo siguiente resultados:

“Una estimación más reciente de recursos minerales se remonta al año 2012, donde la firma BO Consulting registró 2.9 Mt con 1.43% Zn, 0.79% Pb, 43.1 g/t Ag y 0.04% Cu. Esta estimación se basó en un programa de muestreo de barrena de superficie poco profunda y representó solo el 4% de las toneladas esperadas del depósito de relaves”.

4.1.3. Toma de datos meteorológicos

Las temperaturas máximas diarias son alrededor de 11.44 °C, la temperatura mínima promedio diaria es 0.41 °C durante el 2019.

La humedad relativa (%) durante el 2019 fue de 85.00.

La precipitación represento en el 2019 es de 4.81 mm/día. Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. En el distrito Simón Bolívar, la probabilidad de un día mojado durante el mes de marzo disminuye, comenzando el mes en 18 % y terminando el mes en 10 %.

La velocidad promedio del viento por hora en la relavera quiulacocha es *esencialmente constante*, permaneciendo en un margen de más o menos 0,1 kilómetros por hora de 9,8 kilómetros por hora. La dirección del viento es predominantemente del *norte*. Para más detalle se puede observar el cuadro N° 01.

Cuadro 1 Temperatura (°C), Humedad relativa (%) Y Precipitación (mm/día) mensuales del 2019

MES	TEMPERATURA		HUMEDAD	PRECIPITACIÓN
	MAX (°C)	MIN (°C)	RELATIVA(%)	(MM/DÍA)
ENERO	10.27	1.73	84.64	10.38
FEBRERO	10.78	2.38	85.78	11.45
MARZO	11.08	2.33	85.33	10.60
ABRIL	11.96	1.51	84.46	5.10
MAYO	12.09	0.20	84.91	2.36
JUNIO	12.23	-1.43	85.06	0.33
JULIO	11.40	-1.87	85.85	0.70
AGOSTO	11.69	-3.32	85.20	0.31
SEPTIEMBRE	11.21	-0.25	85.16	1.73
OCTUBRE	11.41	0.37	84.87	4.05
NOVIEMBRE	11.55	1.64	84.40	5.37

DICIEMBRE	11.55	1.64	84.40	5.37
PROMEDIO	11.44	0.41	85.00	4.81

Fuente: SENAMHI-Estación Pasco-2019

4.1.4. Monitoreo de Metales Pesados Presentes en las Especies Nativas de Flora Adaptados Dentro de la Relavera de Quiulacocha Distrito de Simón Bolívar.

4.1.4.1. Selección de especies de trabajo

La selección de las especies en la relavera se obtuvo de los alrededores de esta relavera Quiulacocha, ya que en esta zona se presenta en su mayor abundancia y mayor accesibilidad (Imagen N° 01) La selección se fundamenta en la planta pionera, una especie vegetal que es la primera pobladora en una comunidad y se establece con éxito en sustratos pobres y ambientes extremos o rigurosos, como, por ejemplo, alta incidencia de radiación solar, elevado contenido de metales, suelos pobres en nutrientes, etc. Las características que tienen las especies son la abundancia (la especie predominante) y el potencial fitorremediador (interés de estudio) (Hartmann, Kester, Davies, & Geneve, 2002).

Imagen 1 Presencia de Flora Dentro del Área de la Relavera Quiulacocha



Fuente: elaboración propia

4.1.4.2. Recolección de Especies en la Relavera Quiulacocha

La recolección de especies se recolecto de cuatro especies más representativas crecidas sobre el relave, estas especies recolectadas fueron llenadas en bolsa ziploc para su traslado, luego se expusieron a radiación solar para asegurar su secado y evitar putrefacción. En la colecta de especies vegetativos se utilizaron palas de jardinería. En el Cuadro N° 03 la ubicación geográfica de las especies recolectadas. Asimismo se puede observar las imágenes N° 02, 03, 04 y 05 de las especies vegetativas recolectadas en la relavera quiulacocha.

Asimismo en el Mapa N° 3 se puede encontrar la ubicación de las especies recolectadas.

Cuadro 2 Ubicación y Descripción de los Puntos de Monitoreo

	PUNTO DE MONITOREO	NOMBRE CIENTÍFICO	COORDENADAS UTM
P1	P-1 (TAYA- HOJAS)		E 360304 N 8816721
	P-1 (TAYA- TALLO)		E 360304 N 8816721
	P-2 (ICHU- HOJAS)		E 360400 N 8816818
	P-2 (ICHU- TALLO)		E 360400 N 8816818
	P-3 (CRESPILO - TALLO)	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	E 360488 N 8816893
	P-4 (TOLA 4 - TALLO)	<i>Baccharis tricuneata</i>	E 360522 N 8816914

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 2 Recolección de la Especie de Taya dentro del Área de la Relavera Quiulacocha



Fuente: elaboración propia

Imagen 3 Recolección de la Especie de Ichu dentro del Área del Relavera Quiulacocha



Fuente: elaboración propia

Imagen 4 Recolección de la Especie de Crespillo dentro del Área del Relavera Quiulacochoa



Fuente: elaboración propia

Imagen 5 Recolección de la Especie de Tola dentro del Área del Relavera Quiulacochoa



Fuente: elaboración propia

Mapa 3 Puntos de Monitoreo de la Flora Adaptadas Dentro del Área de la Relavera Quiulacocha



Fuente: Google

4.1.4.3. Cuantificación o análisis de los metales pesados presentes en las especies analizadas.

Las muestras de las especies fueron de 1 kg. Estas muestras de la parte aérea y las raíces de la planta fueron cosechadas cuidadosamente. Todas las muestras fueron enviadas al laboratorio "Servicios Analíticos Generales" SAG. Donde se determinaron las concentraciones de metales pesados por espectroscopia de masas acoplada inductivamente a plasma (ICP-MS), lo cual permitió la detección de ultratrazas de metales (EPA 200.3:1991).

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Interpretación de cuadros y gráficos estadísticos de los metales pesados extraídos por las especies adaptados en la de la relavera Quiulacocha.

Como se detalló anteriormente la descripción de la recolección de muestras, esto se realizó el 13 de octubre del 2019 para posterior ser enviado para su análisis de metales pesados en el laboratorio Servicios Analíticos Generales acreditado por INACAL, posterior a su análisis nos reportó resultados, para más detalle del resultado que reporto el laboratorio Servicios Analíticos Generales se puede observar en el Cuadro N° 3 y el informe de ensayo adjuntamos en el Anexo N° 2 de la presente investigación de tesis.

4.2.1. Resultados de Análisis de Muestras

Los informes de ensayo de los resultados de las muestras monitoreadas y analizadas se encuentran en el Anexo N° 02 los cual también es certificado por un laboratorio acreditado por INACAL, como resumen de estos resultados damos a conocer lo siguiente:

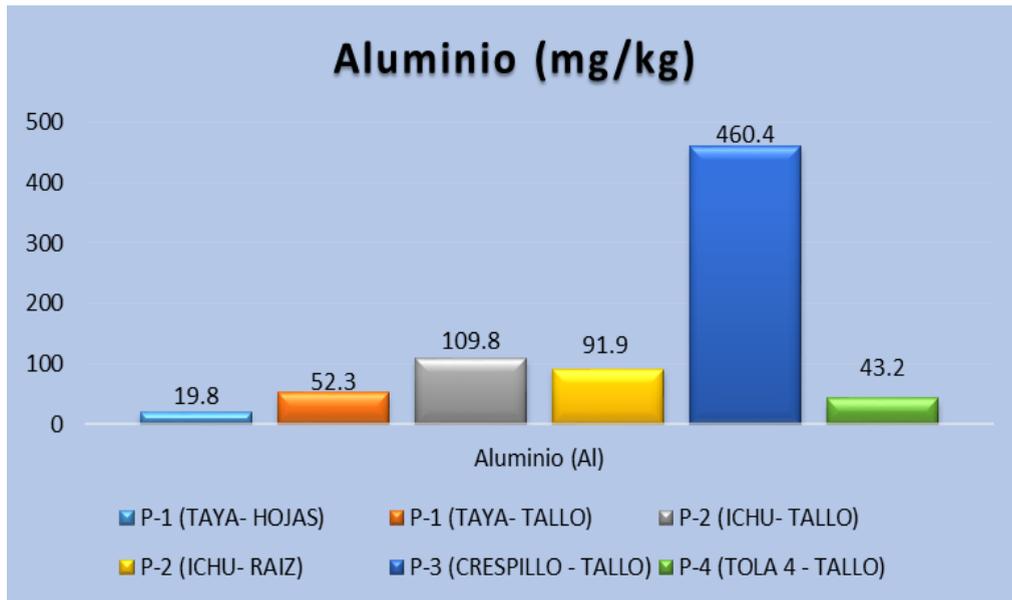
Cuadro 3 Metales Pesados Presentes en Especies de la Relavera Quiulacocha (Mg/Kg)

	P-1 (TAYA- HOJAS)	P-1 (TAYA- TALLO)	P-2 (ICHU- TALLO)	P-2 (ICHU- RAIWI)	P-3 (CRESPILLO)	P-4 (TOLA 4 - TALLO)
Plata (Ag)	0.11	0.18	0.39	0.12	1.33	<0.07
Aluminio (Al)	19.8	52.3	109.8	91.9	460.4	43.2
Arsénico (As)	0.5	1.9	4.2	3.4	7.6	0.6
Boro (B)	23.8	12.3	7.3	5.2	4.9	6.5
Bario(Ba)	0.7	3.1	1.5	1.3	11.2	0.8
Berilio(Be)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.04	<0.03
Calcio (Ca)	2845.7	3904.9	2057.2	1250.7	1912.1	1342
Cadmio (Cd)	1.7	1.78	0.16	0.23	0.76	1.05
Cerio (Ce)	<0.2	<0.2	0.2	<0.2	1.00	0.3
Cobalto (Co)	<0.05	0.07	0.05	0.07	0.16	0.08
Cromo (Cr)	0.23	0.51	0.55	1.39	0.9	0.47
Cobre (Cu)	7.1	6.4	7.5	3.3	13.7	5.3
Hierro (Fe)	97.3	805.4	1176.2	521.1	1738.8	112.9
Mercurio (Hg)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Potasio (K)	8697.6	2085.6	2791.8	3059.1	3158.7	2975.7
Litio (Li)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.3	<0.3
Magnesio (Mg)	556.3	219.6	187.8	246.9	260.2	287.6
Manganeso (Mn)	30.15	142.71	50.66	71.75	258.28	89.9
Molibdeno (Mo)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Sodio (Na)	13.6	24.8	16.2	17.6	21.6	14.8
Niquel (Ni)	0.1	0.26	0.17	0.23	0.85	0.74
Fósforo (P)	790.8	279.9	181.9	236.9	444.2	331.8
Plomo (Pb)	4.76	10.85	17.92	9.63	42.14	11.93
Antimonio (Sb)	<0.2	0.3	0.5	0.5	1.2	<0.2
Selenio(Se)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Estaño (Sn)	3.2	4.0	3.8	4.4	1.6	4.5
Estroncio (Sr)	3.2	10.5	3.9	2.6	4.8	4
Titanio (Ti)	0.56	0.98	1.49	1.91	8.34	1.38
Talio (Tl)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Vanadio(V)	0.05	0.13	0.31	0.27	0.68	0.06
Zinc (Zn)	90.5	158.9	42.3	25.0	209.0	42.3
Uranio (U)	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7	<0.7

METALES PESADOS PRESENTES EN ESPECIES DE LA RELAVERA QUIULACOCHA (mg/kg) Fuente: Servicios Analíticos Generales SAC.

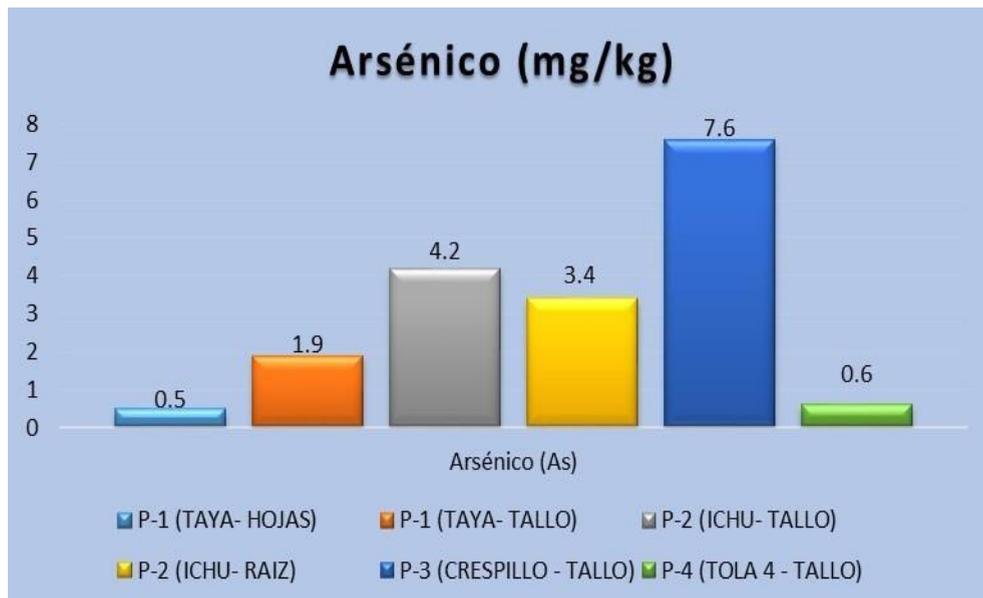
También mostramos los gráficos estadísticos más importantes a fin de tener un enfoque mejor de los resultados, para ello mostramos los gráficos del N° 01 al 07.

Grafico 1 Resultados de Aluminio (mg/kg)



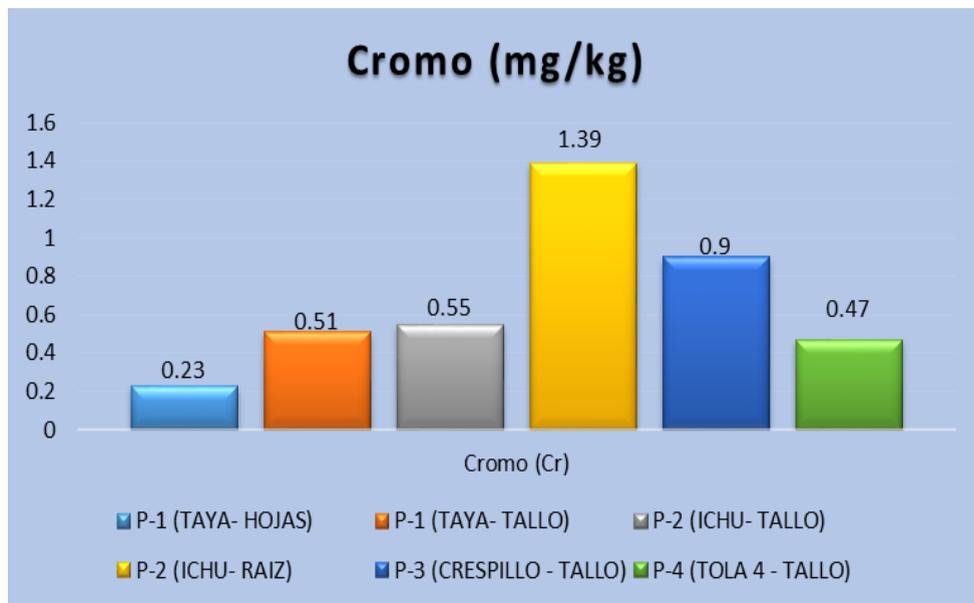
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 2 Resultados de Arsénico (mg/kg)



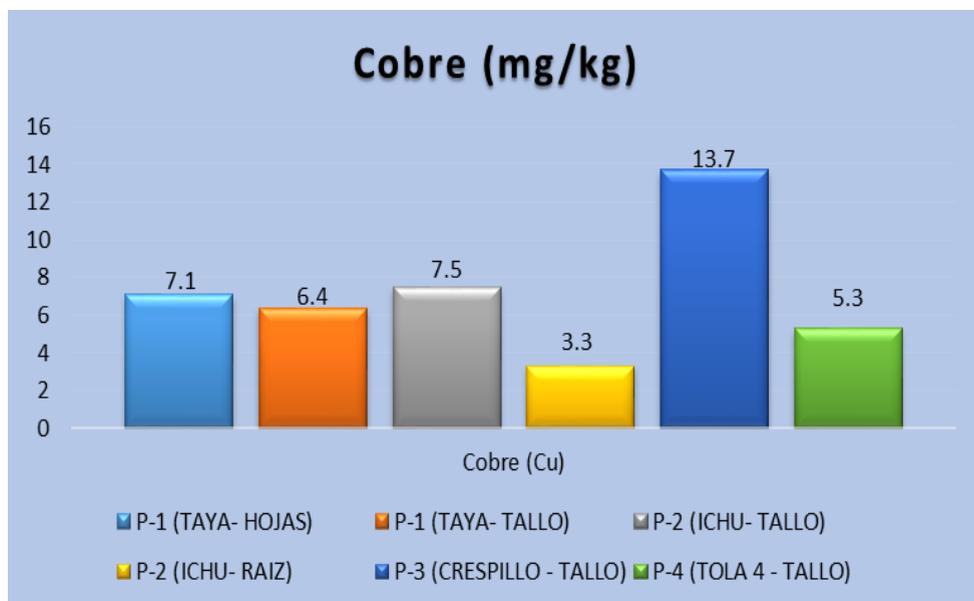
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 3 Resultados de Cromo (mg/kg)



Fuente: Elaboración Propia

Grafico 4 Resultados de Cobre (mg/kg)



Fuente: Elaboración Propia

Grafico 5 Resultados de Hierro (mg/kg)

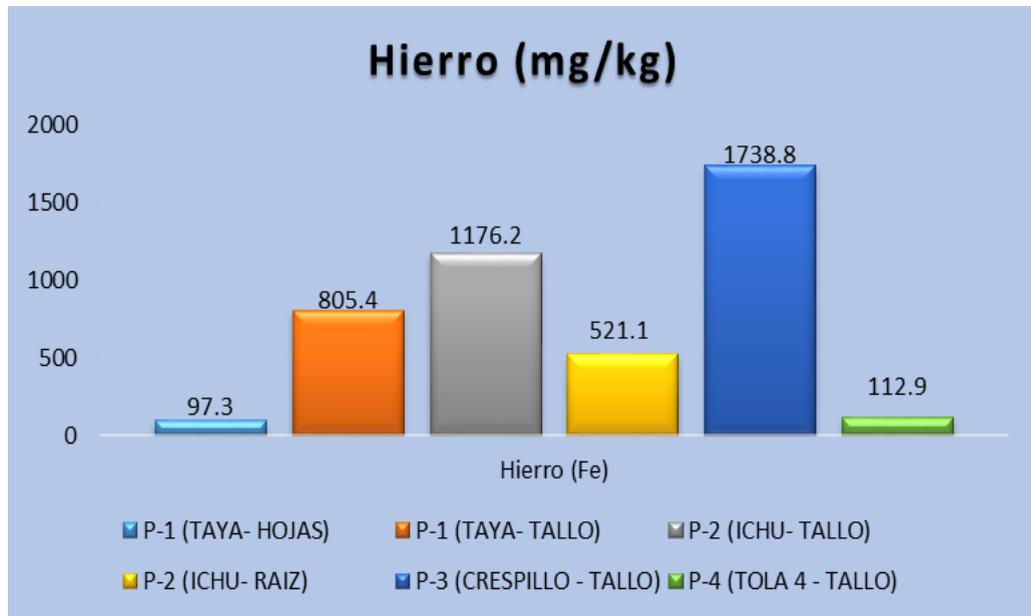
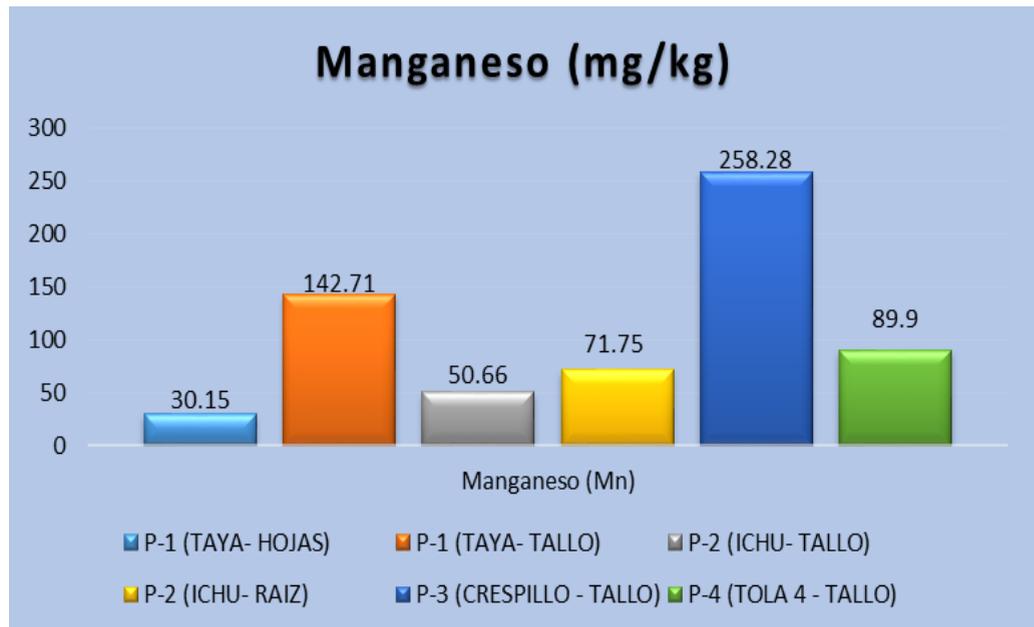
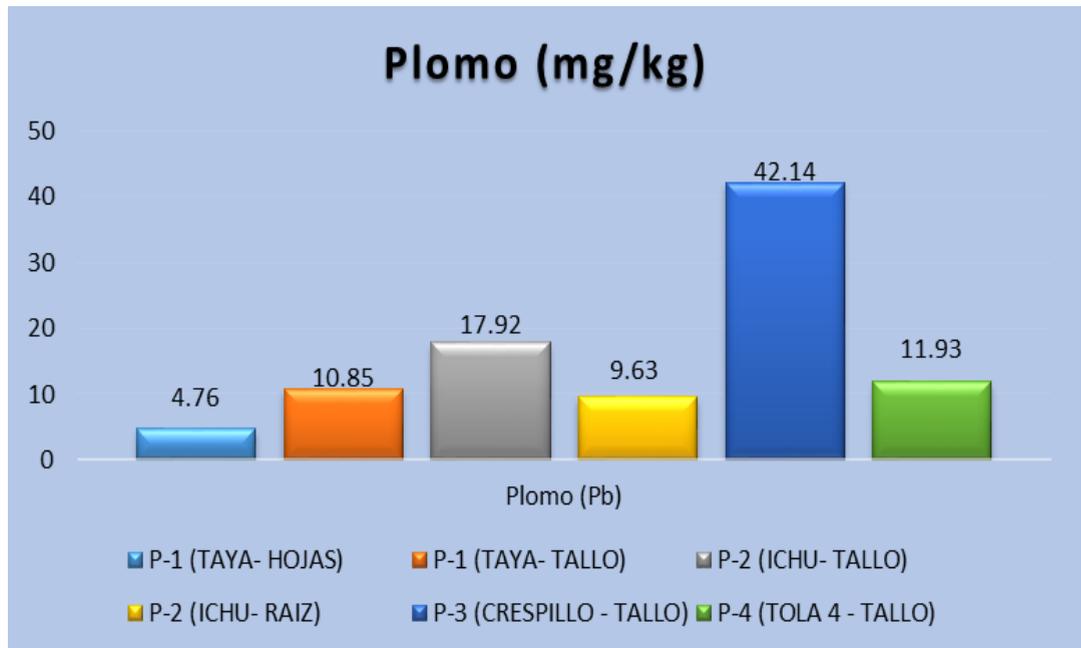


Grafico 6 Resultados de Manganeso (mg/kg)



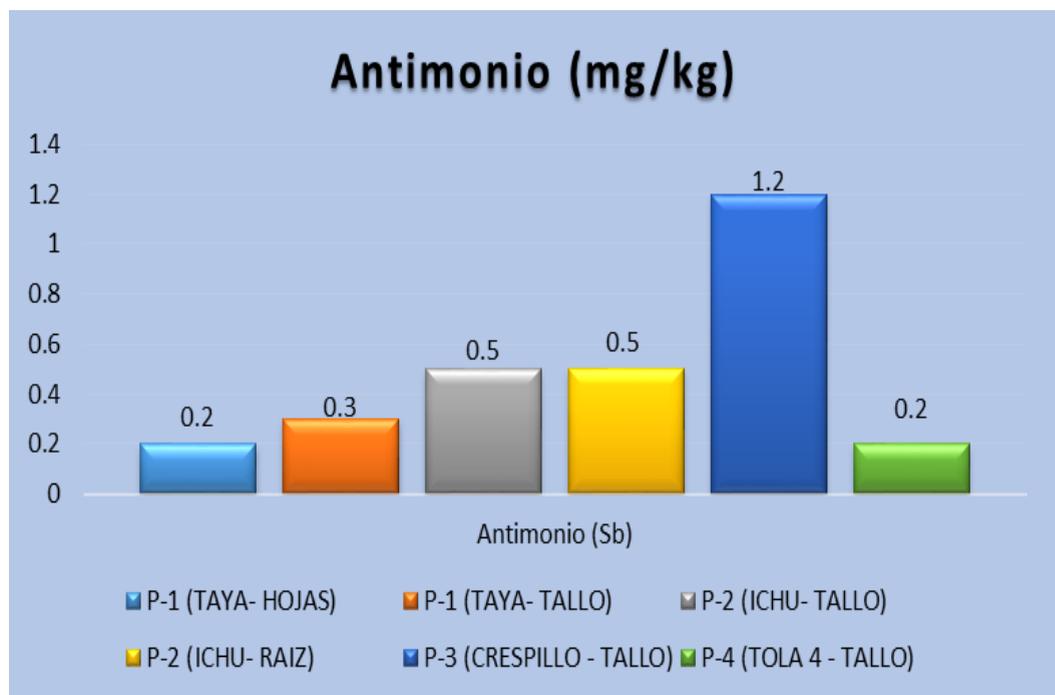
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 7 Resultados de Plomo (mg/kg)



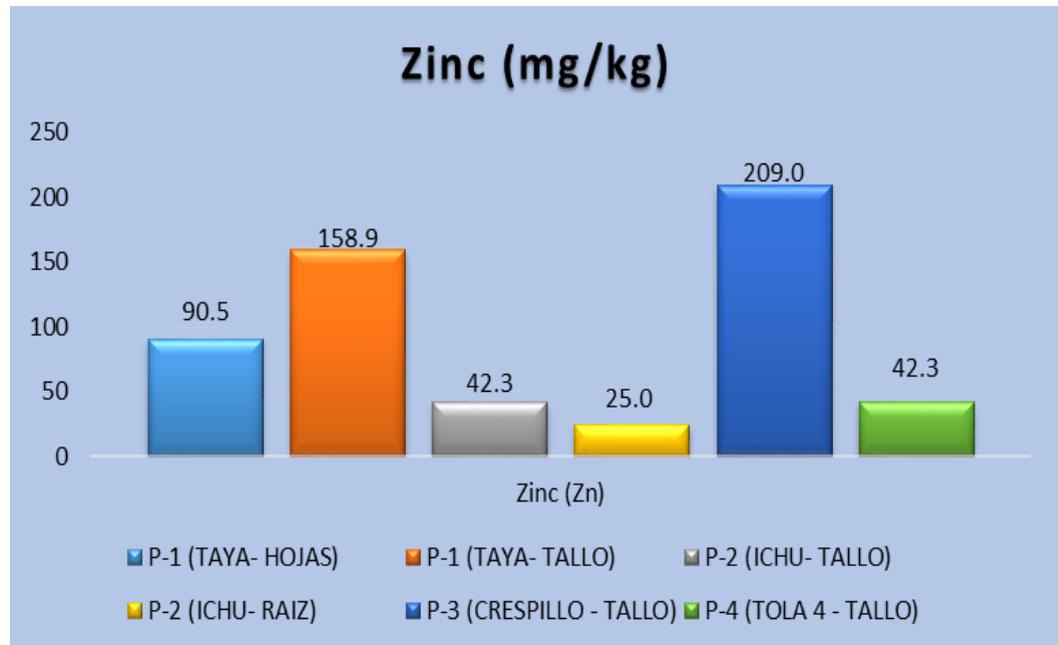
Fuente: Elaboración Propia

Grafico 8 Resultados de Antimonio(mg/kg)



Fuente: Elaboración Propia

Grafico 9 Resultados de Zinc (mg/kg)



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de Resultados del Cuadro N° 03 y Gráficos Estadísticos del 01 al 09 de la metales Pesados Extraídos por las Especies Adaptados en la Relavera Quiulacocha.

A continuación se muestran los resultados que se pueden observar en el Cuadro N° 03 y gráficos estadísticos del N° 01 al 09.

La concentración de Aluminio (Al): La concentración de Aluminio se puede observar en el cuadro N° 03 y grafico N° 01 se dio en mayor concentración en la especie *Calamagrostis vicunarum* (Crespillo) en la parte del tallo con 460.4 mg/kg, seguido por la especie *Stipa ichu* (Ichu) en la parte aérea o tallo con metales pesados de 109.8 mg/kg y seguido la raíz de esta especie con 91.9 mg/kg, posteriormente le sigue la especie de *Bacharis tricuneata* (Taya) en la parte del tallo con 52.3 mg/kg, siguiéndole la especie de *Baccharis tricuneata* (Tola) en la parte del tallo con 52.3 mg/kg y finalmente la concentración más baja se muestra en la especie de *Bacharis tricuneata* (Taya) en la parte de las hojas con 19.8 mg/kg.

La concentración de Arsénico (As): La concentración de Arsénico se puede observar en el cuadro N° 03 y grafico N° 02 se dio en mayor concentración en la especie *Calamagrostis vicunarum* (Crespillo) en la parte del tallo con 7.6 mg/kg, seguido por la especie *Stipa ichu* (Ichu) en la parte aérea o tallo con metales pesados de 4.2 mg/kg y seguido la raíz de esta especie con 3.4 mg/kg, posteriormente le sigue la especie de *Bacharis tricuneata* (Taya) en la parte del tallo con 1.9 mg/kg, siguiéndole la especie de *Baccharis tricuneata* (Tola) en la parte del tallo con 0.6 mg/kg y finalmente la concentración más baja se muestra en la especie de *Bacharis tricuneata* (Taya) en la parte de las hojas con 0.5 mg/kg.

La concentración de Cromo (Cr): La concentración de Cromo se puede observar en el cuadro N° 03 y grafico N° 03 se dio en mayor concentración en la especie *Stipa ichu* (Ichu) en la parte de la raíz con metales pesados de 1.39 mg/kg, seguido por la especie *Calamagrostis vicunarum* (Crespillo) en la parte del tallo con 0.9 mg/kg y seguido de la especie *Stipa ichu* (Ichu) en parte aérea o tallo de esta especie con 0.55 mg/kg, posteriormente le sigue la especie de *Bacharis tricuneata* (Taya) en la parte del tallo con 0.51 mg/kg, siguiéndole la especie de *Baccharis tricuneata* (Tola) en la parte del tallo con 0.47 mg/kg y finalmente la concentración más baja se muestra en la especie de *Bacharis tricuneata* (Taya) en la parte de las hojas con 0.23 mg/kg.

La concentración de Cobre (Cu): La concentración de Cobre se puede observar en el cuadro N° 03 y grafico N° 04 se dio en mayor concentración en la especie *Calamagrostis vicunarum* (Crespillo) en la parte del tallo con 13.7 mg/kg, seguido por la especie *Stipa ichu* (Ichu) en la parte aérea o tallo con metales pesados de 7.5 mg/kg, posteriormente le sigue la especie de *Bacharis tricuneata* (Taya) en la parte de las hojas con 7.1 mg/kg y seguido la tallo de esta especie con 6.4 mg/kg, siguiéndole la especie de *Baccharis tricuneata* (Tola) en la parte del tallo con 5.3 mg/kg y finalmente la concentración más baja

se muestra en la especie de *Stipa ichu* (Ichu) en la parte de la raíz con 3.3 mg/kg.

La concentración de Hierro (Fe): La concentración de Hierro se puede observar en el cuadro N° 03 y grafico N° 05 se dio en mayor concentración en la especie *Calamagrostis vicunarum* (Crespillo) en la parte del tallo con 1738.8 mg/kg, seguido por la especie *Stipa ichu* (Ichu) en la parte aérea o tallo con metales pesados de 1176.2 mg/kg, posteriormente le sigue la especie de *Bacharis tricuneata*

(*Taya*) en la parte del tallo con 805.4 mg/kg, seguido por la especie *Stipa ichu* (Ichu) en la parte de la raíz con metales pesados de 521.1 mg/kg, siguiéndole la especie de *Baccharis tricuneata* (*Tola*) en la parte del tallo con 112.9 mg/kg y finalmente la concentración más baja se muestra en la especie de *Bacharis tricuneata* (*Taya*) en la parte de las hojas con 97.3 mg/kg.

La concentración de Manganeso (Mg): La concentración de Manganeso se puede observar en el cuadro N° 03 y grafico N° 06 se dio en mayor concentración en la especie *Calamagrostis vicunarum* (Crespillo) en la parte del tallo con 258.28 mg/kg, seguido de la especie de *Bacharis tricuneata* (*Taya*) en la parte del tallo con 142.71 mg/kg, siguiéndole la especie de *Baccharis tricuneata*) en la parte del tallo con 89.9 mg/kg, seguido por la especie *Stipa ichu* (Ichu) en la parte de la raíz con metales pesados de 71.75 mg/kg y seguido del tallo de esta especie con 50.66 mg/kg y finalmente la concentración más baja se muestra en la especie de *Bacharis tricuneata* (*Taya*) en la parte de las hojas con 30.15 mg/kg.

La concentración de Plomo (Pb): La concentración de Plomo se puede observar en el cuadro N° 03 y grafico N° 07 se dio en mayor concentración en la especie *Calamagrostis vicunarum* (Crespillo) en la parte del tallo con 42.14 mg/kg, seguido por la especie *Stipa ichu* (Ichu) en la parte aérea o tallo con metales pesados de 17.92 mg/kg, siguiéndole la especie de *Baccharis*

tricuneata (Tola) en la parte del tallo con 11.93 mg/kg, seguido de la especie de *Bacharis tricuneata*

(Taya) en la parte del tallo con 10.85 mg/kg, seguido por la especie *Stipa ichu* (Ichu) en la parte de la raíz con metales pesados de 9.63 mg/kg y finalmente la concentración más baja se muestra en la especie de *Bacharis tricuneata* (Taya) en la parte de las hojas con 4.76 mg/kg.

La concentración de Antimonio (Sb): La concentración de Antimonio se puede observar en el cuadro N° 03 y grafico N° 08 se dio en mayor concentración en la especie *Calamagrostis vicunarum*

(Crespillo) en la parte del tallo con 12 mg/kg, seguido por la especie *Stipa ichu* (Ichu) en la parte aérea o tallo con metales pesados de 0.5 mg/kg y seguido la raíz de esta especie con 0.5 mg/kg, seguido de la especie de *Bacharis tricuneata* (Taya) en la parte del tallo con 0.3 mg/kg y seguido de las hojas de esta especie con 0.2 mg/kg y finalmente la concentración más baja se muestra en la especie de *Baccharis tricuneata* (Tola) en la parte del tallo con 0.2 mg/kg.

La concentración de Zinc (Zn): La concentración de Zinc se puede observar en el cuadro N° 03 y grafico N° 09 se dio en mayor concentración en la especie *Calamagrostis vicunarum* (Crespillo) en la parte del tallo con 209 mg/kg, seguido de la especie de *Bacharis tricuneata* (Taya) en la parte del tallo con 158.9 mg/kg y seguido de las hojas de esta especie con 90.5 mg/kg, seguido por la especie *Stipa ichu* (Ichu) en la parte aérea o tallo con metales pesados de 42.3 mg/kg, seguido de la especie de *Baccharis tricuneata* (Tola) en la parte del tallo con 42.3 mg/kg y finalmente la concentración más baja se muestra en la especie *Stipa ichu* (Ichu) en la parte de la raíz con metales pesados de 25 mg/kg.

4.3. Prueba de Hipótesis

A continuación evaluaremos la prueba de hipótesis ya que de ella dependerá la validez de nuestra hipótesis, al inicio de nuestra investigación nuestra hipótesis general es:

Hipótesis Alternativa (H1): Los metales pesados se encuentran presente en las especies nativas de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha- distrito de Simón Bolívar son el hierro, cobre, plomo y zinc

Hipótesis Nula (H0): Los metales pesados no se encuentran presente en las especies nativas de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha- distrito de Simón Bolívar son el hierro, cobre, plomo y zinc.

Evaluando nuestros resultados podemos afirmar que nuestra hipótesis es una hipótesis alternativa ya que los metales pesados se encuentran presente en las especies nativas de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha- distrito de Simón Bolívar son el hierro, cobre, plomo, zinc y otros metales pesados.

Las especies nativas de flora se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha- distrito de Simón Bolívar son el Taya (*Baccharis tricuneata*), Ichu (*Stipa ichu*), Crespillo (*Calamagrostis vicunarum*) y Tola (*Baccharis tricuneata*) y entre otros especies en menor número.

El metal pesado predominante en las especies nativas de flora es hierro (Fe). También se puede afirmar que las características de cambios que visualiza en las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha son con hojas más amarillentas con respecto a la misma especie fuera de la relavera Quiulacocha.

4.4. Discusión de resultados

Concluido la investigación denominada "Análisis de Metales Pesados Presentes en las Especies Nativas de Flora Adaptados dentro de la Relavera

de Quiulacocha-Distrito de Simón Bolívar- 2019”, la discusión de resultados o resumen detallamos con la siguiente expresión:

De todos los metales pesados la mayor concentración fue el hierro para todas las especies monitoreadas, esto posiblemente es porque en la relavera quiulacocha se encuentra la presencia de pirita, lo cual dentro la pirita se encuentra el hierro (Fe) hasta en 60% en toda la relavera por lo que esto también representa en nuestro resultados dándonos en concentración más superior de metales pesados a diferencia otros metales identificados.

La flora encontrada sobre la relavera quiulacocha solo le basta una mínima capa de tierra orgánica de 5 cm para desarrollarse la especie, asimismo a mayor capa de tierra orgánica mayor desarrollo de la especie.

De las 4 especies recolectadas como son las especies de la Taya (*Baccharis tricuneata*), Ichu (*Stipa ichu*), *Crespillo* (*Calamagrostis vicunarum*) y Tola (*Baccharis tricuneata*). La especie que mejor y mayor concentración de todo tipo de metales pesados fue el *Crespillo* (*Calamagrostis vicunarum*), esta especie es de la familia del Ichu pero de pequeño tamaño, seguido del Ichu (*Stipa ichu*) y la Taya (*Baccharis tricuneata*) estas dos especies se diferencian en algunos metales pesados como por ejemplo en el Ichu capto mejor los metales pesados como el aluminio, arsénico, cromo, hierro, plomo, zinc y la taya capta mejor al cobre, manganeso, antimonio. Por otro lado la Tola (*Baccharis tricuneata*) es la especie que capta menor concentración de metales pesados dentro de la relavera quiulacocha.

Con respecto a la Taya se realizó 2 muestra uno en hojas y el otro en el tallo de los cuales la mejor concentración de metales pesados se encontró en el tallo con respecto a las hojas.

Asimismo en el Ichu se realizó 2 muestra uno en tallos y el otro en la raíz de los cuales la mejor concentración de metales pesados se encuentran en el tallo la diferencia depende del tipo de metal pesado, ya que en el tallo se

encontró mayor concentración de aluminio, arsénico, cobre, hierro, plomo y zinc y en la raíz se encontró mayor concentración de cromo, manganeso y en ambos la concentración igual de antimonio.

CONCLUSIONES

Finalizada la presente investigación llego a determinar las siguientes conclusiones:

1. En la relavera Quiulacocha en forma natural se evidencia el crecimiento y desarrollo de especies nativas u oriundas de la zona, lo cual, desafiando a los compuestos por sulfuros, arsénico, óxidos de fierro, plomo, entre otros productos de las operaciones de las empresas Cerro de Pasco Cooper Corporation y Centromin Perú.
2. Una estimación más reciente de recursos minerales se remonta al año 2012, donde la firma BO Consulting registró 2.9 Mt con 1.43% Zn, 0.79% Pb, 43.1 g/t Ag y 0.04% Cu. Esta estimación se basó en un programa de muestreo de barrena de superficie poco profunda y representó solo el 4% de las toneladas esperadas del depósito de relaves
3. De las 4 especies recolectadas como son las especies de la Taya (*Baccharis tricuneata*), Ichu (*Stipa ichu*), Crespillo (*Calamagrostis vicunarum*) y Tola (*Baccharis tricuneata*). La especie que mejor y mayor concentración de todo tipo de metales pesados fue el Crespillo (*Calamagrostis vicunarum*), esta especie es de la familia del Ichu pero de pequeño tamaño, seguido del Ichu (*Stipa ichu*) y la Taya (*Baccharis tricuneata*) estas dos especies se diferencian en algunos metales pesados como por ejemplo en el Ichu capto mejor los metales pesados como el aluminio, arsénico, cromo, hierro, plomo, zinc y la taya capta mejor al cobre, manganeso, antimonio. Por otro lado la Tola (*Baccharis tricuneata*) es la especie que capta menor concentración de metales pesados dentro de la relavera Quiulacocha.

4. Con respecto a la Taya (*Bacharis tricuneata*) se realizó 2 muestra uno en hojas y el otro en el tallo de los cuales la mejor concentración de metales pesados se encontró en el tallo con respecto a las hojas.
5. Asimismo en el Ichu (*Stipa ichu*), se realizó 2 muestra uno en tallos y el otro en la raíz de los cuales la mejor concentración de metales pesados se encuentran en el tallo la diferencia depende del tipo de metal pesado, ya que en el tallo se encontró mayor concentración de aluminio, arsénico, cobre, hierro, plomo y zinc y en la raíz se encontró mayor concentración de cromo, manganeso y en ambos la concentración igual de antimonio.

RECOMENDACIONES

Concluida la investigación propongo las siguientes recomendaciones:

1. Estas especies de flora adaptadas en el relavera Quiulacocha deben ser aprovechadas y reproducidas a fin de ser replantados o sembrados para remediar en zonas impactadas o disturbadas por las actividades mineras.
2. La Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión debe realizar apertura de un laboratorio especializado en análisis de metales y no metales en flora ya que es necesario por encontrarnos en una provincia de zona minera, ya que es necesario tener este tipo información a fin de mejorar zonas impactadas por la actividad minera.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amanda Luz Romero Rey (2015). Tratamiento de relaves mineros contaminados con plantación de gramíneas (kikuyo) para convertirlos en áreas verdes en las minas de la región central del Perú. Huancayo- Perú.
- Carlos Reynel (2012). Guía de Identificación de las plantas comunes del derecho de vía del ducto de Peru LNG- Lima Perú.
- Diana Alejandra Ñáñez Alcántara (2016). Estudio y selección de especies vegetales con potencial biorremediador en drenajes ácidos de roca y relaves minerales de la cuenca del río Santa (Áncash, Perú) Lima – Perú 2016.
- Enoc Jara-Peña, José Gómez, Haydeé Montoya, Magda Chanco, Mauro Mariano y Noema Cano (2014). Capacidad fitorremediadora de cinco especies altoandinas de suelos contaminados con metales pesados. Lima. Perú.
- Jean Pierre Fernandez (2019). Histórica relavera en Pasco atrae a minera canadiense para reaprovechar cobre, oro y otros. Lima.Perú.
- José Carlos Orihuela Paredes (2019). Estrategias de vida y respuestas a la contaminación en Simón Bolívar, Pasco. Lima Perú.
- Medina Marcos, Katy Damacia y Montano Chávez, Yeidy Nayclin (2013). Determinación del factor de bioconcentración y traslocación de metales pesados en el *Juncus arcticus* Willd. y *Cortaderia rudiusscula* Stapf, de áreas contaminadas con el pasivo ambiental minero Alianza - Ancash.
- René Ortiz Romero, Marcelino Jorge Aranibar Aranibar. Plantas acumuladoras de metales en relaves mineros del altiplano de la región Puno. Perú. 09/11/2015.
- J.M. Becerril, O. Barrutia, J.I. García Plazaola, A. Hernández¹, J.M. Olano², C. Garbisu. Especies nativas de suelos contaminados por metales: aspectos ecofisiológicos y su uso en fitorremediación. España. Mayo 2007.

Antonio López Lafuente. Biorremediación y fitorremediación en suelos contaminados. España. 1998.

Ministerio del Ambiente (2016). Glosario de Términos Sitios Contaminados. Lima Perú.

Servicio Analíticos Generales SAC. (2019). Informe de Ensayo N° 137153. Lima-Perú.

Vladimir Alfonso Leon Menacho (2017). Capacidad Fitorremediadora de Especies Altoandinas Para Suelos Contaminados por Metales Pesados Procedentes de la Compañía Minera Lincuna SAC, en Condiciones de Invernadero, 2015-2016. Huaraz, Ancash, Perú

Páginas de Internet:

Chile.Chloris Chilensis (2019). Revista Chilena de Flora y Vegetación. Información extraída de la página web:<http://www.chlorischile.cl/Linares/apend4.htm>

web: Pasco - Flora y Fauna (2017). Información extraída de la página http://www.peru-info.net/pasco_flora_y_fauna.html.

Santuario nacional de Huayllay – Flora y Fauna (2018). Información extraída de la página web: https://es.wikipedia.org/wiki/Santuario_nacional_de_Huayllay

Metales pesados (2017). Información extraída de la página web:<https://www.mendozaconicet.gob.ar/portal/enciclopedia/terminos/MetalesPes.htm>

Tipos de Investigación y Diseño de Investigación (2016). Información extraída de la página <http://metodologia02.blogspot.pe/p/operacionalizaciondevariables.html> web:

Como Hacer la Formulación del Problema en una Tesis (2018). Información extraída de la página web: <http://guiadetesis.blogspot.pe/2014/11/como-hacer-laformulacion-del-problema.html>

Elaboración de los Proyectos de Investigación (2017). Información extraída de la página web: <https://es.scribd.com/doc/256606/Elaboracion-de-una-Tesis>

Formulación del Problema (2016). Información extraída de la página web: http://cursa.ihmc.us/rid=1177277211154_1735896367_5225/formulacion.pdf

La Formulación de un Problema (2015). Información extraída de la página web <https://es.slideshare.net/carmencordones2013/laformulacion-de-un-problema-en-un-proyecto-de-investigacion>.

Formulación del Problema de una Tesis (2015). Información extraída de la página web: <https://www.youtube.com/watch?v=6Xpj6ti6v50>

ANEXOS

ANEXO N° 01

**IMÁGENES DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN LA RELAVERA
QUIULACOCHA**



**ESPECIES DE FLORA DESARROLLADOS EN LA RELAVERA
QUIULACOCHA**



**RECOLECCIÓN DE ESPECIES DE FLORA EN LA
RELAVERA QUIULACOCHA**



LLENADO DE ESPECIES DE FLORA EN BOLSA ZIPLOC



MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO:

“análisis de metales pesados presentes en las especies nativas de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar- 2019

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿Qué metales pesados y en qué concentraciones se encuentra presente en las especies nativas de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar- 2019?	Determinar los metales pesados y las concentraciones que se encuentra presente en las especies nativas de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar- 2019.	Las especies nativas de flora adaptados dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar presentan altas concentraciones de hierro, cobre, plomo y zinc .
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICO
<ol style="list-style-type: none">1. ¿Qué especies nativas de flora se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar- 2019?2. ¿Cuál es el metal pesado predominante en las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar- 2019?3. ¿Qué características de cambios se visualiza en las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha frente a la misma especie fuera de la relavera Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar- 2019?	<ol style="list-style-type: none">1. Determinar las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar- 2019.2. Identificar el metal pesado predominante en las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar- 2019.3. Determinar las características de cambios que se visualiza en las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha frente a la misma especie fuera de la relavera Quiulacocha	<ol style="list-style-type: none">1. Las especies nativas de flora se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar son el ichu (<i>Stipa festuca</i>) y la chiligua (<i>Calamagrostis</i>).2. El metal predominante en las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha-distrito de Simón Bolívar es el hierro.3. Las características de cambios que visualiza en las especies nativas de flora que se han adaptado dentro de la relavera de Quiulacocha son con hojas más amarillentas con respecto a la misma especie fuera de la relavera Quiulacocha.

INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC. - IAS
CON REGISTRO TL - 829



INFORME DE ENSAYO Nº 137153 - 2019 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : LUCIO ROJAS VÍTOR
DOMICILIO LEGAL : JR. MOQUEGUA Nº 335 - CHAUPIMARCA - PASCO - PASCO
SOLICITADO POR : LUCIO ROJAS VÍTOR
REFERENCIA : LEÓN ATACHAGUA GESEÑA
PROCEDENCIA : QUILACDCHA - PASCO
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 2019-10-14
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2019-10-17 AL 2019-10-23
FECHA(S) DE MUESTREO : 2019-10-11
MUESTREO POR : EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIMÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	Unidades
Total Metals (In Vegetable Tissues): Aluminum (Al), Antimony (Sb), Arsenic (As), Barium (Ba), Beryllium (Be), Cadmium (Cd), Calcium (Ca), Chromium (Cr), Cobalt (Co), Copper (Cu), Iron (Fe), Lead (Pb), Lithium (Li), Magnesium (Mg), Manganese (Mn), Mercury (Hg), Molybdenum (Mo), Nickel (Ni), Phosphorus (P), Potassium (K), Selenium (Se), Silver (Ag), Sodium (Na), Strontium (Sr), Thallium (Tl), Uranium (U), Vanadium (V), Zinc (Zn).	EPA Method 200.3, Rev. 1, April, 1991. Metals, Total Recoverable in Biological Tissues / EPA Method 200.7, Rev.4.4, EMHC/Version 1994.	mg/Kg

[Signature]
 Quim. Belbato Y. Fajardo León,
 C.O.P. N° 648
 Asesor Técnico Químico

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

Cod. FI 005/Muestreo-01/FE-01/2019

* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL - DA ni el Organismo Internacional de Acreditación - IAG.

EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. MTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de conservación del protocolo analítico con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para confirmar la AUTENTICIDAD del presente informe comuníquese al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los costos de cualquier proceso de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Tamar N° 2079 - Lima
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 3



**INFORME DE ENSAYO N° 137153 - 2019
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Tejido Vegetal		
Matriz analizada	Tejido Vegetal	Tejido Vegetal	Tejido Vegetal
Fecha de muestreo	2019-10-11	2019-10-11	2019-10-11
Hora de inicio de muestreo (h)	17:00	17:15	17:50
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada
Código del Cliente	P-1 (Taya - Hojas)	P-1 (Taya - Tallo)	P-2 (Tchu - Tallo)
Código del Laboratorio	19101182	19101186	19101187
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
Metales totales			
Silver / Plata (Ag)	0.07	mg/kg	0.11
Aluminium / Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	19.8
Arsenic / Arsenico (As)	0.1	mg/kg	0.5
Boron / Boro (B)	0.2	mg/kg	23.8
Barium / Bario (Ba)	0.2	mg/kg	0.7
Beryllium / Berilio (Be)	0.03	mg/kg	<0.03
Calcium / Calcio (Ca)	4.7	mg/kg	2845.7
Cadmium / Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	1.70
Cerium / Cerio (Ce)	0.2	mg/kg	<0.2
Cobalt / Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	<0.05
Chromium / Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	0.23
Copper / Cobre (Cu)	0.1	mg/kg	7.1
Iron / Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	97.3
Mercury / Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1
Potassium / Potasio (K)	4.3	mg/kg	8697.6
Lithium / Litio (Li)	0.3	mg/kg	<0.3
Magnesium / Magnesio (Mg)	4.4	mg/kg	536.3
Manganese / Manganeso (Mn)	0.05	mg/kg	30.15
Molybdenum / Molibdeno (Mo)	0.2	mg/kg	<0.2
Sodium / Sodio (Na)	2.3	mg/kg	13.6
Nickel / Niquel (Ni)	0.06	mg/kg	0.30
Phosphorus / Fosforo (P)	0.3	mg/kg	790.8
Lead / Plomo (Pb)	0.06	mg/kg	4.76
Antimony / Antimonio (Sb)	0.2	mg/kg	<0.2
Selenium / Selenio (Se)	0.3	mg/kg	<0.3
Tin / Estaino (Sn)	0.1	mg/kg	3.2
Strontium / Estroncio (Sr)	0.1	mg/kg	3.2
Titanium / Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	0.56
Talium / Talio (Tl)	0.3	mg/kg	<0.3
Vanadium / Vanadio (V)	0.04	mg/kg	0.05
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	90.5
Uranium / Uranio (U)	0.7	mg/kg	<0.7

L.D.M.: Límite de detección del método

Quim. Belbeth Y. Fajardo León
C Q P N° 648
Asesor Técnico Químico

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

Cod. FI 003/Version: 01/15/2019

* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-ISA ni el Organismo Internacional de Acreditación - IAS.

IPA: Environmental Protection Agency - ASTM: American Society for Testing and Materials, NTP: Norma Técnica Peruana

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perechibilidad del parámetro analizado con su rotación de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para confirmar la AUTENTICIDAD del presente informe comuníquese al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fuede o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los sujetos poseen las consecuencias de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Mato de Terner N° 2079 - Lima
• Central Telefónica (511) 425-8885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



**INFORME DE ENSAYO N° 137153 - 2019
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Tejido Vegetal		Tejido Vegetal		Tejido Vegetal	
Matriz analizada	Tejido Vegetal		Tejido Vegetal		Tejido Vegetal	
Fecha de muestreo	2019-10-11		2019-10-11		2019-10-11	
Hora de inicio de muestreo (h)	17:00		17:15		17:50	
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada		Refrigerada/ Preservada		Refrigerada/ Preservada	
Código del Cliente	P-1 (Taya - Hojas)		P-1 (Taya - Tallo)		P-2 (Tchu - Tallo)	
Código del Laboratorio	19101182		19101186		19101187	
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados			
Metales totales						
Silver / Plata (Ag)	0.07	mg/kg	0.11	0.18	0.39	
Aluminium / Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	19.8	52.3	109.8	
Arsenic / Arsenico (As)	0.1	mg/kg	0.5	1.9	4.2	
Boron / Boro (B)	0.2	mg/kg	23.8	12.3	7.3	
Barium / Bario (Ba)	0.2	mg/kg	0.7	3.1	1.5	
Beryllium / Berilio (Be)	0.03	mg/kg	<0.03	<0.03	<0.03	
Calcium / Calcio (Ca)	4.7	mg/kg	2845.7	3904.9	2057.2	
Cadmium / Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	1.70	1.78	0.16	
Cerium / Cerio (Ce)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	0.2	
Cobalt / Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	<0.05	0.07	0.05	
Chromium / Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	0.23	0.51	0.55	
Copper / Cobre (Cu)	0.1	mg/kg	7.1	6.4	7.5	
Iron / Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	97.3	805.4	1176.2	
Mercury / Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	
Potassium / Potasio (K)	4.3	mg/kg	8697.6	2085.6	2791.8	
Lithium / Litio (Li)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	<0.3	
Magnesium / Magnesio (Mg)	4.4	mg/kg	536.3	219.6	187.8	
Manganese / Manganeso (Mn)	0.05	mg/kg	30.15	142.71	50.66	
Molybdenum / Molibdeno (Mo)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	<0.2	
Sodium / Sodio (Na)	2.3	mg/kg	13.6	24.8	16.2	
Nickel / Niquel (Ni)	0.06	mg/kg	0.30	0.26	0.17	
Phosphorus / Fosforo (P)	0.3	mg/kg	790.8	279.9	183.9	
Lead / Plomo (Pb)	0.06	mg/kg	4.76	10.85	17.92	
Antimony / Antimonio (Sb)	0.2	mg/kg	<0.2	0.3	0.5	
Selenium / Selenio (Se)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	<0.3	
Tin / Estaino (Sn)	0.1	mg/kg	3.2	4.0	3.8	
Strontium / Estroncio (Sr)	0.1	mg/kg	3.2	10.5	3.9	
Titanium / Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	0.56	0.98	1.49	
Tellurium / Teluro (Te)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	<0.3	
Vanadium / Vanadio (V)	0.04	mg/kg	0.05	0.13	0.31	
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	90.5	158.9	42.3	
Uranium / Uranio (U)	0.7	mg/kg	<0.7	<0.7	<0.7	

L.D.M.: Límite de detección del método

Quim. Belbeth Y. Fajardo León
C Q P N° 648
Asesor Técnico Químico

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

Cod. FI 1003/Version: 01/15/2019

* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL (SA) ni el Organismo Internacional de Acreditación - IAS.

IPA: Environmental Protection Agency (ASTM: American Society for Testing and Materials, NTP: Norma Técnica Peruana)

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perechibilidad del parámetro analizado con su matriz a los 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para confirmar la AUTENTICIDAD del presente informe comuníquese al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fideicomiso o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los sujetos pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Mato de Turner N° 2079 - Lima
• Central Telefónica (511) 425-8885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



**INFORME DE ENSAYO N° 137153 - 2019
CON VALOR OFICIAL**

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Tejido Vegetal		
Matriz analizada	Tejido Vegetal	Tejido Vegetal	Tejido Vegetal
Fecha de muestreo	2019-10-11	2019-10-11	2019-10-11
Hora de inicio de muestreo (h)	17:45	18:00	18:15
Condiciones de la muestra	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada
Código del Cliente	P-2 (Jchu - Raiz)	P-3 (Regallo - Tallo)	P-4 (Specie 4 - Tallo)
Código del Laboratorio	19101188	19101189	19101190
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
Metales totales			
Silver / Plata (Ag)	0.07	mg/kg	0.12
Aluminum / Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	91.9
Arsenic / Arsénico (As)	0.1	mg/kg	3.4
Boron / Boro (B)	0.2	mg/kg	5.2
Barium / Bario (Ba)	0.2	mg/kg	1.3
Beryllium / Berilio (Be)	0.03	mg/kg	<0.03
Calcium / Calcio (Ca)	4.7	mg/kg	1250.7
Cadmium / Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	0.23
Cerium / Cerio (Ce)	0.2	mg/kg	<0.2
Cobalt / Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	0.07
Chromium / Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	1.39
Copper / Cobre (Cu)	0.1	mg/kg	3.3
Iron / Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	521.1
Mercury / Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1
Potassium / Potasio (K)	4.3	mg/kg	3059.1
Lithium / Litio (Li)	0.3	mg/kg	<0.3
Magnesium / Magnesio (Mg)	4.4	mg/kg	246.9
Manganese / Manganeso (Mn)	0.05	mg/kg	71.75
Molybdenum / Molibdeno (Mo)	0.2	mg/kg	<0.2
Sodium / Sodio (Na)	2.3	mg/kg	17.6
Nickel / Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	0.23
Phosphorus / Fósforo (P)	0.3	mg/kg	236.9
Lead / Plomo (Pb)	0.06	mg/kg	9.63
Antimony / Antimonio (Sb)	0.2	mg/kg	0.5
Selenium / Selenio (Se)	0.3	mg/kg	<0.3
Tin / Estaño (Sn)	0.1	mg/kg	4.4
Strontium / Estroncio (Sr)	0.1	mg/kg	2.6
Titanium / Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	1.51
Tellurium / Teluro (Te)	0.3	mg/kg	<0.3
Vanadium / Vanadio (V)	0.04	mg/kg	0.27
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	25.0
Uranium / Uranio (U)	0.7	mg/kg	<0.7

L.D.M.: Límite de detección del método

Lima, 28 de Octubre del 2019.

Quim. Belbeth Y. Fajardo Leon,
C.O.P. N° 648
Asesor Técnico Químico

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-GA ni el Organismo Internacional de Acreditación ISO.
EPA: Environmental Protection Agency, ASTM: American Society for Testing and Materials, NTP: Norma Toxicológica Norteamericana.
OBSERVACIONES: • Esta prohibida la reproducción parcial o total de este presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento solo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preservación del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas.
• Para comprobar la AUTENTICIDAD del presente informe comuníquese al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y sus autores serán perseguidos en consecuencia de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rias Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6855 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora
ROBLES ZAMBRANO, Amparo E.	INGENIERA AMBIENTAL	Supervisor de M.A - Emicon Sath. CHUNGAR S.A.
Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (a) del Instrumento	
Informe de ensayo N° 137153-2019 Cadena de Custodia	Leon Atachagua Gessenia Rode	
Título de la tesis:	"ANÁLISIS DE METALES PESADOS PRESENTES EN LAS ESPECIES NATIVAS DE FLORA ADAPTADOS DENTRO DE LA RELAVERA DE QUIULACocha- DISTRITO DE SIMON BOLIVAR-2019"	

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 - 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos de la tecnología educativa.				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.				X	
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado				X	

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:	Procede su aplicación		
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:	80 %		
Cerro de Pasco 14/09/2022	72760594	<i>C. Atachagua</i> CIP: 249167	937666262
Lugar y Fecha	N° DNI	Firma del experto	N° Celular

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora
Pozo SALVADOR LESLY	INGENIERO AMBIENTAL	RESPONSABLE DEL ÁREA TÉCNICA DE FASCILIZACIÓN AMBIENTAL MINERA - DREM
Nombre del Instrumento de Evaluación	Autor (a) del Instrumento	
Informe de ensayo N° 137153-2019 Cadena de Custodia	Leon Atachagua Gessenia Rode	
Título de la tesis:	"ANÁLISIS DE METALES PESADOS PRESENTES EN LAS ESPECIES NATIVAS DE FLORA ADAPTADOS DENTRO DE LA RELAVERA DE QUIULACOCHA- DISTRITO DE SIMON BOLIVAR-2019"	

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.				X	
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.				X	
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN: Procede su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 80%

CERRO DE PASCO 13 / 09 / 2022	73902014	 Lesly Luisa Pozo Salvador INGENIERA AMBIENTAL	942491693
Lugar y Fecha	N° DNI	Firma del experto	N° Celular

FICHA DE VALIDACIÓN Y/O CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS INFORMATIVOS:

Apellidos y nombres del Informante	Grado Académico	Cargo o Institución donde labora
CABEVAHACA CRISPIN ARCEIZ	INGENIERO AMBIENTAL	PROFESOR DE CALIDAD DE LOS RECURSOS HIDRICOS AUTORIDAD NACIONAL DE AGUA
Nombre del Instrumento de Evaluación		Autor (a) del Instrumento
Informe de ensayo N° 137153-2019 Cadena de Custodia		Leon Atachagua Gessenia Rode
Título de la tesis:	"ANÁLISIS DE METALES PESADOS PRESENTES EN LAS ESPECIES NATIVAS DE FLORA ADAPTADOS DENTRO DE LA RELAVERA DE QUIULACOA- DISTRITO DE SIMON BOLIVAR-2019"	

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0- 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				X	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende a los aspectos de cantidad y calidad.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y el desarrollo de capacidades cognitivas.				X	
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos de la tecnología educativa.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.				X	
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno y más adecuado					X

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:	Procede su aplicación
-----------------------------	-----------------------

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:	80 %
-----------------------------	------

Lugar y Fecha	N° DNI	Firma del experto	N° Celular
AUSPILCO 18/10/2022	71054109	 MARCELA PAOLA CABEVAHACA CRISPIN INGENIERO AMBIENTAL CIP N° 246161	921363805