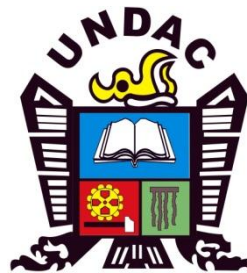


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA
AMBIENTAL**



TESIS

**Análisis comparativo de la absorción del plomo total presente en
la especie *Schoenoplectus Californicus* del contorno del lago
Chinchaycocha**

Para optar el Título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor: Bach. Iván Alfonso LLANA TORIBIO

Asesor: Mg. Josué Herminio DIAZ LAZO

Cerro de Pasco - Perú-2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA
AMBIENTAL**



TESIS

**Análisis comparativo de la absorción del plomo total presente en
la especie *Schoenoplectus Californicus* del contorno del lago
Chinchaycocha**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

**Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN
PRESIDENTE**

**Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA
MIEMBRO**

**Mg. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS
MIEMBRO**

DEDICATORIA

A Dios, por darme vida, salud y sabiduría e ilumino mi camino.

A mi madre y padre, por su incondicional apoyo, amor y ternura que siempre me ha dado.

A mis familiares motivo para seguir adelante, por ser lo más importante en mi vida y formar parte de cada logro realizado.

Bach. Ivan LLANA TORIBIO

RECONOCIMIENTO

Al asesor por su asesoramiento el Mg. Josué Herminio Díaz Lazo y por el aporte en el desarrollo del presente trabajo de Investigación.

A mis jurados calificadores de la Tesis Mgs: Julio Antonio Asto Liñán, Luis Alberto Pacheco Peña y David Johnny Cuyubamba Zevallos

El presente estudio se ha desarrollado al apoyo decidido y desinteresado de un conjunto de profesionales que han dedicado sus conocimientos, sobre un tema tan importante y delicado como es el Lago Chinchaycocha ubicado en la provincia de Junín, región de Junín.

RESUMEN

En los ecosistemas acuáticos existen una cierta capacidad de asimilar iones metálicos debido que algunos de estos metales son necesarios para su desarrollo y crecimiento de estos. Los restos metálicos que se encuentran en el medio ambiente pueden permanecer más tiempo acumulándose en sedimentos y organismos vivos, de forma que se incorporan a las cadenas alimentarias.

Existen plantas que absorben metales pesados presentes en el agua, siendo una de estas plantas el *Schoenoplectus californicus*,(totora), estudios recientes han demostrado tener una favorable absorción de plomo, además su rápido crecimiento y propagación para cubrir grandes extensiones en poco tiempo, permite a esta planta *Schoenoplectus californicus* (totora) actuar como filtros biológicos que descompone los contaminantes y estabiliza la sustancia al fijarlos en sus raíces, tallos y hojas, para finalmente convertirlos en compuestos menos peligrosos de contaminantes inorgánicos del agua, a partir de procesos, que tenga capacidad fisiológica y bioquímica para absorber, retener, reducción, estabilización, degradar o transformar de estos elementos metálicos. Donde la absorción se convierte en una herramienta para realizar el tratamiento de agua contaminada.

Palabras clave: Absorción de Plomo. Totora.

ABSTRACT

In aquatic ecosystems, there is some capacity to assimilate metal ions because some of these metals are necessary for their development and growth. Metal residues found in the environment can remain longer accumulating in sediments and living organisms so that they are incorporated into food chains.

Some plants absorb heavy metals present in the water, one of them being the *Schoenoplectus californicus* (totora) favorable for the absorption of lead. Furthermore, its rapid growth and propagation to cover large areas in a short time allows this plant to act as biological filters that decompose the pollutants and stabilizes the substance by fixing them in their roots and stems to finally turn them into less dangerous compounds of inorganic water pollutants from processes, that have physiological and biochemical capacity to absorb, retain, reduce, stabilize, degrade or transform these metallic elements. Where absorption becomes a tool for the treatment of polluted water.

Keywords: Lead Absorption. Totora

INTRODUCCIÓN

La contaminación hídrica se ha incrementado a través de los últimos tiempo; siendo el lago Chinchaycocha un cuerpo receptor de los efluentes líquidos de actividades minero metalúrgicas y de la población del lugar, donde el contenido de algunos metales como el caso del cobre (Cu), plomo (Pb), Zinc (Zn) sobrepasan los estándares ambientales y los límites máximos permisibles teniendo presente es estos metales, que no se degradan biológica ni químicamente en la naturaleza; por lo que son considerados tóxicos para la mayor parte de organismos vivos. Siendo dañinos para la flora y fauna.

Siendo la planta de la especie *Schoenoplectus californicus* ha demostrado tener propiedades favorables para ser utilizada en los procesos de absorción de contaminante de plomo en el medio acuoso. Por todo ello, el objetivo de trabajo de investigación es realizar el análisis comparativo de absorción de plomo total presentes en la especie *Schoenoplectus californicus* sobre un área contaminada en el lago Chinchaycocha.

La presente investigación está compuesto por cuatro capítulos; Capítulo I: Planteamiento del Problema de estudio; se plantea el problema de Cual será el análisis comparativo de la absorción del plomo total en la especie de *Schoenoplectus californicus* del contorno del lago Chinchaycocha; con el objetivo de Determinar el análisis comparativo de la absorción del plomo total en la especie de *Schoenoplectus californicus* del contorno del lago Chinchaycocha y la hipótesis de la investigación es la especie de

Schoenoplectus californicus está absorbiendo el plomo total en el contorno del lago Chinchaycocha. Capítulo II: Marco teórico, donde encontramos trabajos realizados anteriormente en estudios similares, una definición de términos ambientales y bases teóricas científicas; Capítulo III: Métodos y Materiales de Investigación; Capítulo IV: Presentación de Resultados, donde se presenta los análisis de los parámetros de la concentración de metales disueltos presentes en el tallo, la raíz de la especie de *Schoenoplectus californicus* en relación al área de contaminación del contorno del lago Chinchaycocha que fueron analizados a través de un laboratorio acreditado. Capítulo V: discusión de los resultados obtenidos y finalmente, las conclusiones obtenidas y las recomendaciones establecidas de la investigación que ayudarán entre otros aspectos seguir investigando el tema en cuestión.

INDICE

DEDICATORIA	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Identificación Y Determinación del Problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.3. Formulación del problema	3
1.3.1. Problema General.....	3
1.3.2. Problemas Específicos	3
1.4. Formulación de objetivos	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos	3
1.5. Justificación de la investigación.....	4
1.6. Limitaciones de la investigación	4
CAPITULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes de estudio.....	6
2.2 Bases Teóricas – Científicas	12
2.2.1. Contaminación del Agua.....	12
2.2.2. Contaminantes químicos.....	12
2.2.3. Metales Pesados.	13
2.2.4. Aguas residuales.....	13
2.2.5. Fuentes potenciales de generación de aguas residuales	15
2.2.6. Tratamiento de aguas residuales.....	16
2.2.7. Aguas de minas	16

2.2.8.	Drenajes ácidos de minas	16
2.2.9.	Relaves	17
2.2.10.	Aguas ácidas de depósitos de desmontes	18
2.2.11.	Aguas residuales domésticas.....	18
2.2.12.	Instituciones del estado que gestionan los recursos hídricos	19
2.2.13.	Autorización para el vertimiento de aguas residuales 19	
2.2.14.	¿Qué es el plomo?	20
2.2.15.	Propiedades físicas y químicas del plomo	22
2.2.16.	Efectos ambientales del Plomo	23
2.2.17.	Transporte, distribución y transformación del plomo en el medio ambiente.....	23
2.2.18.	Exposición al plomo.....	24
2.2.19.	Plomo en el medio ambiente	26
2.2.20.	Métodos de remoción de metales pesados en solución acuosa 29	
2.2.21.	Mecanismos de resistencia a los metales pesados	30
2.2.22.	Absorción de algunos tipos de plantas acuáticas	31
2.2.23.	Schoenoplectus Californicus (Totorá)	31
2.2.24.	Criterios de absorción del Schoenoplectus californicus	33
2.2.25.	Adaptación del Schoenoplectus californicus	35
2.2.26.	Taxonomía y morfología de la planta	35
2.2.27.	Usos del Schoenoplectus californicus.....	36
2.2.28.	Legislación ambiental.....	36
2.3	Definición de términos básicos.....	43
2.4	Formulación de hipótesis.....	51
2.4.1.	Hipótesis General.....	51
2.4.2.	Hipótesis Específicas.....	52
2.5	Identificación de variables	52

2.5.1. Variable Independiente	52
2.5.2. Variable Dependiente	52
2.6 Definición Operacional de variables e indicadores.....	52
CAPITULO III	54
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA	
INVESTIGACIÓN	54
3.1 Tipo de investigación	54
3.2 Métodos de investigación.....	54
3.3. Diseño de la Investigacion	56
3.4. Población y muestra.....	56
3.4.1 Población.....	56
3.4.2 Muestra	56
3.4.3 Muestreo puntual.....	56
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	56
3.5.1 Instrumentos de recolección de datos	57
3.5.2 Selección y toma de muestra.....	57
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	57
3.7. Tratamiento estadístico	57
3.8. Selección validación y confiabilidad de los instrumentos	
de investigación	58
3.9. Orientación ética	59
CAPITULO IV	60
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
4.1 Descripción del trabajo de campo	60
4.1.1. Resultados Litoestratigraficos.....	61
4.1.2. Resultado del Inventario de las fuentes principales de	
agua 74	
4.1.3 Puntos de toma de muestra de la especie de totora	77
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	78
4.2.1 Ubicación y descripción de los puntos de toma de	
muestra.	78

4.2.2	Resultados de absorción de Cadmio obtenidos del análisis	79
4.2.3	Resultados de absorción del mercurio obtenidos del análisis	80
4.2.4	Resultados de absorción del cobre obtenido en el análisis.	81
4.2.5	Resultados de absorción del plomo obtenidos del análisis.	82
4.2.6	Resultados absorción del arsénico obtenido del análisis	83
4.3.	Prueba de Hipótesis	84
4.4.	Discusión de Resultados	85
	CONCLUSIONES	
	RECOMENDACIONES	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

RESUMEN DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Periodic Table of Elements (30 de noviembre de 2016). Consultado el 30 de noviembre de 2016. «Cuatro nuevos Elementos aprobados oficialmente por la IUPAC: Nh, Mc, Ts y Og.»Fuente: (https://es.wikipedia.org/wiki/Tabla_peri%C3%B3dica_de_los_elementos).....	22
Ilustración 2 Taxonomía de la totora.....	33
Ilustración 3: Resultados de la absorción de cobre en la totora	82

RESUMEN DE TABLAS

Tabla 1 Instituciones que conforman el sistema del estado para la gestión del recurso hídrico (OEFA, 2014).....	19
---	----

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación Y Determinación del Problema

¿La contaminación de lago Chinchaycocha es un problema regional, nacional e incluso internacional? Actualmente refiriéndonos a cualquier cuerpo de agua o recurso hídrico es considerado como un problema mundial, siendo una de las principales la contaminación por presencia de metales pesados, procedentes de las fuentes antropogénicas, que están causando efectos al ambiente y los seres vivos a consecuencia de la descarga continua de aguas domésticas e industriales, durante muchos años al lago Chinchaycocha.,

Por ello, estas aguas del lago Chinchaycocha se vienen empleando en la actualidad para fines energéticos ocasionando un impacto significativo por las acciones de embalse, desembalse y por el vertimiento de las aguas del sector minero y poblacional, que

vienen excediendo en los límites máximos permisibles e incumpliendo los estándares de calidad ambiental para el agua.

La problemática principal en el lago Chinchaycocha, es la contaminación generada por los afluentes de aguas domésticas e industriales que contienen sustancias contaminantes tales como los metales pesados, especialmente el plomo, que viene a ser un metal altamente tóxico para los organismos vivos y debido que sus propiedades fisicoquímicas no son biodegradables, se pueden almacenar en organismos individuales como las plantas silvestres, por tal motivo es necesario determinar el grado de absorción de estas plantas presentes en el lago.

En la última década la absorción de metales por especies de flora terrestre y acuática han sido objeto de investigación, debido que este mecanismo de la fitorremediación ha permitido disminuir contaminantes metálicos presentes en los efluentes. Que pueden ser de origen natural o antropogénico, la selección de la planta está basado en las características de crecimiento, que presentes en el medio.

Se determinó que la planta de la especie *Schoenoplectus californicus*, tiene propiedades favorables para ser utilizada en los procesos de absorción de contaminante de plomo. Por lo que el presente trabajo de investigación es para realizar el análisis comparativo de absorción de plomo total presentes en *Schoenoplectus californicus* sobre el contorno del lago Chinchaycocha, ubicado en la provincia de Junín, región de Junín.

1.2. Delimitación de la investigación

Al conocer los resultados de los estudios realizados de los niveles de absorción de la concentración de plomo en la planta de la especie *Schoenoplectus californicus* en el lago Chinchaycocha, es necesario e imprescindible determinar las condiciones a las cuales la planta realiza tales mecanismos de absorción y de esta forma usarlos en la prevención de otros problemas en el futuro.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema General

¿Cuál será el análisis comparativo de la absorción del plomo total en la especie de *Schoenoplectus californicus* del contorno del lago Chinchaycocha?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es el porcentaje de absorción de plomo en la especie de *Schoenoplectus californicus* sobre el área contaminada del contorno del lago Chinchaycocha?
- ¿Cuál es el nivel máximo recomendable del metal de plomo relacionado con alimentos animales para la especie *Schoenoplectus californicus* del contorno del lago Chinchaycocha?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar el análisis comparativo de la absorción del plomo total en la especie de *Schoenoplectus californicus* del contorno del lago Chinchaycocha.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar el porcentaje de absorción de plomo en la especie de *Schoenoplectus californicus* sobre el área contaminada del contorno del lago Chinchaycocha.

- Determinar el nivel máximo recomendable del metal de plomo relacionado con alimentos animales para la especie *Schoenoplectus californicus* del contorno del lago Chinchaycocha

1.5. Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación se justifica en base a los diversos estudios tanto nacionales e internacionales realizados en los últimos años, acerca de la absorción de metales por especies de flora acuática, ya que es objeto de investigación, debido a que este proceso, permite disminuir contaminantes metálicos presentes en los efluentes siendo de origen natural utilizado como absorbente de algunas sustancias, la selección de una especie absorbente está basada en las características estructurales, químicas, superficiales y morfológicas de la especie *Schoenoplectus californicus* .

La importancia de absorber, con una eficiencia y simplicidad de proceso metabólico para remediar el lago Chinchaycocha, vendría hacer el proceso de la absorción por las especies de flora acuática de *Schoenoplectus californicus*. Como material adsorbente como alternativa, para ello, se analizará esta especie, debido que está demostrando tener características físico-químicas óptimas para ser utilizado como absorbente en la remoción del contaminante de plomo sobre el efluente del lago Chinchaycocha.

1.6. Limitaciones de la investigación

Una de las limitaciones para el presente estudio, fue adquirir los presupuesto que demandan realizarlos los gastos de los análisis para realizar los pagos al laboratorio

donde se ha determinado los niveles de concentración de plomo y otros elementos en la planta de la especie de *Schoenoplectus californicus*.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio

Con respecto a los antecedentes de la investigación, a nivel nacional se encontraron los siguientes trabajos:

A. Jorge R. Pulcha y Michael Valencia: “Evaluación de la degradación de contaminantes ecotóxicos de las aguas residuales de la industria minera por medio de humedales artificiales”. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificie Universidad Católica del Perú.

Resumen:

El Perú es un país con gran potencial minero, teniendo 1159557 ha en producción, donde la minería utiliza aproximadamente 207 MMC/año de agua ($6,6 \text{ m}^3 / \text{s}$) donde de esta el 22 % de agua residual es tratada. Según políticas estatales vigentes actualmente, el Perú adopta nuevas medidas para prevenir la contaminación de los recursos hídricos, flora y fauna, y que estos contaminantes se encuentren dentro del rango de límites

máximos permisibles según la ley nacional e internacional, para que así el proceso extractivo llevado a cabo en determinada región sea ambientalmente amigable. Nuestra tesis investiga los humedales artificiales con la intención de evaluar la disminución de los niveles concentración de contaminantes eco-tóxicos (nitratos, amonio y competidores como iones metálicos cobre o plomo) de aguas residuales de una operación minera. La investigación evalúa el tratamiento de aguas residuales a disposición, para lo cual se realizó un análisis de los parámetros necesarios para el diseño y, con ello, construir un sistema artificial de flujo sub superficial. Además, se probaron especies vegetales *Schoenoplectus californicus* (totora) y *Schoenoplectus lacustris* (carrizo), como parte de los componentes de un humedal artificial. En este sentido se construyó un humedal piloto con materiales filtrantes (piedra, arena, grava y tierra) y las especies vegetales antes mencionadas.

Luego que las aguas residuales conteniendo cobre, cinc y plomo fueran tratadas en nuestros humedales artificiales pilotos, los niveles de concentración disminuyeron en un tanto por ciento y se evaluó si el agua tratada estaba dentro de los límites permisibles para la descarga, según lo demanda las normas vigentes. Finalmente, se elaboró un flujo de costos con un factor de escala para la implementación de esta alternativa de tratamiento para llevarlo a pequeña y mediana minería, además de comunidades aledañas a las minas que puedan mantener aguas con un grado de calidad.

B. Carbones activados a partir de bagazo de caña de azúcar y zuro de maíz para la absorción de cadmio y plomo Oliva Primera-Pedrozo, Fredy Colpas-Castillo, Edgardo Meza-Fuentes, Roberto Fernández-Maestre Universidad de Cartagena, Colombia 2011

Resumen:

Se determinó la capacidad acumuladora de cadmio en raíces de *Scirpus californicus* en condiciones de laboratorio; para ello, luego de la aclimatación y adaptación del material experimental durante 30 días, se aplicó el diseño experimental de estímulo creciente con cinco tratamientos: 0; 0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 ppm de cadmio, durante 15 días. La concentración de cadmio en las raíces se determinó mediante la técnica de Espectrofotometría de absorción atómica, cuyos datos se procesaron mediante Análisis de varianza y el método de Mínima Diferencia Significativa Honesta entre las muestras que presentaron diferencias significativas y para diferenciar los cambios de color y crecimiento se realizaron evaluaciones cualitativas tomando como referencia la Escala de Likert. Se encontró que las raíces del tratamiento con 1,5 y 2,0 ppm de cadmio acumularon mayor cantidad de este elemento, con cambios severos en el color, engrosamiento y crecimiento longitudinal. Se concluye que las raíces de *S. californicus* tienen capacidad de acumular, tolerar y resistir altas concentraciones de cadmio. Capacidad acumuladora de cadmio en raíces de *Scirpus californicus* expuestas a diferentes concentraciones de nitrato de cadmio en condiciones de laboratorio Lili E. Fernández-Aguilar y Santos Enrique Padilla Universidad Nacional de Trujillo 2013.

Se prepararon carbones activados con bagazo de caña de azúcar (BC) y zuro de maíz (ZM) para adsorber cadmio y plomo. BC y ZM fueron carbonizados a 400°C por 1 hora, activados con ácido fosfórico y modificados con ácido nítrico o peróxido de hidrógeno y posterior calentamiento. La activación aumentó el área superficial de los carbones (5 m²/g a 778 m²/g para el ZM y 3 m²/g a 369 m²/g para BC). Los grupos

oxigenados se analizaron por IR-DRIFTS. La acidez de los carbones estuvo entre 1.36 y 2.12 meq/g, el pH entre 2.9 y 6.5, y las capacidades de intercambio iónico hasta 0.070 meq/g (absorción atómica).

C. Evaluación de la actividad fitorremediadora del *Schoenoplectus californicus* “junco” en agua contaminada con arsénico. tacna 2013- bach. Blanca Miriam bedoya escobar Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna

Resumen:

Evaluar la actividad fitorremediadora del *Schoenoplectus californicus* “junco” en agua contaminada con arsénico. Metodología: Diseño experimental, prospectivo, longitudinal y analítico. La evaluación de la actividad fitorremediadora se realizó bajo condiciones laborales en tres fases: fase de adaptación por 4 días, fase de nutrición por 3 días y fase de intoxicación (se realizó 4 grupos experimentales con concentraciones de 0,05; 0,1; 0,5 y 1mg de As por litro de agua; cada grupo experimental con su control y testigo) por 14 días. Las concentraciones de As se determinaron mediante el método de Gutzeit, cuyos datos se procesaron mediante estadística descriptiva e inferencial. Resultados: la actividad fitorremediadora fue más evidente a los cuatro días de tratamiento en las muestras de estudio. Conclusión: El *Schoenoplectus californicus* “junco” presenta actividad fitorremediadora en agua contaminada con arsénico.

D. Estudio de la adsorción de plomo en suelos de la región minera en el distrito de buenos aires en el departamento del cauca, Colombia, Andrés Felipe Chamorro, Rubén Albeiro Sánchez Andica Universidad del Valle 2012.

Resumen:

Se realizaron isotermas de adsorción para determinar el equilibrio de distribución de plomo en los suelos del área de influencia de la mina La Vetica, ubicada en el distrito minero de Buenos Aires en el Departamento del Cauca, con el fin de determinar su capacidad de adsorción y retención. Se evaluaron dos modelos de adsorción: el primero asume que el fenómeno se presenta en la primera capa superficial (superficie homogénea) tal como la describe los modelos de Langmuir, Dubinin-Radushkevich y Frumkin; y el segundo asume que la adsorción se da en multicapas (superficie heterogénea), como la describe las isotermas de Freundlich, Harkins-Jura y Temkin. La isoterma de Langmuir fue el modelo que mejor se ajustó al proceso de adsorción; la linealización de la ecuación de Langmuir arrojó una capacidad máxima de retención de plomo en el suelo, Q_0 , de 6,42 mg/g. El valor de la energía de adsorción, E , encontrada, mediante la ecuación de Dubini-Radushkevich, fue de 15,81 kJ/mol, valor que se halla en el rango de enlaces tipo Van der Waals, confirmando que la adsorción ocurre mediante interacciones débiles.

E. Adsorción de metales pesados en residuos de café modificados químicamente, Elena Bustamante Alcántara. Universidad Autónoma de Nuevo León 2011.

Resumen:

En este trabajo se estudió el efecto de la modificación química de los residuos de café (RC) sobre su capacidad de absorción de Pb (II) y Cu (II). Los RC se modificaron con ácido cítrico a diferentes concentraciones (0.1 y 0.6 M). Los adsorbentes modificados se caracterizaron mediante titulaciones potenciométricas para cuantificar los grupos funcionales y sus constantes de disociación y se realizaron experimentos en sistemas en lote, a diferentes valores de pH, para determinar su capacidad de adsorción de Pb

(II) y Cu (II). Además se realizaron experimentos de cinética de adsorción para determinar el tiempo requerido para alcanzar el equilibrio. También se evaluó la desorción de los metales previamente adsorbidos usando una solución de HCl 0.01 M en sistemas en lote. Finalmente, se obtuvieron los espectros de infrarrojo con el fin de confirmar los grupos funcionales involucrados en el proceso de adsorción. Los resultados de la caracterización de los RC modificados mostraron una mayor cantidad de grupos carboxílicos (2.2 mmol/g) cuando se modificaron con ácido cítrico 0.6 M en comparación con la modificación con ácido cítrico 0.1 M (0.47mmol/g). Además, las constantes de equilibrio de los grupos funcionales cuantificados corresponden a las reportadas para grupos carboxílicos del ácido cítrico. La capacidad de adsorción máxima de Pb (II) a pH 4 y de Cu (II) a pH 5, estimada con la isoterma de Langmuir, para los RC modificados con ácido cítrico 0.6 M fue 158.7 y 97.1 mg/g, respectivamente. En general, la capacidad de adsorción de Pb (II) y Cu (II) disminuye al bajar el pH de la solución, ya que los protones y los cationes compiten por los mismos sitios de adsorción (grupos carboxílicos). Basado en los estudios de cinética de adsorción, se requieren 8 y 10 horas para alcanzar el equilibrio de adsorción de Cu (II) y Pb (II) respectivamente. Las pruebas de desorción demuestran la factibilidad de reutilizar el biosorbente. Los espectros de infrarrojo corroboran el aumento de la cantidad de grupos carboxílicos debido a la modificación química de los RC, siendo este grupo funcional el principal responsable del proceso de adsorción.

2.2 Bases Teóricas – Científicas

2.2.1. Contaminación del Agua.

Entre los factores que generan contaminación el crecimiento de la industria minero metalúrgico y el crecimiento poblacional. Donde la contaminación del agua por la adición de sustancia metálicas en cantidad suficiente que ocasione daños en la flora, la fauna.

2.2.2. Contaminantes químicos.

Los compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua. Donde los contaminantes inorgánicos son diversos productos disueltos o dispersos en el agua que provienen de descargas domésticas e industriales. Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos. También desechos ácidos, alcalinos.

Otros contaminantes como los metales pesados (Plomo, cadmio, mercurio), ciertos plaguicidas, los cianuros, los hidrocarburos, el arsénico y el fenol provocan prácticamente la destrucción de los ecosistemas acuáticos y también serios daños a las personas que consuman agua o sus productos contaminados por esta clase de productos químicos.

La acumulación de contaminantes en los lagos, ríos y mares provoca diferentes efectos en sus características físicas, químicas y biológicas de diferente manera, en casos como los de algunas partículas sedimentables o de colores sus efectos son limitados o de pocas consecuencias y en otros casos como el cambio de temperatura o putrefacción de materia orgánica causa efectos dañinos transitorios

pero severos.

2.2.3. Metales Pesados.

El término de metal pesado refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga una relativa alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones bajas.

Los metales pesados incluyen el mercurio (Hg), cadmio (Cd) el arsénico (As), el cromo (Cr), el talio (Tl), y el plomo (Pb). Los metales pesados son componentes naturales de la corteza de tierra. No pueden ser degradados o ser destruidos. En concentraciones más altas pueden conducir al envenenamiento. El envenenamiento por metal pesado podría resultar.

Los metales pesados son peligrosos porque tienden a bioacumularse. Donde la bioacumulación significa un aumento en la concentración de un producto químico en un organismo biológico en un cierto plazo, comparada a la concentración del producto químico en el ambiente. Se analizan (metabolizado) o se excretan los compuestos acumulan en cosas vivas cualquier momento se toman y se almacenan más rápidamente que ellos.

2.2.4. Aguas residuales

Existen varias definiciones de agua residual, las cuales detallamos a continuación:

- Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes

de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado. (OEFA, 2014). • Aquellas aguas que debido a la intervención humana contienen gran cantidad de contaminantes y que representan peligro (Espigares García, 1985) Dentro de este concepto se incluyen aguas con diversos orígenes:

- Aguas residuales domésticas Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente (OEFA, 2014).

- Aguas residuales domésticas o aguas negras: proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas. (Espigares García, 1985).

- Aguas residuales municipales Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado. (OEFA, 2014).

- Aguas residuales industriales: proceden de los procesamientos realizados en establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales. (Espigares García, 1985).

- Aguas residuales agrícolas: procedentes de las labores agrícolas en las zonas

rurales. Estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin un tratamiento previo. (Espigares García, 1985).

2.2.5. Fuentes potenciales de generación de aguas residuales

Las aguas residuales de la industria minera dependen de cada empresa de este rubro, ya que varían de acuerdo a la actividad productiva que realiza cada una (naturaleza del mineral que extrae, hidrología de la región, tipo de operación, procesos de beneficio, etc), y su generación puede ocurrir durante la exploración, operación o cierre de una mina. El Efluente líquido de actividades minero-metalúrgico, no es más que un flujo regular o estacional de sustancia líquida en contacto con cuerpos receptores y provienen de:

- Labores de excavación o movimiento de tierras efectuado en el terreno (exploración, explotación, beneficio, transporte o cierre de minas, así como campamentos, sistemas de abastecimiento de aguas o energía, talleres, almacenes, vías de acceso de uso industrial y otros)
- Planta de procesamiento de minerales (Chancado molienda, flotación, separación gravimétrica, separación magnética, fundición, refinación, lixiviación, extracción por solventes y otros).
- Sistema de tratamiento de aguas residuales asociadas con actividades mineras.
- Depósito de residuos mineros (depósitos de relaves, desmontes, escorias y otros).
- Infraestructura auxiliar relacionada con el desarrollo de actividades mineras.

2.2.6. Tratamiento de aguas residuales

En los últimos años se ha venido desarrollando una práctica conocida como tratamiento pasivo con la posibilidad de que procesos naturales de depuración de aguas contaminadas pudieran resultar útiles cuando se aplican a aguas de mina. La denominación pasiva, nace para distinguirlo del tratamiento convencional, del tratamiento activo, que aplica la ingeniería de aguas residuales aplicado a las aguas de esta industria. El desarrollo de esta práctica ha generado muchos atractivos tanto desde el punto de vista económico con un análisis costo/beneficio como el medio ambiental. (Álvarez, 2005)

Entonces se definen dos tipos de tratamientos para las aguas residuales de la industria minero metalúrgico: Los métodos de tratamiento se dividen Activo, lo que significa depender de la adición de sustancias químicas para neutralizar la acidez, o pasiva que depende de factores biológicos, geoquímicos y gravitatorios, pues no requiere un cuidado constante, (Skousen, 2000)

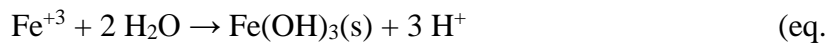
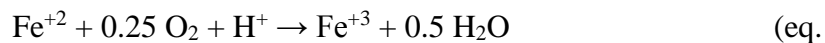
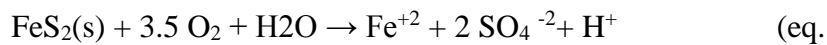
2.2.7. Aguas de minas

Generan aguas residuales cuando contienen concentraciones de sólidos suspendidos mayores a lo que demanda la norma, pH fuera del rango de la norma, altas concentraciones de metales disueltos y/o totales, como plomo, cobre, zinc, hierro, manganeso, arsénico, mercurio, selenio, níquel, cadmio y otros.

2.2.8. Drenajes ácidos de minas

Se da cuando los minerales que contienen formas de azufre se oxidan a través de la exposición al oxígeno y agua durante las perturbaciones de tierra, grandes cantidades de H^+ son liberados causando el bajo pH del agua dando lugar a la formación de ácido sulfúrico. En general, la acidez extrema se moviliza (produce formas solubles que son transportadas por aguas de drenaje) metales que se liberan de los minerales sulfuros que Oxidar y de los minerales asociados. Esta movilización ocurre porque una serie de metales como: Aluminio (Al),cobre (Cu), Hierro (Fe), Mercurio (Hg),Niquel (Ni), Plomo (Pb) y Zinc (Zn) se vuelven más solubles en agua ya que el pH disminuye y se dice que son "solubles en ácido" (Skousen, 2011).

El mineral más común generador de DAM es la Pirita (FeS_2). Representación de formación de DAM con pirita.



2.2.9. Relaves

Desecho mineral sólido de tamaño entre arena y limo, provenientes de los procesos de concentración, producidos, transportados y depositados en forma de lodo, provenientes del 10 tratamiento en las plantas concentradoras en forma de pulpa (mezcla de agua y sólidos) compuestos de sólidos suspendidos, metales en solución, reactivos usados en el proceso químicos empleados en la flotación o modificadores del pH. Los relaves del punto de descarga pasan a la poza de

decantación, donde el agua remanente de la pulpa se acumula para ser recirculada o bien a la planta concentradora o ser vertida a un cuerpo receptor (una quebrada, un río o una laguna), esta segunda opción es la fuente potencial de generación de aguas residuales (Guía Ambiental Para el Manejo de Relaves Mineros, MINEM, 2013).

2.2.10. Aguas ácidas de depósitos de desmontes

Las aguas en contacto con los desmontes poseen potencial de generación de producir drenaje ácido. La producción de aguas ácidas en los depósitos de desmontes tiene el mismo mecanismo que la producción de drenaje ácido de mina. Efluentes metalúrgicos de plantas concentradoras, fundiciones y/o refinerías, o tratamiento de cualquier mineral, concentrado, metal, o subproducto: En todas las etapas del tratamiento metalúrgico para la obtención de metales, se pueden producir aguas residuales metalúrgicas, las cuales pueden tener: alto contenido de sólidos en suspensión, alta acidez y/o alta concentración de metales disueltos. (Guía Ambiental para el Manejo de Agua en Operaciones Minero-Metalúrgicas, MINEM, 2013).

2.2.11. Aguas residuales domésticas

Aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente. Pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los

sistemas de alcantarillado de tipo combinado. (OEFA, 2014).

2.2.12. Instituciones del estado que gestionan los recursos hídricos

El marco institucional del manejo de los recursos hídricos a nivel nacional está fragmentado. El principal organismo responsable del manejo de los recursos hídricos a nivel nacional es el Ministerio de Agricultura (MINAG). En 2008, el gobierno peruano creó la Autoridad Nacional del Agua, organismo adscrito al MINAG, absorbiendo la Intendencia de Recursos Hídricos, que se encontraba previamente bajo el control del INRENA. La Autoridad Nacional del Agua (ANA) es responsable del diseño y puesta en marcha a escala nacional de las políticas sobre recursos hídricos sostenibles y riego. Se elaboró la siguiente tabla con un resumen de las instituciones del estado que se encargan de gestionar los recursos hídricos en el Perú.

Tabla 1 Instituciones que conforman el sistema del estado para la gestión del recurso hídrico (OEFA, 2014)

Instituciones que regulan y gestionan el Recurso Hídrico
Autoridad Nacional del Agua (ANA)
MINAM, MINAGRI, MVCS, MINSA, MINPRO, MINEM
Gobiernos regionales y locales, a través de sus órganos competentes
Organizaciones de usuarios agrarios y no agrarios
Las entidades operadoras de los sectores hidráulicos, de carácter sectorial y multisectorial
Comunidades campesinas y comunidades nativas
Entidades públicas vinculadas a la gestión de los recursos hídricos
Proyectos especiales, proyectos especiales hidráulicos e hidroenergéticos regionales, nacionales y binacionales
Autoridades ambientales competentes, las entidades prestadoras de servicios de saneamiento, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología y la Autoridad Marítima del Perú
Todas aquellas entidades del sector público cuyas actividades o acciones estén vinculadas con la gestión de los recursos hídricos.

Fuente: Organismo de Fiscalización Ambiental del Ministerio del Ambiente, 2014

2.2.13. Autorización para el vertimiento de aguas residuales

En lo que respecta al vertimiento de aguas residuales en cualquier cuerpo natural de agua continental o marina, con la nueva normativa la competencia de autorización de cualquier vertimiento ha quedado en manos de la ANA.

Para ello, debe contarse con la opinión previa favorable de:

- La autoridad ambiental, para lo cual mediante resolución jefatural 0291-2009-ANA se establece que se trata de la autoridad ambiental sectorial o regional correspondiente
- La autoridad de salud, el Ministerio de Salud (MINSU), con relación al cumplimiento de los estándares de calidad ambiental del agua (ECA para agua) y los límites máximos permisibles (LMP).

Como requisito para obtener la autorización, el reglamento dispone que se debe presentar el instrumento ambiental pertinente aprobado por la autoridad ambiental respectiva (se entiende, hasta la fecha, la autoridad sectorial encargada de la actividad que se realiza), un documento que debe considerar al menos los siguientes aspectos relacionados con las emisiones:

- a. Someter los residuos a los necesarios tratamientos previos.
- b. Comprobar que las condiciones del receptor permitan los procesos naturales de purificación.

2.2.14. ¿Qué es el plomo?

Este metal es generador de riqueza económica tanto en la actividad minera como industrial.

El plomo es el metal que se encuentra en forma natural en la corteza terrestre de

un modo relativamente abundante, en un promedio de 16 mg/Kg. Fue uno de los primeros metales extraídos por el hombre a partir de la galena, la cerusita y la anglesita: gracias a sus propiedades físicas que le permiten formarse y moldearse fácilmente es empleado en muchas aplicaciones.

En los últimos años, los principales productores de plomo en el mundo, en orden decreciente son Australia, Estados Unidos de América, China, Canadá, Kazakhstan, Perú, México, Suecia, República de Sudáfrica, Corea del Norte Y Rusia, América Latina y el Caribe contribuyen con el 114 % de la producción mundial de plomo, en el Perú y México son los productores más importantes. El plomo asociado con la civilización desde que se inició la práctica de la metalurgia (Mielke y Reagan, 1998). Los compuestos de plomo son muy utilizados en metalurgia, tuberías, fabricación de baterías, soldaduras, barnices, pinturas para barcos y automóviles, revestimientos de cables, anticorrosivos, imprentas, etc. Puede haber plomo en el aire debido al humo de las fábricas, a los combustibles de los autos y el humo del cigarrillo. El agua potable puede contaminarse con los desechos industriales, el polvo atmosférico o porque el metal se solubiliza en medio ácido en las cañerías de plomo.

El plomo es un elemento común que puede ser dañino. Nuestros cuerpos no pueden distinguir entre el plomo y otros minerales que necesitamos, como calcio y hierro, así que es absorbido dentro de nuestra corriente sanguínea si es respirado o tragado. Una vez es absorbido y huesos donde puede causar daño serio. Niños y mujeres embarazadas están al más alto riesgo de envenenamiento de plomo.

2.2.15. Propiedades físicas y químicas del plomo

Propiedades físicas

El plomo es un metal de color gris azulado, brillante, muy blando, tanto que se raya con la uña, muy maleable y es el menos tenaz de todos los metales, posee gran densidad y punto de fusión bajo, cristaliza en octaedros, y deja en el papel una mancha gris. Sus principales parámetros físicos son:

Densidad: El plomo tiene una densidad alta, 11,34 lo que le convierte en un metal denso, tóxico y acumulativo. De los metales de uso cotidiano, el plomo es uno de los metales con mayor densidad, exceptuando los metales preciosos.

Ilustración de la Tabla Periódica de Elementos con el elemento Plomo (Pb) destacado.

Ilustración Periodic of Elements (30 de noviembre de 2016). Consultado el 30 de noviembre de 2016. «Cuatro nuevos Elementos aprobados oficialmente por la IUPAC: Nh, Mc, Ts y Og.» Fuente: (https://es.wikipedia.org/wiki/Tabla_peri%C3%B3dica_de_los_elementos)

Número atómico	:	82
Símbolo	:	Pb
Peso atómico	:	207,2
Solubilidad	:	Poca solubilidad en agua
Estado físico	:	Sólido grisáceo

Tabla 2: Propiedades físico y químicas del Plomo

Punto de fusión	:	327,4°C
Punto de ebullición	:	1725° C pero a partir de 500°C la emisión de vapores de plomo ya es importante y por tanto su toxicidad.

2.2.16. Efectos ambientales del Plomo

Efectos en el medio Abiótico

Una vez que el plomo ha llegado al suelo permanece ahí indefinidamente y sólo una pequeña parte es transportada por la lluvia. Por ello, se debe considerar al plomo como uno de los principales depósitos de este contaminante.

Mientras que, en suelos de sitios urbanos, la concentración de plomo llega a ser extremadamente elevada. El principal efecto del plomo en el medio ambiente abiótico es su acumulación en los diversos sustratos, lo cual, a su vez, provoca desequilibrios en su ciclo biogeoquímico.

Efectos en el medio Biótico

Se sabe que el plomo afecta adversamente a todos los organismos, este elemento retarda la ruptura heterolítica de la materia orgánica.

Las plantas que crecen en suelos y aguas contaminados por este elemento tienden a concentrarlo sobre todo en su sistema radicular.

2.2.17. Transporte, distribución y transformación del plomo en el medio ambiente

El plomo y sus derivados se encuentran en todas partes del medio ambiente, en el aire, en las plantas y animales de uso alimentario, en el agua de la bebida, en los

ríos, océano y lagos, en el polvo, en el suelo, etc. Sin embargo, los niveles de plomo han aumentado exponencialmente en los últimos tres siglos a consecuencia de la actividad humana. El mayor incremento tuvo lugar entre los años 1950 y 2000 debido al uso de la gasolina con plomo. El plomo procedente de las gasolinas supone el 76% de las emisiones de este metal a la atmósfera. En España se prohíbe la comercialización de gasolinas con plomo a partir del 1 de enero de 2002. El descenso que se ha observado en los últimos años en las plumbemias parece estar relacionado con la disminución del plomo ambiental, siendo el principal motivo la retirada de gasolinas con plomo, ya que se considera que por cada $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de plomo en el aire aumenta 1 $\mu\text{g}/\text{dl}$ la plumbemia.

El plomo se acumula comúnmente en el suelo y se libera al aire cuando se quema carbón, petróleo o desechos. Una vez el plomo entra en la atmósfera, puede viajar larga distancia. Entre las fuentes de plomo en suelo encontramos el plomo que cae desde el aire (gasolina con plomo), los restos de pinturas de edificios, plaguicidas, desechos de minerales de plomo procedentes de municiones y de otras actividades industriales. Pequeñas cantidades de plomo pueden entrar a ríos, lagos, arroyos cuando las partículas del suelo son movilizadas por el agua de la lluvia.

Algunos compuestos de plomo son transformados a otras formas de plomo por la luz solar, el aire y el agua, sin embargo, el plomo elemental no puede ser degradado.

2.2.18. Exposición al plomo

A. Ambiental:

El plomo es más frecuente cerca de caminos, casas antiguas, huertos frutales viejos, sitios industriales, minas, incineradoras, vertederos y sitios de desecho peligrosos. La gente que vive cerca de estas zonas está expuesta al plomo al respirar aire, tomar agua y comer alimentos. El agua potable en viviendas con tuberías de plomo puede contener plomo, especialmente si el agua es ácida o “blanda”. Las pinturas con plomo también constituyen una fuente de exposición, así como los huertos frutales donde usaron plaguicidas con plomo.

Los alimentos pueden contener plomo, esto ha disminuido con la eliminación de la soldadura de plomo en las latas de conserva. Las hortalizas pueden estar cubiertas con polvo que contiene plomo. Los recipientes de alfarería o cerámica también pueden transmitir plomo a los alimentos.

En la exposición doméstica el principal problema es en niños con pica que ingieren tierra o pinturas contaminadas con plomo inorgánico, pero también niños y adultos que ingieren alimentos contaminados, por ejemplo, harinas coloreadas, con compuestos de plomo. Otras fuentes de exposición domésticas son los alimentos y bebidas alcohólicas de fabricación clandestina guardados en utensilios o cristales emplomados, las drogas ilícitas contaminadas. También se han encontrado niveles altos de plomo en joyas baratas, que puede pasar a la piel por contacto directo. Hay cosméticos con compuestos de plomo como el Kohl, usado en países de oriente, barras de labios, y algunos tipos de tintes de cabello que contienen también acetato de plomo.

B. Laboral:

La inhalación e ingestión son vías potenciales de exposición al plomo en minería,

en particular a sus compuestos más solubles (minerales de carbonato y sulfato). Las actividades de pulverización y aglutinado producen altas concentraciones de polvo y vapores de plomo. También se produce exposición importante en la manufactura de baterías de plomo. Los fabricantes de pinturas y pigmentos están expuestos a los aditivos de plomo. Los pintores también pueden exponerse al plomo, en especial durante las actividades de pintura a pistola. Los soldadores con máquina y con latón llegan a estar expuestos ante aleaciones de plomo, fundentes y recubrimientos. Quienes trabajan en plantas con municiones y campos de tiro pueden exponerse a polvo de plomo. Por último, los fabricantes de vidrio, artistas y trabajadores de cerámica.

2.2.19. Plomo en el medio ambiente

El plomo es uno de los más encontrados en el ambiente entre los metales pesados. El plomo puede ser detectado prácticamente en todas las áreas del medio ambiente (aire, agua y suelo) y en sistemas biológicos. El plomo en el medio ambiente se presenta tanto en forma natural o como consecuencia de las actividades humanas.

Las concentraciones de plomo en el ambiente son muy variables. En el agua superficial, el plomo es probable que forme complejos solubles con otras sustancias en el agua. En el suelo y sedimento, el plomo se une con otras partículas, de tal modo que reducen la biodisponibilidad (la cantidad de plomo que puede absorberse por el cuerpo) para los organismos que viven en esos ambientes. Las

plantas pueden contener pequeñas cantidades de plomo como resultado del depósito en la atmósfera o la absorción por la raíz desde el suelo.

El plomo no es tan abundante en el ambiente como lo era antes, debido principalmente a la introducción comercial de la gasolina libre de plomo y la reducción del uso de plomo en los procesos de manufactura y productos de consumo.

A. Límites Ambientales:

El establecimiento de los límites ambientales está de acuerdo con las concentraciones que se han verificado en varias partes del mundo y con las cuales no se han detectado efectos adversos en la salud de la población expuesta. A diferencia de los límites ocupacionales, que han sido objeto de frecuentes estudios de diferente naturaleza y de constantes evaluaciones, los límites ambientales todavía necesitan de mayores evaluaciones. Con el tiempo, éstos podrán sufrir alteraciones importantes debido a nuevos hallazgos o cambios de las condiciones en que hoy se presenta el plomo, como por ejemplo en lo que se refiere a su utilización como antidetonante de la gasolina.

Los valores límites establecidos para el plomo en los ámbitos no ocupacionales son los siguientes:

- Agua = 0,05 mg/l (OMS 1984).
- Suelo = hasta 25 mg/kg.
- Alimentos = 3mg/persona adulta/semana (FAO/OMS, 1972 y 1978)

- Aire = $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (URSS 1978)
- Aire = $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (EPA, EUA)

B. Exposición humana

El consenso científico y médico es que la ruta de exposición al plomo de los niños de primaria es a través de la ingesta de pinturas a base de lodo y en menor medida, a través de suelo contaminado y la ingesta e inhalación de polvo con contenido de plomo. Para algunos adultos la ruta más significativa de exposición es la inhalación de polvo con contenido de plomo y vapores en el ambiente laboral, especialmente durante la fundición minera y las operaciones de refinación o durante la manufacturación de baterías y operaciones de regeneración. La exposición al plomo también puede presentarse al comer o fumar en un ambiente plomo-contaminado.

En nuestros días, las pinturas basadas en plomo siguen siendo la fuente más común de exposición al plomo de los niños pequeños. El plomo en la pintura blanca con contenido de hasta 50 % de plomo fue utilizado en forma generalizada en Estados Unidos en los años cuarenta del siglo pasado. Tiempo después, hasta los años setenta las pinturas con contenido aproximado de 5 % de plomo fueron más comunes.

En 1978 La Comisión de Seguridad de Productos de Consumo prohibió la manufactura de pintura con contenido mayor a 0.06% de su peso en plomo para el uso interior o exterior de superficies de residencias, juguetes y muebles. Se ha

estimado, sin embargo, que el 83% de las unidades de vivienda de propiedad privada y 86% de las unidades de vivienda pública en Estados Unidos construidos antes de 1980 aún contenían algo de pintura en base a plomo.

Hogares en las cercanías de las fundiciones de plomo o industrias involucrados en la fabricación de productos con plomo puede contener elevadas concentraciones de plomo en su suelo circundante. Proporcionando así una fuente potencial para los niños. La biodisponibilidad del plomo, una vez en el cuerpo, es muy limitada. Sin embargo, bebiendo agua puede también servir como fuente de exposición para los seres humanos, debido al lixiviado de plomo que contienen las tuberías y accesorios, pero muchas investigaciones concuerdan en que el plomo contenido en el agua resultan ser casos menos frecuentes de toxicidad para el ser humano.

La ingesta de alimentos resulta una ruta adicional de exposición al plomo.

2.2.20. Métodos de remoción de metales pesados en solución acuosa

Para eliminar metales pesados de efluentes líquidos se han empleado diferentes tecnologías como la coagulación-floculación, precipitación química, electrodiálisis, osmosis inversa, oxidación-reducción, filtración, intercambio iónico.

El intercambio iónico se ha aplicado en la remoción de metales en residuos acuosos provenientes de las industrias metalúrgicas. Los materiales para intercambio iónico más empleados son las resinas poliméricas, las zeolitas naturales y sintéticas y arcillas. Donde las disoluciones con una alta concentración de metales pesados pueden emplearse algunas de las tecnologías mencionadas anteriormente; sin

embargo, cuando las concentraciones son bajas (100 mg/L) se requieren métodos más económicos y eficaces como es el proceso de adsorción.

Actualmente la adsorción es generalmente utilizada para la remoción de metales pesados presentes en aguas potables y en descargas residuales municipales e industriales. La adsorción es un fenómeno superficial que implica la acumulación o concentración de una sustancia en una superficie, siendo la sustancia que se adsorbe el adsorbato y la fase donde ocurre la adsorción el adsorbente.

La mayor ventaja de la adsorción es su efectividad en la reducción de la concentración de metales pesados a niveles muy bajos usando materiales biosorbentes de bajo costo.

2.2.21. Mecanismos de resistencia a los metales pesados

Las plantas que crecen en medios contaminados han desarrollado mecanismos de tolerantes a dichos ambientes, los cuales se clasifican dentro de dos categorías:

A. Exclusión

Implica la formación de compuestos bioquímicos en el medio ambiente o en la pared celular de las plantas; precipitando los metales al exterior a través de secreciones y otros compuestos orgánicos.

B. Acumulación

Comprende la captura en el interior de las células donde no tiene efectos tóxicos como en la vacuola y la pared celular; destoxificación interna de los metales a través de la incorporación de proteínas, ácidos orgánicos, histidina y péptidos ricos en grupos tiol denominado fitoquelatinas.

2.2.22. Absorción de algunos tipos de plantas acuáticas

Con base en sus formas de vida, las plantas utilizadas en los sistemas de absorción acuática se clasifican en tres grupos:

A. Emergentes

La raíz de estas plantas está enterrada en los sedimentos y su parte superior se extiende hacia arriba de la superficie de agua. Sus estructuras reproductoras están en la porción aérea de la planta. (*Schoenoplectus californicus*).

B. Flotantes

Sus tallos y hojas se desarrollan sobre la superficie del agua. Sin embargo, sus raíces no están fijadas en ningún sustrato y cuelgan en la columna de agua. Sus estructuras vegetativas y reproductivas se mantienen emergentes. (*Eichhornia crassipes*), (*Lemna* spp. y *Salvinia mínima*).

C. Sumergidas

Se desarrollan debajo de la superficie del agua o completamente sumergidas. Sus órganos reproductores pueden presentarse sumergidos, emerger o quedar por encima de la superficie de agua. (*Ceratophyllum demersum*), (*Hydrilla verticillata*) (*Phyllospadix torreyi*).

2.2.23. Schoenoplectus Californicus (Totora)

La totora es una planta que crece, tanto de manera silvestre como cultivada, en lagunas, zonas pantanosas, huachiques y balsares de la costa y sierra del Perú, desde el nivel del mar hasta los 4,000 m de altitud. Los ecosistemas conformados

por los totorales se caracterizan por albergar una importante diversidad de vida silvestre, donde se aprecian aves residentes y migratorias, peces de agua dulce, numerosos anfibios como sapos y ranas, y gran cantidad de plantas acuáticas como el jacinto de agua, repollo de agua y el lirio flotante, entre otros. Especie perenne, rizomatosa, que en su hábitat natural se comporta principalmente como acuática helófito. Los tallos son simples, erectos, pueden alcanzar 3 m de altura.

Plantas de climas templados, que prosperan en posiciones soleadas, tolerando un amplio rango de pHs (4-9). La temperatura media óptima para su desarrollo está dentro del intervalo 16- 27°C. En cuanto a su tolerancia a la contaminación, se puede indicar que en general soportan bien los niveles normales de contaminación orgánica de las aguas residuales domésticas. en un determinado contexto experimental que es más eficiente que la enea en la remoción de N y P. se utilizan principalmente en humedales artificiales de flujo sub-superficial (lecho de grava/arena), ya que su tolerancia a la inundación permanente cuando la capa de agua es profunda, es limitada, aunque otras especies pueden tolerar profundidades mayores. Su productividad es baja en relación con las eneas o los carrizos; aproximadamente es de 5-12 t ms/ha/año, repartida prácticamente a partes iguales entre la biomasa aérea y la subterránea. Los contenidos en N y P de parte aérea y parte subterránea son, respectivamente del orden de 1.6% N y 0.12% P, y 1.2% N y 0.18% P. Más que la remoción de nutrientes, el papel principal en los humedales es el de actuar de filtro, potenciando los mecanismos de sedimentación-separación. (Curt, 2009).

❖ Taxonomía de las especies vegetales seleccionadas

TAXONOMÍA	
Reino	vegetal
División	fanerógamas
Subdivisión	angiospermas
Clase	monocotiledóneas
Superorden	glumiflorales
Orden	cyperales
Familia	cyperaceas
Género	Schoenoplectus
Especie	titora
Nombre común	titora




Ilustración 2 Taxonomía de la titora

2.2.24. Criterios de absorción del *Schoenoplectus californicus*

Dado a la carga positiva, algunos iones amonio serán adsorbidos mediante un intercambio catiónico, ya sea con el sustrato formado o las capas filtrantes utilizadas en el humedal artificial. Además, dicho proceso es reversible, bajo condiciones químicas presentes en el agua, por lo que solo se dará a corto plazo. (Vymazal y col., 1998). Para el caso de los detritos y el sustrato, los lugares de adsorción serán limitados, por lo que la adsorción del amonio se dará a una determinada concentración del mismo, en el agua residual. Cuando la concentración de amonio se reduzca en la columna de agua, los iones se liberarán incrementando la concentración en el agua y manteniendo el equilibrio de intercambio (Vymazal, 2007). Así mismo, el contacto del sustrato con el oxígeno atmosférico, permitirán la oxidación del amonio adsorbido a nitrato. (Kadlec y Knight, 1996).

La eficiencia de remoción de contaminantes durante el proceso de absorción dependerá principalmente de la especie de planta y su estado de crecimiento, y tipo de metal a remover. Por lo tanto las plantas a utilizar deben presentar las siguientes características:

- Tolerantes a altas concentraciones de metales.
- Acumuladoras de metales.
- Rápida tasa de crecimiento y alta productividad
- Especies locales, representativas de la comunidad natural.
- Fácilmente cosechables

Schoenoplectus californicus llamada “junco” o “totora”, es una planta herbácea perenne acuática, de la familia de las ciperáceas, común en esteros y pantanos de América del sur. Es una planta que sus tallos pueden llegar a medir entre 1 y 3 metros de altura.

El papel del *Schoenoplectus californicus* en los humedales artificiales se resume en lo siguiente:

- Servir de filtro para mejorar los procesos físicos de separación de partículas.
- Asimilación directa de nutrientes (en especial Nitrógeno y Fósforo) y metales, que son retirados del medio e incorporados al tejido vegetal.
- Actuar a modo de soporte para el desarrollo de biopelículas de microorganismos, que actúan purificando el agua mediante procesos aerobios de degradación.

- Transportar grandes cantidades de oxígeno desde los tallos hasta sus raíces y rizomas, donde es usado por dichos microorganismos.

-

2.2.25. Adaptación del *Schoenoplectus californicus*

Las especies *Schoenoplectus californicus* tienen un gran rango de adaptación; por ello es que constituye una de las especies dominantes en lugares donde las condiciones restringen las posibilidades de desarrollo de otras especies.

Son plantas de climas templados que prosperan en posiciones soleadas, tolerando un amplio rango de pH (4 - 9). La temperatura media óptima para su desarrollo está dentro del intervalo de 16 °C a 27 °C. Es una especie hidrófita emergente que crece en suelos inundados de forma permanente o temporal.

Habita tanto la zona litoral de sistemas lénticos como las márgenes de sistemas lóticos, dado que tolera diferentes intensidades de la energía del agua. Crece en aguas de más de 1m de profundidad.

2.2.26. Taxonomía y morfología de la planta

- REINO Plantae
- SUBREINO Tracheobionta
- FILO Magnoliophyta
- CLASE Liliopsida
- SUBCLASE Commelinidae
- ORDEN Ciperales

- FAMILIA Cyperaceae
- GENERO Schoenoplectus
- ESPECIE Schoenoplectus californicus
- NOMBRES COMUNES Junco, totora

Tienen epidermis muy delgadas a fin de reducir la resistencia al paso de gases, agua y nutrientes y tejidos; grandes espacios intercelulares que forman una red de conductos huecos en los que se almacena y circula aire con oxígeno. Esto permite la transferencia de oxígeno desde el aire y órganos fotosintéticos, y desde ahí hacia las raíces.

2.2.27. Usos del Schoenoplectus californicus

Alimenticio.- Los brotes tiernos de Schoenoplectus californicus “totora” pueden ser consumidos como verdura por su alto contenido de yodo.

Medicinal.- Se utiliza como astringente para controlar las diarreas y como febrífugo para controlar la fiebre.

Artesanal.- La fibra del Schoenoplectus californicus “totora” es utilizada para elaborar esteras, sillas, muebles, petates, carteras, canastas, sombreros, y redecillas para transportar recipientes de agua como cántaros, garrafas y jarras.

Forraje.- El Schoenoplectus californicus “totora” es empleado como alimento para el ganado.

2.2.28. Legislación ambiental

A. Ley N° 28611.- Ley General del Ambiente

“Artículo 31°.- Del Estándar de Calidad Ambiental. 31.1 El Estándar de Calidad Ambiental - ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos. (...)”.

“Artículo 121°.- Del vertimiento de aguas residuales. El Estado emite en base a la capacidad de carga de los cuerpos receptores, una autorización previa para el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales o de cualquier otra actividad desarrollada por personas 13 naturales o jurídicas, siempre que dicho vertimiento no cause deterioro de la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni se afecte su reutilización para otros fines, de acuerdo a lo establecido en los ECA correspondientes y las normas legales vigentes.”

“Artículo 122°.- Del tratamiento de residuos líquidos. Las empresas o entidades que desarrollan actividades extractivas, productivas, de comercialización u otras que generen aguas residuales o servidas, son responsables de su tratamiento, a fin de reducir sus niveles de contaminación hasta niveles compatibles con los LMP, los ECA y otros estándares establecidos en instrumentos de gestión ambiental, de conformidad con lo establecido en las normas legales vigentes. El manejo de las aguas residuales o servidas de origen industrial puede ser efectuado directamente por el generador, a través de terceros debidamente autorizados a o a través de las

entidades responsables de los servicios de saneamiento, con sujeción al marco legal vigente sobre la materia.”

B. Ley N° 29338.- Ley de recursos hídricos

“Artículo 76°.- Vigilancia y fiscalización del agua. La Autoridad Nacional en coordinación con el Consejo de Cuenca, en el lugar y el estado físico en que se encuentre el agua, sea en sus cauces naturales o artificiales, controla, supervisa, fiscaliza el cumplimiento de las normas de calidad ambiental del agua sobre la base de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y las disposiciones y programas para su implementación establecidos por autoridad del ambiente. También establece medidas para prevenir, controlar y remediar la contaminación del agua y los bienes asociados a esta. Asimismo, implementa actividades de vigilancia y monitoreo, sobre todo en las cuencas donde existan actividades que pongan en riesgo la calidad o cantidad del recurso.”

“Artículo 79°.- Vertimiento de agua residual. La Autoridad Nacional autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización. En caso de que el vertimiento del agua residual tratada pueda afectar la calidad del cuerpo receptor, la vida acuática asociada a este o sus bienes asociados, según los estándares de calidad establecidos o estudios específicos realizados y sustentados

científicamente, la Autoridad Nacional debe disponer las medidas adicionales que hagan desaparecer o disminuyan el riesgo de la calidad del agua, que puedan incluir tecnologías superiores, pudiendo inclusive suspender las autorizaciones que se hubieran otorgado al efecto. En caso de que el vertimiento afecte la salud o modo de vida de la población local, la Autoridad Nacional suspende inmediatamente las autorizaciones otorgadas.

“Artículo 80°.- Autorización de vertimiento. Todo vertimiento de agua residual en una fuente natural de agua requiere de autorización de vertimiento, para cuyo efecto debe presentar el instrumento ambiental pertinente aprobado por la autoridad ambiental respectiva.

“Artículo 81°.- Evaluación de impacto ambiental. Sin perjuicio de lo establecido en la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, para la aprobación de los estudios de impacto ambiental relacionados con el recurso hídrico se debe contar con la opinión favorable de la Autoridad Nacional.”

C. Reglamento De La Ley N°29338 - Ley De Recursos Hídricos, Aprobado Por Decreto Supremo N° 001-2010-AG

“Artículo 131°.- Aguas residuales y vertimientos. Para efectos del Título V de la Ley se entiende por: a. Aguas residuales, aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, tengan que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requieren de un tratamiento previo. b. Vertimiento de aguas residuales, es la descarga de

aguas residuales previamente tratadas, en un cuerpo natural de agua continental o marítima. Se excluye las provenientes de naves y artefactos navales.”

“Artículo 137°.- Otorgamiento de autorizaciones de vertimientos de aguas residuales tratadas. 137.1 La Autoridad Nacional del Agua otorga autorizaciones de vertimientos de aguas residuales tratadas con las opiniones previas técnicas favorables de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud y de la autoridad ambiental sectorial competente de acuerdo al procedimiento que, para tal efecto, establece dicha Autoridad. (...)”

“Artículo 145°.- Control de vertimientos autorizados. El control de los vertimientos que ejecuta la Autoridad Administrativa del Agua incluye visitas inopinadas a los titulares de las autorizaciones de vertimientos, a fin de cautelar la protección de la calidad de las aguas y verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización de vertimiento.”

D. Normas legales del ambiente: Calidad ambiental

Se puede defender el concepto calidad ambiental como el conjunto de características del ambiente, en función a la disponibilidad y facilidad de acceso a los recursos naturales y a la ausencia o presencia de agentes nocivos. Todo esto necesario para el mantenimiento y crecimiento de la calidad de vida de los seres humanos. Asociados a este concepto, se encuentran los términos “estándar de calidad ambiental” y “límite máximo permisible”, instrumentos de gestión ambiental que buscan regular y proteger la salud pública y la calidad ambiental, permitiéndole a la autoridad ambiental desarrollar acciones de control,

seguimiento y fiscalización de los efectos causados por las actividades humanas. (Compendio de la legislación ambiental peruana, 2010).

- Límites Máximos Permisibles (LMP)

Los LMP miden la concentración de ciertos elementos, sustancias y/o aspectos físicos, químicos y/o biológicos que se encuentran en las emisiones, efluentes o descargas generadas por una actividad productiva en particular, pues son a través de ellos que se puede afectar el aire, el agua o el suelo.

La fijación de dichos límites tiene como finalidad proteger al ambiente y la salud humana de ciertos elementos y/o sustancias que puedan representar un riesgo para ellas, pero a diferencia de los ECA los LMP establecen un límite aplicable a las emisiones, efluentes o descargas al ambiente, individualizando los límites por actividad productiva. Así, los LMP son exigibles y su cumplimiento es obligatorio para cada una de las personas o empresas de cada sector.

Por ese motivo, cada una de las personas o empresas debe realizar las acciones necesarias para que su accionar no implique sobrepasar los LMP establecidos.

Entre los sectores para los que se han establecido LMP tenemos: transportes y comunicaciones, minería, hidrocarburos, electricidad, construcción y saneamiento, industria cementera, de curtiembres y papel, así como la industria pesquera, entre otros.

Tabla 3: Decreto Supremo N°010-2010-MINAM

Parámetro	Unidad	Limite en cualquier momento	Limite para el Promedio anual
pH		6 - 9	6 - 9
Sólidos Totales en Suspensión	en mg/L	50	25
Aceites y Grasas	mg/L	20	16
Cianuro Total	mg/L	1	0,8
Arsénico Total	mg/L	0,1	0,08
Cadmio Total	mg/L	0,05	0,04
Cromo Hexavalente(*)	mg/L	0,1	0,08
Cobre Total	mg/L	0,5	0,4
Hierro (Disuelto)	mg/L	2	1,6
Plomo Total	mg/L	0,2	0,16
Mercurio Total	mg/L	0,002	0,0016
Zinc Total	mg/L	1,5	1,2

Fuente: Tomado del D.S. N°010-2010-MINAM

- Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

Los ECA son indicadores de calidad ambiental. Miden la concentración de elementos, sustancias u otros en el aire, agua o suelo. Su finalidad es fijar metas que representan el nivel a partir del cual se puede afectar significativamente el ambiente y la salud humana. No son de exigencia legal sino son usados para el establecimiento de políticas ambientales públicas. En la medida en que son estándares generales, se deben aplicar a la sociedad en su conjunto. Es decir, no miden las emisiones de alguien en particular, sino que buscan establecer un nivel aceptable de calidad para las emisiones realizadas por todos nosotros. La medición se realiza directamente en el aire, agua o suelo (conocidos como cuerpos receptores), dependiendo del caso. Así los ECA indican, por ejemplo, que en el aire solo puede existir una determinada concentración de partículas por millón (ppm) de CO₂ (dióxido de carbono), sin importar qué industria, municipio o persona es la que generó la emisión. Se asume que todos somos responsables de dichas emisiones.

2.3 Definición de términos básicos

En las siguientes líneas presento los fundamentos teóricos de la investigación, que incluye la definición de términos básicos de la investigación y otros conceptos complementarios, que servirán de base para el desarrollo del proyecto de la tesis:

Absorción

Se utiliza para referirse a la captación de metales que lleva a cabo una biomasa, a través de mecanismos fisicoquímicos como la absorción o el intercambio iónico.

Contaminación del agua

Incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

Agua Ácida

Se forma cuando la humedad en el aire se combina con los óxidos de nitrógeno, el dióxido de azufre y el trióxido de azufre emitidos por fábricas, centrales eléctricas, calderas de calefacción y vehículos que queman carbón o productos derivados del petróleo que contengan azufre. En interacción con el agua de la lluvia, estos gases forman ácidos nítricos, ácido sulfuroso y ácido sulfúrico. Finalmente, estas sustancias químicas caen a la tierra acompañando a las precipitaciones, constituyendo la lluvia ácida.

Aire

Fluido que forma la atmósfera de la Tierra. Es una mezcla gaseosa, que, descontado el vapor de agua que contiene en diversas proporciones, se compone aproximadamente

de 21 partes de oxígeno, 78 de nitrógeno y una de argón y otros gases semejantes a este, al que se añaden alguna centésimas de dióxido de carbono.

Biosorción

El termino Biosorción se utiliza para referirse a la captación de metales que lleva a cabo una biomasa completa (viva o muerta) a través de mecanismos fisicoquímicos como la absorción o el intercambio iónico.

Contaminación del agua

Incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

Contaminación atmosférica

Introducción en la atmósfera por causas naturales o antropogénicas, de sustancias o energía que produzcan efectos nocivos y graves molestias o puedan poner en peligro la salud humana o degradar los recursos biológicos y los ecosistemas.

Ecosistema

Unidad funcional utilizada en ecología para referirse a todos los seres vivos y sus alrededores, incluyendo las interacciones recíprocas entre los organismos y el medio que los rodea

Eliminación de materia orgánica

Esta se dará gracias a los microorganismos que viven en las plantas, las cuales, a su vez, reciben oxígeno a través de un sistema de aireación propio de cada planta. También parte de la materia orgánica será eliminada por un proceso de sedimentación.

Eliminación de nitrógeno

Este se da por fenómenos de nitrificación y amonificación, son realizados por bacterias

Eliminación de sólidos en suspensión

Donde los sólidos van a ser eliminados por filtración, sedimentación y degradación, ya que las plantas con sus raíces y rizomas formaran un sustrato que permitirá todo lo anterior.

Etiología

Provocada por la ingestión accidental de preparados que contienen plomo o de alimentos (principalmente forrajes), a los cuales ha llegado este elemento por contaminación ambiental, también por el consumo de pinturas que contengan este elemento, así como los residuos de grasa y gasolina utilizados por la maquinaria en el centro poblado de Sacra Familia.

Explotación minera

Es el conjunto de las actividades socioeconómicas que se llevan a cabo para obtener recursos de una mina (un yacimiento de minerales). Los orígenes más remotos de estas explotaciones se remontan al Paleolítico, ya que se hallaron indicios en Suazilandia de que los hombres prehistóricos excavaban para extraer hematita hace unos 43.000 años.

Fitorremediación

El término fitorremediación hace referencia a una serie de tecnologías que se basan en el uso de plantas para limpiar o restaurar ambientes contaminados, como aguas, suelos, e incluso aire.

Fitoextracción

Este sistema nos muestra que la toma del contaminante por parte de la planta es específicamente por sus raíces, debido a la capacidad que algunas especies tienen para acumular compuestos incorporándolos a sus tejidos.

Fitodegradación

Este sistema permitirá que los compuestos contaminantes se transformen en moléculas más simples, de modo que después sean incorporados a los tejidos y puedan ayudar al crecimiento de las plantas. En este proceso las enzimas y proteínas de las plantas dan paso a reacciones químicas que generan un rompimiento de las moléculas de los contaminantes.

Fitovolatilización

Las plantas necesitan agua y algunos compuestos orgánicos para su crecimiento, por lo que utilizan el contaminante y lo evaporan mediante las estomas de las hojas, de manera que se libera el compuesto en una forma modificada.

Floema

El floema está constituido por tubos o células cribosas. Entre las células existen tabiques con agujeros o cribas que se obturan a bajas temperaturas y dificultan la conducción de sustancias orgánicas.

Fuentes de Exposición

Consumo de pinturas elaboradas a base de plomo, áreas cercanas a la población de casas viejas o casas pintadas con este material están contaminadas al igual que el forraje que crece en los perímetros de estas zonas.

Baterías y tubos de los automóviles, camionetas, camiones, volquetes, y otros,

elaborados con plomo son también una fuente potencial, así como la grasa o aceites utilizados en las maquinarias.

Animales ovinos y caprinos en pastoreo que consumen pastos contaminados y la baja calidad, propician que los animales adquieran enfermedades y sean una fuente indirecta de contaminación.

Impacto Ambiental

Es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. El concepto puede extenderse a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración de la línea de base ambiental.

Inflorescencia

La inflorescencia es descompuesta. Brácteas hasta 10 cm, bractéolas hasta 5 cm, espiguillas de 3 mm, ovoides, agudas, agrupadas, rojizo glanduloso. Aquenios oblongos, amarillentos o pardo oscuro; escamas irregularmente plumosas

Intoxicación

Se produce por exposición, ingestión, inyección o inhalación de una sustancia tóxica. Las intoxicaciones accidentales o voluntarias debidas al consumo de medicamentos son las más frecuentes.

Lago

Depósitos naturales de agua, generalmente dulce, menos extenso y profundo que un lago.

Normatividad Ambiental

Es una iniciativa que recoge y sistematiza de modo coherente el marco legal e institucional vigente en materia ambiental en el Perú. De este modo, se busca aportar

con una herramienta que facilite la revisión y difusión de la normativa ambiental nacional, acercándola a la comunidad jurídica, pero también a quienes tienen interés en conocer y defender sus derechos ambientales, así como en aprender y cumplir con sus obligaciones ambientales.

Material particulado respirable

Partículas sólidas o líquidas, como polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen dispersas en la atmósfera, cuyo diámetro es inferior a 10 μm (1 micrómetro corresponde a la milésima parte de 1 milímetro).

Metales pesados

Son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad mayor de 6 g/cm^3 y cierta toxicidad para el ser humano.

Morbilidad

Es la cantidad de personas o individuos que son considerados enfermos o que son víctimas de enfermedad en un espacio y tiempo determinado. La morbilidad es, entonces, un dato estadístico de altísima importancia para poder comprender la evolución y avance o retroceso de alguna enfermedad, así también como las razones de su surgimiento y las posibles soluciones.

Mortalidad

Es el número proporcional de defunciones en población o tiempo determinados. Se mide en relación con el total de una población, mediante el índice de mortalidad, que indica el número de defunciones registradas en un año por cada 1 000 habitantes.

Pasivos Ambientales

Son aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos

producidos por operaciones mineras, en la actualidad abandonada o inactiva y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad.

Pastizales

Son aquellos ecosistemas donde predomina la vegetación herbácea. Estos ecosistemas pueden ser de origen natural constituyendo extensos biomas, o ser producto de la intervención humana con fines de la crianza de ganado o recreación.

Plomo

El plomo es un metal pesado (densidad relativa, o gravedad específica, de 11.4 a 16°C (61°F)), de color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico, se funde con facilidad a 327.4 °C (621.3 °F) y hierve a 1725 °C (3164 °F). Es uno de los cuatro metales que tienen un mayor efecto dañino sobre la salud humana. Este puede entrar en el cuerpo humano a través de la comida (65%), agua (20%) y aire (15%).

Puquio:

Manantial de agua que brota de la tierra.

Relavera

Contienen altas concentraciones de químicos y elementos que alteran el medio ambiente, por lo que deben ser transportados y almacenados en «tranques o depósitos de relaves» donde lentamente los contaminantes se van decantando en el fondo y el agua es recuperada mayoritariamente, y otra parte se evapora.

Riesgo

Probabilidad o posibilidad de que un contaminante pueda ocasionar efectos adversos a

la salud humana, en los organismos que constituyen los ecosistemas o en la calidad de los suelos y del agua, en función a las características y de la cantidad que entra en contacto con los receptores potenciales, incluyendo la consideración de la magnitud o intensidad de los efectos asociados y el número de individuos ecosistemas o bienes que, como consecuencia de la presencia del contaminante, podrían ser afectados tanto en el presente como el futuro.

Reproducción

En la mayoría de los casos se reproduce vegetativamente. La reproducción por semillas es muy limitada debido a que generalmente no logran germinar. La reproducción vegetativa es por desarrollo de propágulos vegetativos; o sea, mediante células especializadas en propagar la planta (meristemos), agrupadas en estructuras especiales (rizomas). De esta manera se producen individuos nuevos, pero adaptados al medio ambiente.

Riachuelo

En general, a un riachuelo, cualquier corriente natural y continua de agua, de escaso caudal, que puede incluso desaparecer durante algunas temporadas del año.

Sustancia peligrosa

Aquella que por su alto índice de corrosión, inflamabilidad, explosividad, toxicidad, radiactividad o acción biológica, pueden ocasionar una acción significativa al ambiente, a la población, o a sus bienes.

Tallos

Varían de 1 m a 4 m, erectos, remotos o próximos entre sí; lisos, trígonos, verde -

amarillentos. Presentan vainas foliares pardo oscuro, sin láminas. Los tallos tienen parénquimas, que son tejidos sin color con grandes espacios intercelulares llenos de aire, que facilitan la flotación y la llegada de aire a los órganos sumergidos. En las plantas vasculares, los tejidos de conducción están asociados a células parenquimáticas y tejidos de sostén.

Toxicidad

Debido a que el plomo se acumula lentamente en el organismo, las exposiciones crónicas a él aún en pequeñas cantidades pueden desarrollar la intoxicación. Las plantas que crecen en suelos contienen alrededor de 260 a 900 ppm, lo que ocasionará la muerte del becerro, mientras que las plantas normales solo contendrán de 3 a 7 ppm.

Trazas de metales

Las plantas tienen una capacidad de adsorción y complejación con materia orgánica; la raíz atrapa y fija entre sus tejidos concentraciones de hasta cien mil veces a la concentración del agua que las rodea.

Xilema

El xilema está formado por vasos leñosos o tráqueas. Incluyen también las denominadas traqueidas, formadas por células alargadas con orificios llamados puntuaciones, que las comunican entre sí.

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La especie de *Schoenoplectus californicus* está absorbiendo el plomo total en el contorno del lago Chinchaycocha siendo necesario realizar el análisis comparativo.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- La absorción de plomo en la especie de *Schoenoplectus californicus* es significativo sobre el área contaminada del contorno del lago Chinchaycocha
- La concentración del plomo absorbido por la especie de *Schoenoplectus californicus* del contorno del lago Chinchaycocha se encuentra por encima de los niveles máximos recomendable para alimentos animales.

2.5 Identificación de variables

2.5.1. Variable Independiente

La especie *Schoenoplectus californicus* (totora).

2.5.2. Variable Dependiente

Concentración del Nivel de plomo en el contorno del lago Chinchaycocha, ubicado en la provincia de Junín, región Junín.

2.6 Definición Operacional de variables e indicadores

Tabla No. 4: Matriz de definición operacional

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Unidad de medida	Escala
Concentración de metales de Pb	Es un elemento químico que presenta una densidad alta. Es generalmente tóxicos para los seres humanos	Los metales pesados se encuentran libres y de forma natural en algunos ecosistemas y pueden variar en su concentración.	Pb	mg/Kg o ppm	Continuo
Schoenoplectus californicus (totora)	Son valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental.	Parámetros para la formulación de valores límite, valores recomendados u otros valores mensurables relacionados con el medio ambiente.	• masa de planta	mg/Kg o ppm	Continuo

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

Es de tipo de investigación básica, debido que en la medida que el objetivo del estudio es analizar las variables en su misma condición sin buscar modificarla. Debido que la recolección de datos fue en tiempo determinado, con el fin de medir las variables en un único momento.

3.2 Métodos de investigación

El método general utilizado en la investigación fue el método científico. Como método específico, se aplicó el método descriptivo e inferencial porque se investiga las variables en estudio.

La metodología para la elección de la toma de muestras se realizará tomando en cuenta como criterio a aquellos sectores que se ubican al contorno del lago Chinchaycocha,

que presentan mayor impacto ambiental y menor impacto, según las descargas de aguas industriales y que a su vez se encuentren interpuestas sobre las plantas de la especie *Schoenoplectus californicus* que crecen alrededor del lago.

Según lo mencionado se dividirá la ejecución de la investigación en dos niveles:

a. Trabajo a nivel de Campo

En este nivel se evaluará sobre las plantas de la especie *Schoenoplectus californicus* del contorno del lago Chinchaycocha la cual se desarrollará el estudio de investigación:

- Reconocimiento del área de influencia, directa e indirecta, del lago Chinchaycocha.
- Reconocimiento sobre el tipo de toma de muestra a desarrollarse sobre las plantas de las especies *Schoenoplectus californicus* del contorno del lago Chinchaycocha.

b. Trabajo a nivel de gabinete

En este nivel se desarrollará la obtención de resultados e interpretación de las muestras recolectadas serán trasladadas al laboratorio, donde serán procesadas las muestras de la planta silvestres de la especie *Schoenoplectus californicus*, en los recipientes plásticos de 1 kilogramo para la interpretación final que se busca con el estudio de investigación.

Determinar la caracterización de la absorción de plomo por la especie de planta *Schoenoplectus californicus*, del lago Chinchaycocha de análisis de absorción atómica.

Determinación de metales: Se analizaron aplicando el Método: 3500.Cu.B.; 3500.Pb.B.; 3500.Cd.B. y 3500.As.B.recomendado por APHA-AWWA-WPCF (1998).

3.3. Diseño de la Investigación

El Diseño de investigación es el diseño no experimental porque se realizará el análisis comparativo de la absorción del plomo total en la especie de *Schoenoplectus californicus* del contorno del lago Chinchaycocha, de manera transversal empleándose los métodos de análisis de laboratorios.

3.4. Población y muestra

3.4.1 Población

Será la cantidad de plantas especie *Schoenoplectus californicus* (totora) que crecen dentro de la flora que se encuentren existentes en el contorno del lago Chinchaycocha.

3.4.2 Muestra

La muestra que se tomará será 07 muestras de plantas de la especie *Schoenoplectus californicus* (totora) que se encuentre al contorno del lago Chinchaycocha.

3.4.3 Muestreo puntual

El muestreo se realizó en siete (07) estaciones elegidas aleatoriamente

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La observación: emplearemos la observación estructurada, porque se manipularán los hechos que se observen. Asimismo, determinaremos las zonas que se aprecien cerca de descargas de aguas industriales provenientes de la cuenca del Mantaro.

3.5.1 Instrumentos de recolección de datos

Cámara fotográfica.

Recipientes para tomar muestras de las especies *Schoenoplectus californicus* para el análisis químico en el laboratorio.

3.5.2 Selección y toma de muestra

La toma de muestra se ubicó, específicamente en lugares donde existe contaminación sobre el contorno del lago Chinchaycocha.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- Codificación textual de datos.

La codificación de datos es un método de orden para elaborar los cuadros del estudio y obtener los resultados esperados y contrastarlos con la hipótesis.

- Interpretación de datos

Una vez ordenados los datos se pasó a interpretarlos de acuerdo con la realidad del estudio.

3.7. Tratamiento estadístico

Los datos obtenidos serán almacenados, analizados y se procesarán mediante los resultados que se obtengan, se utilizara el software de base de datos (Microsoft Excel).

Luego se construyeran con ellos cuadros estadísticos, calculándose además las medidas de tendencia central, de dispersión o de correlación que resulten necesarias. De allí en adelante se trabajarán al igual que los otros datos numéricos, mediante la tabulación y el procesamiento en cuadros estadísticos.

3.8. Selección validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

a. Datos Informativos

Tabla No. 5: Selección de la validación

Nombre del Experto	Cargo e Institución donde labora	Autor del Instrumento
Mg. Josué Herminio Díaz Lazo	Docente Asociado de la Escuela profesional de Ingeniería Ambiental	Iván Llana Toribio

b. Aspectos de la Evaluación

Tabla No. 6: Evaluación de indicadores

Indicadores	CRITERIOS	Nunca	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		10 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
Claridad	Esta formulado con un lenguaje Apropiado				78	
Objetividad	Esta expresado en capacidad observable			59		
Actualidad	Adecuado a la Autoevaluación				78	
Organización	Existe una organización lógica				77	
Suficiente	Los ítems son suficientes y necesarios para evaluar los indicadores precisados			60		
Consistencia. Coherencia	Emplea Teorías Científicas Existe correlación entre indicadores y variables			60	78	

Metodología	La estrategia corresponde al propósito descriptivo	79
-------------	--	----

c. Puntaje Total: 71.125 puntos

Lugar y Fecha	DNI	Teléfono
Pasco , junio del 2019	46402776	980059543

De acuerdo a los puntajes obtenidos en cada uno de los indicadores de evaluación son muy significativos, alcanzando un puntaje promedio de validez por el experto de 71.125 puntos. Lo que significa que el instrumento es válido, puesto que para el investigador le ha permitido medir.

3.9. Orientación ética

El trabajo de investigación estuvo orientado específicamente al empleo de especies *Schoenoplectus californicus* en la absorción de plomo en el lago Chinchaycocha, el cual recibe las aguas del río San Juan principal tributario y da inicio de la cuenca hidrográfica del río Mantaro, esto hace que la contaminación del lago se extienda a estos recursos hídricos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo

Como se mencionó en el capítulo III, a nivel de trabajo de campo se caracteriza la zona de estudio, siendo el lago Chinchaycocha que se encuentra ubicado en la provincia de Pasco y Junín, cabe señalar que las especie vegetal por naturaleza tienen contenido metálico distribuido en todo su cuerpo vegetal, por lo que se realizó un extracto con cada una de las partes de estas y se las llevó a un análisis, donde se registraron las condiciones iniciales.

Metodología de recolección de muestras:

Se busca obtener una parte representativa del material bajo estudio (totora que crece alrededor del lago Chinchaycocha).

4.1.1. Resultados Litoestratigraficos

De acuerdo a la observación de campo y con el análisis y revisión de imágenes satelitales (Sensores remotos) de libre acceso como las LandSat 07, se han podido establecer 4 tramos para poder realizar la descripción detallada de los aspectos geológicos más resaltantes de las unidades geológicas que se desarrollan en la zona de estudio estos tramos son los siguientes:

- Carhuamayo – Vicco
- Vicco – San Juan de Ondores
- San Juan de Ondores – Junín
- Junín. Carhuamayo

A. Carhuamayo – Vicco

Este sector, se ubica en el lado Este del lago desde su parte media, en este sector se desarrollan básicamente unidades geológicas sedimentarias, las cuales están constituidas por unidades que van desde el Paleozoico superior hasta el cuaternario.

Según lo observado en la zona de Carhuamayo existen afloramientos del Grupo Mitu, los cuales se encuentran aflorando en forma de cerros alargados de cumbres pronunciadas, mostrando bancos de calizas con intercalación de areniscas de coloración marrón claro en tonos grises, que se encuentran formando cerros alineados con flancos alargados.

Los estratos de estas unidades, presentan una orientación NW-SE y buzanan hacia SW. Hacia la zona de Ninacaca, se observan los afloramientos más conspicuos del Púcara, los cuales se observan en la carretera formando cerros alargados de

crestas abruptas, con paquetes de calizas muy de gran espesor de coloración gris claro, estas presentan una meteorización avanzada.

El sector que involucra la zona inundable del lago Chinchaycocha, se encuentra cubierto por depósitos aluviales y morrenicos, los cuales presentan guijarros, gravas subangulosa, estos materiales se encuentran distribuidos de manera uniforme, generando una morfología plana y en algunos casos se han formado lagunas de menor orden, las cuales presentan una zona húmeda de bofedales.

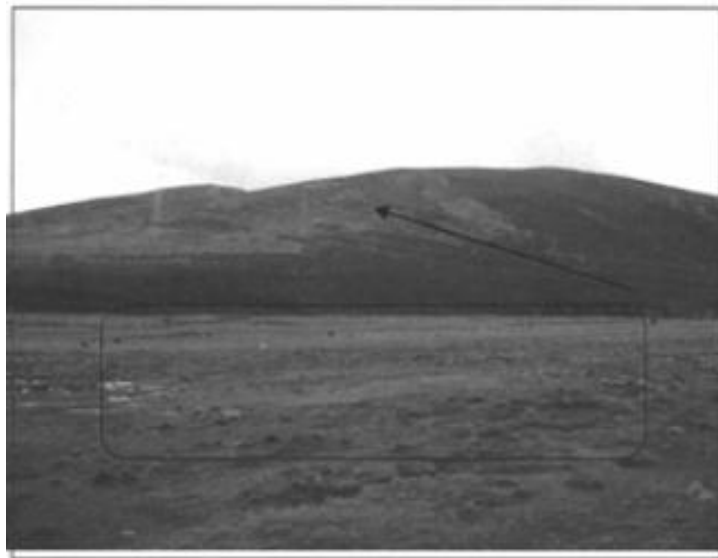


Ilustración 3 Geología Sector quebrada Cotan

En el lado este delo lago Chinchaycocha, se observa el frente los afloramientos del grupo Mito, En la parte baja se observa los depósitos aluviales generados por la corriente intermitente de esta quebrada.

Entre en sector de Carhuamayo y Ninacaca, se observan terrazas fluvio-glaciares, bien definidas, conformadas por morrenas y material de acarreo proveniente de las partes altas de las quebradas, estas terrazas probablemente tengan su origen

en sucesivas glaciaciones las cuales son difíciles de diferenciar.

Ilustración 4: Terrazas Fluvio Aluviales lado este del lago Chinchaycocha

A la altura de Ninacaca, en un corte observado del aluvial, se observa la siguiente



estratigrafía: Una capa superficial de 0,50 constituida por limo y arena de coloración marrón claro, sobre un paquete de grava sub angulosa, uniforme, de un espesor aproximado de 3 metros color grisáceo, muy compacto, la grava presenta matriz de limo arenosa muy ocasionada. Este paquete aluvial se distribuye uniformemente en esta zona a la altura de las coordenadas 372 644 E, 8 800 268 N.

Las unidades observadas presentan un grado de meteorización moderada, debido a las condiciones climáticas imperantes en la zona, así como las características de la litología que constituyen estas unidades.

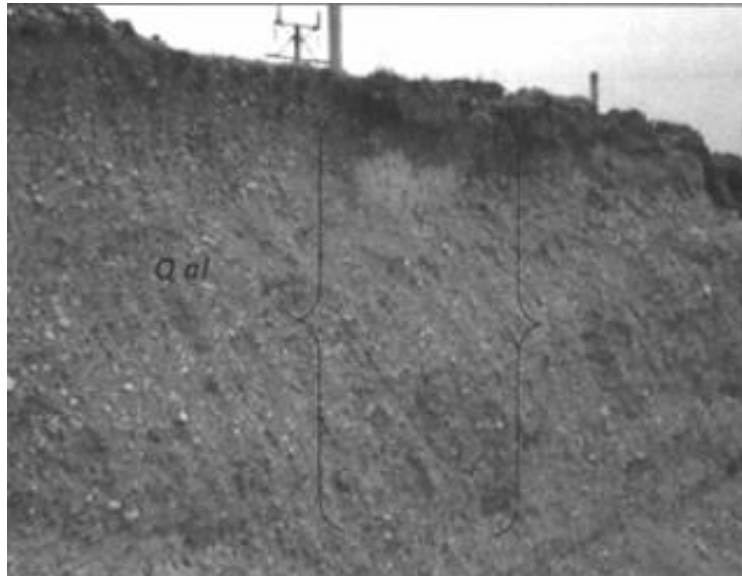


Ilustración 5:
Perfil característico de los depósitos aluviales a la altura de la zona de Ninacaca.

B. Vicco – San Juan de Ondores

En este sector, se pueden observar afloramientos de unidades Mesozoicas y Cenozoicas, las cuales se encuentran dispersas de una manera acentuada en todo el sector, están constituidas por las formaciones Casapalca, Jumasha, el Grupo Pucara y los depósitos cuaternarios.

La formación Casapalca, se encuentra aflorando más acentuadamente entre la localidad de Coricocha Y San Juan de Ondores, caracterizándose por presentar una morfología uniforme, presentado estratos de calizas blanquecinas con intercalaciones de areniscas conglomeradicas, pardo rojizas, las cuales presentan

en bancos gruesos, no se observa una meteorización avanzada, estos afloramientos mantienen una característica uniforme de cerros alargados con cumbres suaves y onduladas, los estratos se observan difícilmente.

En la localidad de San Pedro de Pari, los estratos de esta formación presentan una cadena de cerros en donde la estratificación se puede observar en sus flancos, caracterizándose por presentar bancos de caliza muy meteorizadas, no se observan los estratos de arenisca. La geología regional infiere la presencia de un sinclinal, de acuerdo a la morfología que presenta este sector, el cual se pudo comprobar en las partes altas de la localidad de San Pedro de Pari, siguiendo el eje una orientación NW-SE.

La formación Jumasha, presenta estratos de calizas blanquecinas algo meteorizadas, las cuales han generado un rasgo morfológico de picos agrestes, escarpados y conspicuos. Se desarrolla y presenta afloramientos importantes en el sector de Upamayo en los alrededores de la Presa del mismo nombre. El grado de meteorización de las calizas es moderado, estructuralmente es una unidad que se encuentra formada parte de los sinclinales locales y de los núcleos de los sinclinales regionales los cuales caracterizan estructuralmente este sector de la zona de estudio.

El grupo Pucará, se encuentra desarrollándose en este sector como parte del sinclinal regional, observándose sus afloramientos como parte de sus flancos.

Pasando el poblado de San Pedro de Parí, estos afloramientos se observan como cerros cortos a manera de lomadas, constituidas por estratos de calizas de coloración gris blanquecinas, presentando algunos sectores superficiales meteorizadas, estows estratos gruesos de hasta 1 m. estas características se presentan a lo largo de un tramo.

Los depósitos cuaternarios, en este sector están constituidos por depósitos aluviales, básicamente, aquellos se encuentran en las partes bajas de la zona inundable del Lago, lo constituyen clastos conglomerádicos bien trabajados, con guijarros y grava muy angulosos. Estos depósitos se desarrollan en la zona de San Pedro de Parí, así como en las partes bajas del poblado de Ondores. En la mayor parte del sector, los depósitos cuaternarios predominantes, son depósitos de bofedales, los cuales se encuentran formando la zona inundable del lago Chinchaycocha.



Ilustración 6: Formación Casapalca en sus afloramientos en el sector San Pedro de Pari

C. Sector San Juna de Ondores – Junín

En este sector se desarrollan dos unidades geológicas, básicamente el grupo Pucará y los depósitos cuaternarios en sus diversas manifestaciones, los cuales le dan a esta zona una morfología característica.

El grupo Pucará, presenta afloramientos importantes constituidos básicamente por calizas blanquecinas en un estado de meteorización moderado, los cuales en algunas zonas han generado procesos geodinámicos de moderada acción, por lo general estos estratos se encuentran formando los flancos u ejes de anticlinales y sinclinales regionales, en gran parte del sector mapeado se ha observado que los estratos de esta unidad están constituidos por bancos gruesos de calizas grises intercaladas con bancos de areniscas de matriz limosa los cuales existen en zonas en los cortes de carretera en donde esta característica, ha generado debilitamiento

de la ladera como el que se observa en la zona de Ingaya, Auquivilca. Más adelante esta unidad se ve cubierta por el aluvial, las cuales han formado zonas inundables en muchos casos este aluvial constituye depósitos morrenocos y fluvio-glaciares compuestos por grava guijarros, restos de areniscas meteorizadas y flujos de morrenas.

Morfológicamente, este sector presenta la mayor cantidad de procesos geodinámicos externos generados por la dinámica misma del Lago, el intemperismo que ha desgastado las rocas mesozoicas asimismo por el Angulo de la pendiente de los flancos de los cerros que bordean el Lago y por las características estructurales de la zona en si, los cuales han modelado una morfología variada.



Ilustración 7: En la imagen se observa el emplazamiento Pucara sobre la zona inundable del lago las areniscas rojas se presentan muy meteorizadas



Ilustración 8: Aspectos de la zona inundable del lago en la zona Paccha los depósitos pluviales lo componen bofedales y depósitos fluvioaluviales

D. Sector Junín. Carhuamayo

Desde Junín hasta Carhuamayo, el lado Este del lago de Chinchaycocha, está cubierto por material reciente acarreado en diferentes eventos orogénicos y tectónicos que han generado las características morfológicas actuales. Gran parte de estos depósitos son de origen fluvioaluvial y morrénicos, los cuales se encuentran distribuidos en zonas donde existen cursos de agua superficiales o conjunto de quebradas con agua que alimentan esporádicamente a las lagunas formadas en la zona húmeda del Lago.

En este sector, se ha identificado una zona de depósitos aluviales y fluvioaluviales en la parte norte de la ciudad de Junín, estos materiales están constituidos por grava angulosa y conglomerado en matriz arenosa en capas gruesas según algunos cortes observados en este sector los cuales presentan filtraciones y han formado pequeños pozos o lagunas. Hacia el norte a la altura de Huayre, estos depósitos son lacustres típicos de lago, se presentan húmedos y se observan una zona de laguna pequeña alimentadas por ríos y por parte de las filtraciones del mismo Lago, estas presentan poca profundidad y permanecen con agua.

Estos depósitos fluvioaluviales se encuentran formando terrazas al pie de las laderas de los cerros del grupo Mitú, los cuales presentan varios niveles, estas acumulaciones tienen origen diverso que se aplica en la morfología de esta región las cuales involucran la cuenca del lago y el emplazamiento de las montañas de la cordillera oriental.



Ilustración 9: Características del depósito fluvioaluvial en la zona de Junín como parte de los depósitos recientes en el lago Chinchaycocha



Ilustración 10: Lagunas a la altura de Huayre

- Como se mencionó en el capítulo III, a nivel de gabinete se caracteriza la zona de estudio, siendo el lago Chinchaycocha que se encuentra ubicado en la provincia de Junín, región Junín, a continuación se identificara las amenazas naturales.

El lago Chinchaycocha por sus características geológicas y geomorfológicas, como se ha visto en los capítulos anteriores, se encuentra dentro de una unidad denominada depresión Junín, la cual geológicamente se encuentra formando parte de un sinclinal regional controlada estructuralmente por la geodinámica interna y los procesos erosivos externos, los cuales han modelado el relieve actual del área. En este marco las unidades geológicas que se han emplazado en este sector, como se han analizado anteriormente representan unidades con características litológicas variables pero con un grado de vulnerabilidad moderado, respecto a los agentes erosivos externos, las cuales han desencadenado por consiguiente procesos geodinámicos que e han visto favorecidos por el buzamiento de las capas de los estratos y por la pendiente, así como por las características hidrogeológicas de la zona en donde ocurre el evento. Los procesos geodinámicos externos que se desarrollan en el ámbito del lago, han sido descritos por sectores, estos nos dan un alcance puntual del cual es el estado actual de las unidades geológicas que se emplazan y como afectan la dinámica del lago.

En siguiente numeral se describirán los procesos geodinámicos externos latentes que podrían desencadenar movimientos en masa o eventos geodinámicos que pudieran alterar significativamente la dinámica del lago y por consiguiente

generar un peligro para las poblaciones aledañas a los sectores comprometidos.

Cuerpos de agua (TCag)

Comprende una superficie de 25 846.67 hectáreas equivalentes L 34.76% del área. Corresponde al área cubierta principalmente por el Lago Chinchaycocha y el cauce del río San Juan, en toda su amplitud. Incluye algunas quebradas tributarias que ha sido factible cartografiarlas a la escala de trabajo del mapa. Por lo general, el uso principalmente está relacionado como zonas de protección de vidas silvestre, adicionalmente como áreas de recreación, conservación del paisaje y belleza escénica.



Ilustración 11: Vista de cuerpos de agua referida al lago chinchaycocha

Hidrogeología

El río Mantaro se origina en el Lago Junín o Chinchaycocha y posee un recorrido en sentido norte – surestes, desde su nacimiento hasta Izcuchaca (Lat 12° 28' 60s, Long 75° 1' OW) y Mayoc (Lat 12° 46' 60s, Long 74° 24' OW), y desde allí se dirige hacia el este y luego al norte, formando la península de Tayacaja.

Un primer sector del río comprende desde el lago Junín, hasta el pongo de

Pahuanca. El bajo Mantaro comprende desde Pahuanca hasta la unión con el río Apurímac. Este sector del bajo Mantaro es aprovechado para la generación de energía eléctrica mediante el complejo Mantaro compuesto por las centrales hidroeléctricas:: Santiago Antúnez de Mayolo y Restitución.

La cuenca del río Mantaro es el primer colector de los tributarios que drenan las vertientes de su cuenca interregional, barcando las regiones de Pasco, Junín, Huancavelica y Ayacucho. Los principales tributarios para la margen derecha son: el río Huaron, Carhuacayán, Corpacancha y Pucayacu, Yauli, Huari o Huay Huay, Pachacayo, Cunas, Moya y Huncavelica. De estos ríos, el Cunas es el más importante por el uso de agua para el sector agricultura y la generación de energía hidroeléctrica. Por la margen izquierda desembocan al Mantaro los ríos Yacus, Seco, Achamayo, Shullcas y Chancha.

En el sector aguas arriba de la cuenca (Lago Chinchaycocha o lago Junín), como principal obra hidráulica se ubica la presa Upamayo. La función de la presa es almacenar aguas del Lago Chinchaycocha para asegurar la provisión del recurso necesario para generar energía en la época seca. El almacenamiento de agua requiere la elevación del nivel de agua en el Lago durante varios meses al año.

El lago Junín cumple un decisivo rol en el proceso de generación eléctrica en el país contribuyendo aproximadamente con el 29% del caudal del río Mantaro en la época de estiaje, lo que le permite al complejo energético Mantaro (centrales hidroeléctricas de Malpaso, Santiago Antúnez de Mayolo y Restitución) afianzar sus operaciones.

4.1.2. Resultado del Inventario de las fuentes principales de agua

En la visita en campo realizada al lago Chinchaycocha, se realizó el inventario de las fuentes principales se enmarca dentro del área de la cuenca del Lago Chinchaycocha, en este ámbito se han identificado diversos cursos de agua, quebradas y ríos principales. La mayoría de los cursos de agua tienen su origen en manantiales los cuales presentan caudales mínimos que no tienen aportes importantes al Lago, asimismo existen quebradas que provienen y se originan de filtraciones y deshielos de las partes altas.

A lo largo del Lago Chinchaycocha, se pueden definir 24 subcuencas principales cuyas aguas llegan al lago e incrementan su volumen en épocas de avenidas. De toda la red hídrica, se identifican tres ríos con un mayor flujo de agua aportante al lago: río Colorado, río San Juan y el río Chacachimpa.

El río Colorado tiene su nacimiento producto de filtraciones y afloramientos de agua y cursos de agua provenientes de las lagunas existentes en la cabecera de cuenca.

El río San Juan tiene su origen en la laguna Alcacocha donde inicia un pequeño río denominado también Alcacochsa, este río tiene muchos tributarios principales por la margen derecha. A 7 Km aguas abajo desde su inicio, confluye con el río Chumpacancha y a partir de este punto se denomina río San Juan, aguas abajo recibe las aguas del río San Juan, aguas abajo recibe las aguas del río de Quicay y luego del río Huraupampa. El fluente más importante del río San Juan es el río Blanco, que se origina a partir de las descargas de la Laguna Punrun. Cabe resaltar que esta laguna se encuentra regulada.

A nivel promedio mensual, los registros de caudales reportados en el río San

Juan (1980-1997). El caudal promedio Multianual es de 11,091 m³/s.(Stalkraft, S/f).

Tabla 7: Caudal promedio Mensual - Estación Río San Juan

Fuente: Stalkraft: Elaboracion propia.

La variación de caudales mensuales del río San Juan se encuentra entre 24,943 m³/s a 3,834 m³/s. El calor máximo se reporta en el mes de febrero con 56,715 m³/s y el valor mínimo en el mes de agosto con 1,401 m³/s.

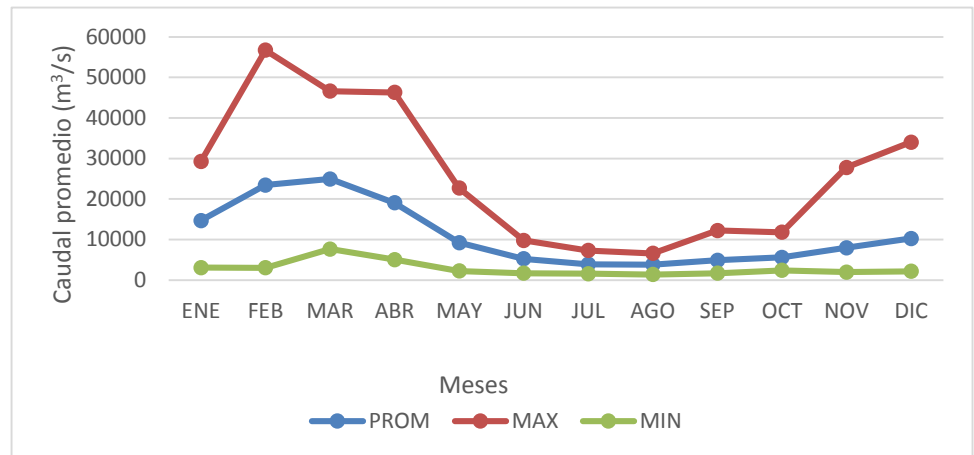


Ilustración 12: Variación del Caudal Promedio mensual - Estación Río San Juan

Fuente: CENERGIA. Elaboración Propia.

Aforos

Se realizaron aforos de cursos de agua identificados en el trabajo en campo, en épocas de lluvia, adicionalmente en una segunda campaña (época seca), se hizo una evaluación de los puntos de aforo en el mes de agosto con la finalidad de variaciones de flujo.

Existen diferentes métodos para determinar el caudal que pasa por un curso de agua. El método utilizado en el trabajo de campo fue el aforo con flujometro digital.

Se han identificado para el mes de abril (época de avenida) y agosto (época de estiaje) 44 puntos entre ríos quebradas, aportantes y canales (cauces) donde se han realizado aforos y en algunos casos donde el cauce se encuentra estático (sin

velocidad de flujo).

En la ilustración N° 15 se muestran los puntos de evaluación de campo expresados en coordenadas UTM WGS 84. Los flujos hacia el lago Chinchaycocha provienen de la presencia de nevadas (cabecera de cuencas) las zonas más elevadas de donde se dan inicio las quebradas. Dichos cursos, llegan con caudales que son amortiguados y distendidos por los humedales/bofedales existentes en estas áreas.

Las mayores aportaciones de flujo permanente provienen de los ríos Colorado y San Juan en la zona cercana a la presa Upamayo. Se reporta un caudal máximo histórico del río Colorado de 13,0 m³/s y del río San Juan de 56,7 m³/s.

4.1.3 Puntos de toma de muestra de la especie de totora

Para los resultados entre concentración de metales pesados de plomo y otros metales según la absorción de la especie *Schoenoplectus californicus* (totora), del presente trabajo de investigación. Tiene como referencia niveles máximos recomendables de metales pesados en alimentos animales (AAFCO, 1996).

Tabla 8: Parámetros de Estudio de Plantas

Categoría	Nivel máximo (mg/kg)	Metal
Altamente toxico	10	Cadmio, Mercurio, Selenio

Guía	Tóxico	40	Bario, Cobalto, Cobre, Plomo, Molibdeno, Tungsteno, Vanadio
	Moderadamente tóxico	400	Antimonio, Arsénico, Yodo, Níquel
	Ligeramente Toxico	1000	Aluminio, Boro, Bromo, Bismuto, Cromo, Manganeso, Zinc

AAFCO Metales pesados en alimentación animal

Niveles máximos recomendables de metales pesados en alimentos animales
(AAFCO, 1996)

La validación normativa requirió el cumplimiento de las normas del Perú, es importante señalar que se usó otra norma internacional como referente normativo principalmente por la ausencia de regulación nacional en relación al estudio de investigación.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1 Ubicación y descripción de los puntos de toma de muestra.

Los resultados del muestreo de la especie de *Schoenoplectus californicus (totora)*, relacionado con el consumo animal arrojan valores de preocupación, no obstante que la guía de referencia consultada elaborada por la Asociación Americana de Control de Alimentación Animal (AAFCO). Es oportuno aclarar que las muestras tomadas fueron plantas de especie de *Schoenoplectus californicus (totora)*, que tienen la propiedad de absorción de algunos metales pesados siendo el plomo de interés de investigación, debido que esta especie de

planta de *Schoenoplectus californicus (totora)*, constituye como forraje para el ganado ovino o vacuno que se ubica al contorno del lago Chinchaycocha.

Tabla 9: Ubicación de punto de Monitoreo

PUNTO	NOMBRE	COORDENADAS UTM WSG 84		DESCRIPCION
		Norte	Este	
PM-1	PARI	87873 90	36552 7	Estas coordenadas tienen referencia, debido que están ubicadas a los contornos del lago Chinchaycocha donde la especie de <i>Schoenoplectus californicus (totora)</i> fueron tema de investigación,
PM-2	ONDORES	87747 00	37463 0	
PM-3	SASICUCHO	87675 98	38431 8	
PM-4	JUNIN	87663 58	39064 1	
PM-5	CARHUAMA YO	87915 20	38256 0	
PM-6	MATACANCHA	87867 28	38636 6	
PM-7	HUAYRE	87831 02	38788 7	

FUENTE: Elaboración propia del investigador

4.2.2 Resultados de absorción de Cadmio obtenidos del análisis

Tabla 10: Resultados de absorción obtenidos del Cadmio en la especie Totora

puntos de Muestreo	Parámetros Cadmio	
	Cd (mg/Kg)	Límite de cuantificación (AAFCO)
Pari	0,61	10 mg/kg
Ondores	1,4	
Sasicucho	1,06	
Junin	1,21	
Carhuamayo	1,14	
Matacancha	0,35	
Huayre	1,87	

FUENTE: Propias del investigado

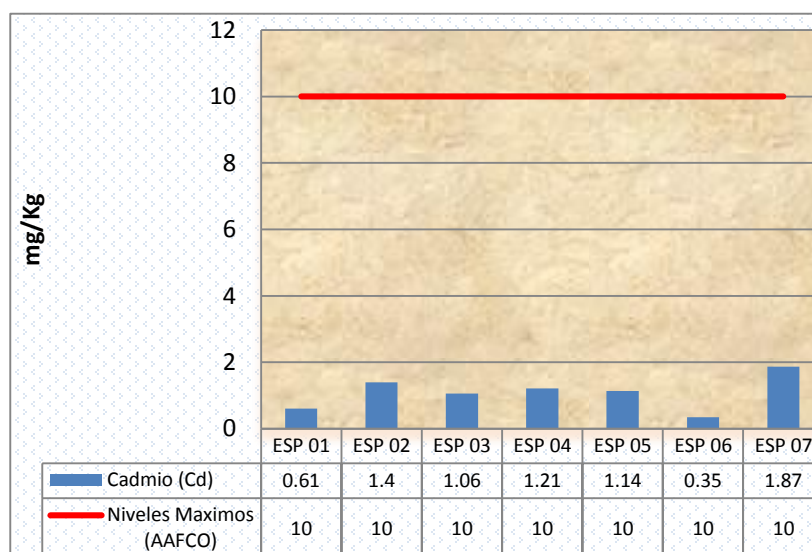


Ilustración 13: Resultados de la absorción de Cadmio en la totora

En la tabla e ilustración se observa que la absorción del cadmio por la especie *Schoenoplectus californicus* (totora) es reducida según el análisis realizado, donde no se han encontrado valores significativos para el Cadmio, los valores hallados están por debajo de lo recomendado por la AAFCO.

4.2.3 Resultados de absorción del mercurio obtenidos del análisis

Los resultados obtenidos de absorción del mercurio en el análisis se aprecian en la siguiente Tabla.

Tabla11: Resultados de absorción de mercurio en la especie

puntos de Muestreo	Parámetros Mercurio	
	Hg (mg/Kg)	Límite de cuantificación (AAFCO)
Pari	0,44	10 mg/kg
Ondores	0,24	
Sasicucho	0,21	
Junin	0,45	
Carhuamayo	0,19	
Matacancha	0,56	
Huayre	0,08	

FUENTE: Propias del investigador

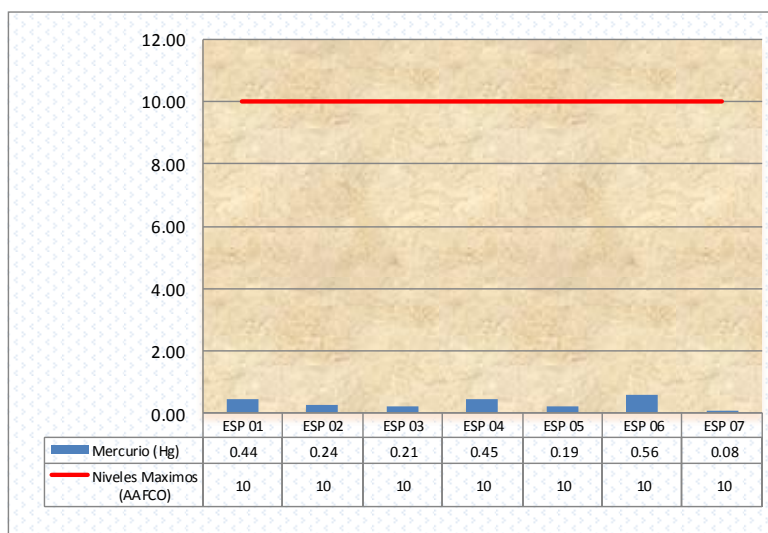


Ilustración 17: Resultados de la absorción de mercurio en la totora

En la tabla y Grafico anterior se observa que la absorción del mercurio por la especie *Schoenoplectus californicus* (totora) es reducida según el análisis realizado, donde no se han encontrado valores significativos para el mercurio, los valores hallados están por debajo de lo recomendado por la AAFCO.

4.2.4 Resultados de absorción del cobre obtenido en el análisis.

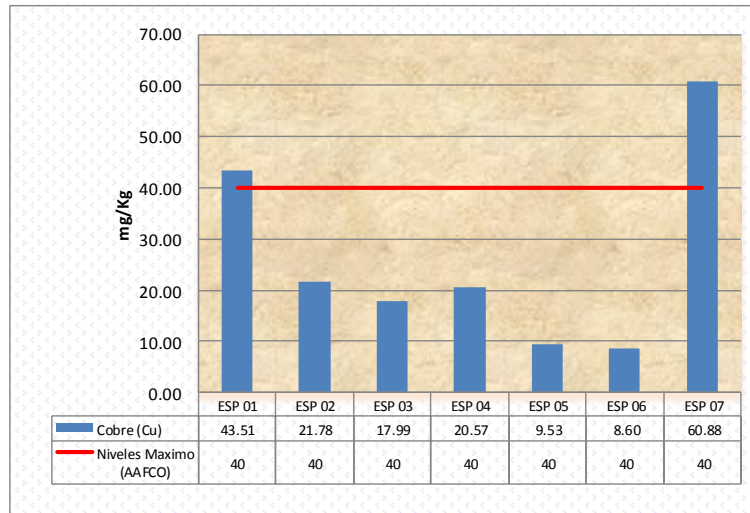
Los resultados obtenidos de absorción del cobre en el análisis se aprecian en la siguiente Tabla.

Tabla 12: Resultados de absorción de cobre en la especie *Schoenoplectus Californicus*

puntos de Muestreo	Parámetros cobre	
	Cu (mg/Kg)	Límite de cuantificación (AAFCO)
Pari	43,51	40 mg/kg
Ondores	21,78	
Sasicucho	17,99	
Junin	20,57	
Carhuamayo	9,53	
Matacancha	8,60	
Huayre	60,88	

FUENTE: Propias del investigador

Ilustración 3: Resultados de la absorción de cobre en la totora



FUENTE: Propias del investigador

En la tabla y Grafico anterior se observa que la absorción del cobre por la especie *Schoenoplectus californicus* (totora) nos arrojan valores por encima del valor de referencia para la categoría de tóxico en las estaciones ESP 01 y ESP 07 que superan el valor de referencia, por la AAFCO.

4.2.5 Resultados de absorción del plomo obtenidos del análisis.

Los resultados obtenidos de absorción del plomo en el análisis se aprecian en la siguiente Tabla.

Tabla 13: Resultados de absorción de plomo en la especie *Schoenoplectus Californicus*

puntos de Muestreo	Parámetros Plomo	
	Pb (mg/Kg)	Limite de cuantificación (AAFCO)
Pari	97,98	40 mg/kg
Ondores	102,12	
Sasicucho	77,39	
Junin	125,33	
Carhuamayo	76,45	
Matacancha	71,95	
Huayre	304,62	

FUENTE: Propias del investigador

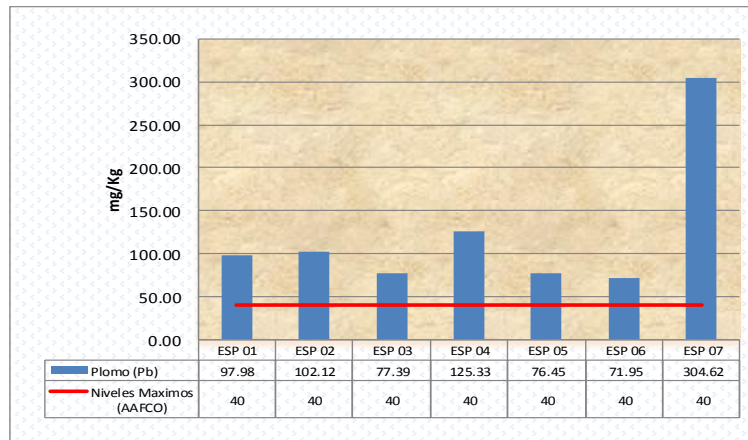


Ilustración 11: Resultados de la absorción de plomo en la totora

FUENTE: Propias del investigador

En la tabla y Grafico anterior se observa que la absorción del plomo por la especie *Schoenoplectus californicus* (totora) nos arrojan valores que superan ampliamente el valor de referencia para la categoría de tóxico en las 07 estaciones, según la AAFCO.

4.2.6 Resultados absorción del arsénico obtenido del análisis

Los resultados obtenidos de absorción del arsénico en el análisis se aprecian en la siguiente Tabla.

Tabla 14: Resultados de absorción de Mercurio en la especie *Schoenoplectus californicus* (totora)

Puntos de Muestreo	Parámetros Arsénico	
	As (mg/Kg)	Límite de cuantificación (AAFCO)
Pari	52,85	440 mg/kg
Ondores	28,95	
Sasicucho	68,24	
Junin	59,57	
Carhuamayo	30,55	
Matacancha	44,48	
Huayre	21,68	

FUENTE: Propias del investigador

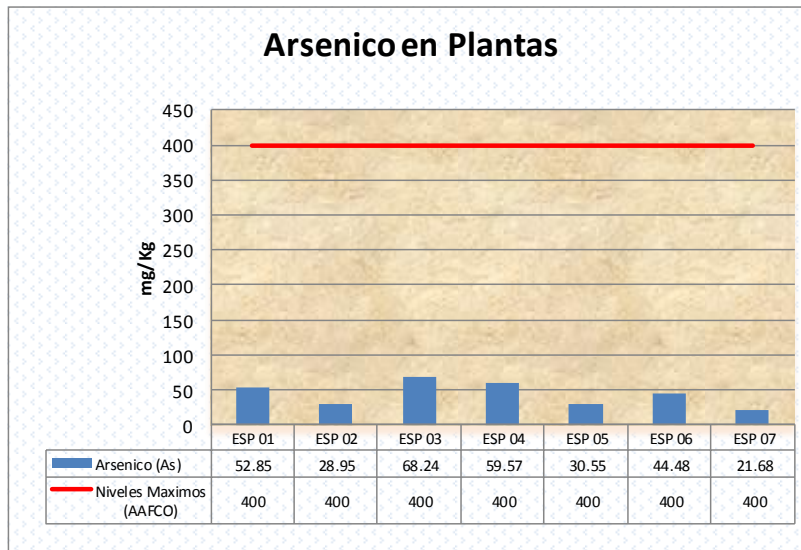


Ilustración 12 Resultados de la absorción de plomo en la totora

FUENTE: Propias del investigador

En la tabla y Grafico anterior se observa que la absorción del arsénico por la especie *Schoenoplectus californicus* (totora) es reducida según el análisis realizado, donde no se han encontrado valores significativos para el arsénico, los valores hallados están por debajo de lo recomendado por la AAFCO.

4.3. Prueba de Hipótesis

Al realizar la presente investigación podemos concluir que la especie de *Schoenoplectus californicus* es una especie que tiene el mecanismo de absorber plomo, cadmio, cobre y arsénico total en el área del contorno del lago Chinchaycocha los resultados de los análisis químicos realizados a la planta nos confirma dicha presencia. Con respecto a la hipótesis específica se puede notar que la absorción en arsenico y cadmiso en los puntos monitoreados muestra valores por debajo de los valores limites AAFCO.

La absorción de plomo en la especie de *Schoenoplectus californicus* es significativo sobre el área contaminada del contorno del lago Chinchaycocha, en todos los casos están por encima de 40 mg/kg según los valores AAFCO.

4.4. Discusión de Resultados

En el caso de las muestras de flora de la especie *Schoenoplectus californicus* se eligieron estaciones en zonas de pastoreo, teniendo en cuenta que en toda la ribera se desarrolla dicha actividad, se realizó de manera aleatoria la selección de los puntos en diferentes lugares del contorno del lago Chinchaycocha. Teniendo presente que nuestro gobierno peruano no cuenta aún, con el Estándar de Calidad ambiental para metales no funcionales en pastos, se definió emplear la norma de referencia de la AAFCO.

Los puntos determinados de monitoreo de suelo, dado que no existe data histórica confiable, se determinaron con una muestra de 7 estaciones, eligiendo aleatoriamente las áreas de pasturas adyacentes al contorno del lago Chinchaycocha de forma eventual. Respecto al estudio de las plantas de consumo animal, o pastos, en la categoría de altamente tóxico se tienen metales que superan el valor como el cobre, en las estaciones ESP 01 en 109% y ESP 07 en 152%; en la categoría de tóxico se tiene al plomo, presente en todas las estaciones en valores mayores a los niveles máximos recomendados por la AAFCO, siendo los valores porcentuales ESP 01 245%, ESP 02 255%, ESP 03 193%, ESP 04 313%, ESP 05 191%, ESP 06 180%, ESP 07 762%.

La extracción de totora se realiza a pequeña escala, a diferencia de otros humedales donde la fibra de esta especie es muy utilizada para la construcción de embarcaciones, canastas, esteras, entre otros productos. Básicamente la extracción se realiza con la

finalidad de alimentar animales domésticos, y la quema, para favorecer el rebrote y facilitar la caza de cuyes silvestres.

Sobre el estudio, se ha podido determinar que la absorción de la totora en relación a plomo es significativo y que se puede determinar que las aguas del lago Chinchaycocha presentan grandes cantidades de concentración de plomo y otros metales que efectivamente son provenientes de las empresas mineras de los pasivos ambientales, está influyendo de manera directa e indirectamente sobre la especie *Schoenoplectus californicus*, observándose una absorción importante por este tipo de especie para algunos metales en el ecosistema acuático del lago, debido a la presencia de biodiversidad de la totora y que se ha modificado durante mucho tiempo por la presencia de los metales pesados.

CONCLUSIONES

Las especies *Schoenoplectus californicus* totora está cumpliendo el proceso de absorción de metales de plomo y otros metales al contorno del lago Chinchaycocha.

Los parámetros analizados que presentan un alto riesgo a la fauna y flora del lago Chinchaycocha en la categoría de tóxico se tienen al plomo, presente en todas las estaciones en valores mayores a los niveles máximos recomendados por la AAFCO.

El análisis realizado demuestra que efectivamente la especie *Schoenoplectus californicus* totora tiene la capacidad de absorción del plomo y que es relevante para la remediación del lago Chinchaycocha.

La presencia de estos metales pesados es producto de la actividad minera, que están afectando de manera directa al ecosistema acuático de lago Chinchaycocha. El estado a través del ministerio del Ambiente debería emitir Estándares de calidad ambiental para la flora y su grado de tolerancia a los metales pesados.

RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda desarrollar estudio de análisis en especies de plantas acuáticas distintas a la especies *Schoenoplectus californicus* para determinar el grado de absorción sobre algunos metales pesados presentes en el lago Chinchaycocha.
- 2.** Se recomienda difundir los resultados obtenidos de la presente investigación a los pobladores e instituciones públicas y empresas mineras que se encuentran alrededor del lago Chinchaycocha, de tal manera, que pongan mayor interés en cuidar el ecosistema acuático.
- 3.** Se recomienda realizar estudios de absorción a especies terrestres al contorno del lago Chinchaycocha debido que en las etapas de embalse y desembalse del lago, algunas especies de flora tienden a desarrollarse con presencia de suelos contaminados con metales, desarrollando una absorción de estos metales.

BIBLIOGRAFÍA

- Elizabeth J. Arango, Daniel S. Castañeda, Giancarlo G. Farfán y José M. Montoya, Centrum Graduate Business School, Universidad Pontificia Católica del Perú. Planeamiento Estratégico de la Región de Pasco. 90 – 97 julio 2018
- Wilmer A. Llagas, Enrique Guadalupe, Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Diseño de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales en la UNMSM.2006.
- Pérez Carrera A, Fernández Cirelli A. Fitotecnologías para la remoción de As en aguas. XXI Congreso Nacional del Agua. San Miguel de Tucumán, Argentina. 2007.
- SABAJ V. Extracción De Juncos (Schoenoplectus Californicus) En El Área Protegida Humedales De la Santa Lucia (Uruguay): Contexto Ecológico, Socio espacial Y Perspectivas De Manejo Sustentable. [Tesis De Maestría En Ciencias Ambientales] Uruguay: Universidad De La República. MONTEVIDEO; 2012
- Hernandez Sampien R, Fernandez Collado C, Baptista Lucio P. Metodologia de la investigación. Mexico. 2da edición. Editorial MC Graw Hill; 2000.

- Maturana, H., Oyarzún, J., Pasieczna, A. y Paulo, A. (2001). Geoquímica de los sedimentos del río Elqui (Coquimbo, Chile): manejo de relaves y cierre de minas. VII Congreso Argentino de Geología Económica, Actas 2, pp. 155-161.

FUENTES ELECTRÓNICAS

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna (CITES). <http://www.cites.org/eng/resources/species.html>

Totora, uso sostenible de un recurso natural. Perú ecológico. [EN LINEA]. 2019. [citada 2019 enero 21] disponible en: http://www.peruecologico.com.pe/flo_totora_2.htm

ANEXOS

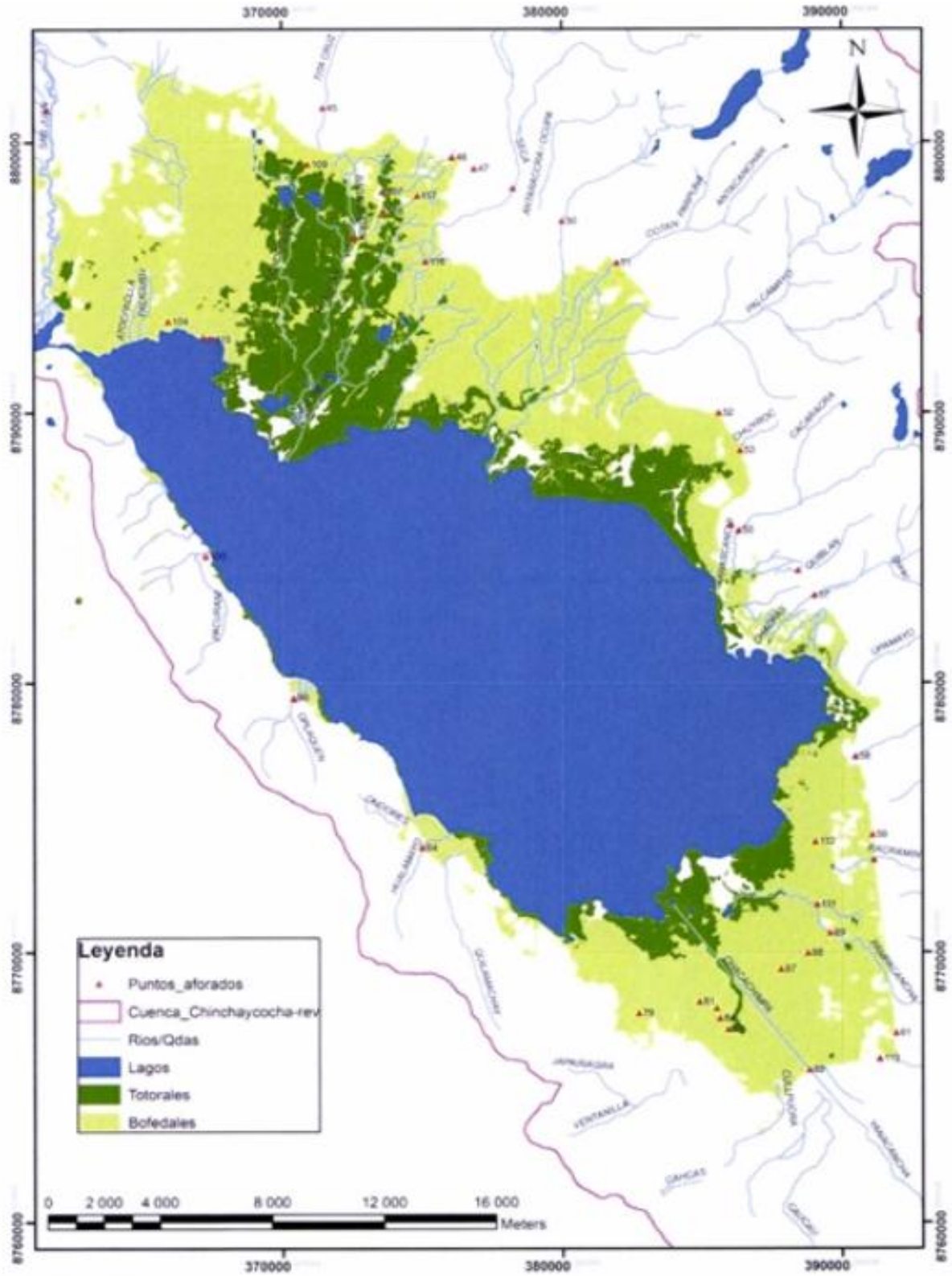
PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICOS	OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICOS	VARIABLES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	DISEÑO METODOLÓGICO
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cuál será el análisis comparativo de la adsorción del plomo total en la especie de <i>Schoenoplectus californicus</i> del contorno del lago Chinchaycocha?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <p>¿Cuál es el porcentaje de absorción de plomo en la especie de <i>Schoenoplectus californicus</i> sobre el area contaminada del contorno del lago Chinchaycocha?</p> <p>¿Cuál es el nivel máximo recomendable del metal de plomo relacionado con alimentos animales para la especie <i>Schoenoplectus californicus</i> del contorno del lago Chinchaycocha?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Determinar el análisis comparativo de la adsorción del plomo total en la especie de <i>Schoenoplectus californicus</i> del contorno del lago Chinchaycocha.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>Analizar el porcentaje de adsorción de plomo en la especie de <i>Schoenoplectus californicus</i> sobre el area contaminada del contorno del lago Chinchaycocha</p> <p>Determinar el nivel máximo recomendable del metal de plomo relacionado con alimentos animales para la especie <i>Schoenoplectus californicus</i> del contorno del lago Chinchaycocha</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>La especie de <i>Schoenoplectus californicus</i> está adsorbiendo el plomo total en el contorno del lago Chinchaycocha siendo necesario realizar el análisis comparativo</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> •El porcentaje de absorción de plomo en la especie de <i>Schoenoplectus californicus</i> es significativo sobre el area contaminada del contorno del lago Chinchaycocha •La concentración del plomo absorbido por la especie de <i>Schoenoplectus californicus</i> del contorno del lago Chinchaycocha se encuentra por encima de los niveles máximos recomendable para alimentos animales 	<p>Variable Independiente</p> <p>Especie <i>Schoenoplectus californicus</i>.</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Concentración de plomo.</p>	<p>Técnicas</p> <p>Monitoreo (campo).</p> <p>Mediciones (gabinete).</p> <p>Instrumentos</p> <p>GPS</p> <p>Cámara fotográfica</p> <p>Equipo de absorción atómica</p>	<p>De acuerdo a la naturaleza de nuestra temática de investigación, nuestro estudio es de tipo descriptivo.</p> <p>Se emplearon los métodos de análisis de laboratorios y descriptivo y el Diseño de investigación es el diseño no experimental.</p>

GUÍA AAFCO METALES PESADOS EN ALIMENTACIÓN ANIMAL

Niveles máximos recomendables de metales pesados en alimentos animales
(AAFCO, 1996)

Categoría	Nivel máximo (mg/kg)	Metal
Altamente toxico	10	Cadmio, Mercurio, Selenio
Tóxico	40	Bario, Cobalto, Cobre, Plomo, Molibdeno, Tungsteno, Vanadio
Moderadamente tóxico	400	Antimonio, Arsénico, Yodo, Níquel
Ligeramente Toxicó	1000	Aluminio, Boro, Bromo, Bismuto, Cromo, Manganeso, Zinc

UBICACIÓN DE LOS 44 PUNTOS AFORADOS



IDENTIFICACIÓN DE SUBCUENCAS

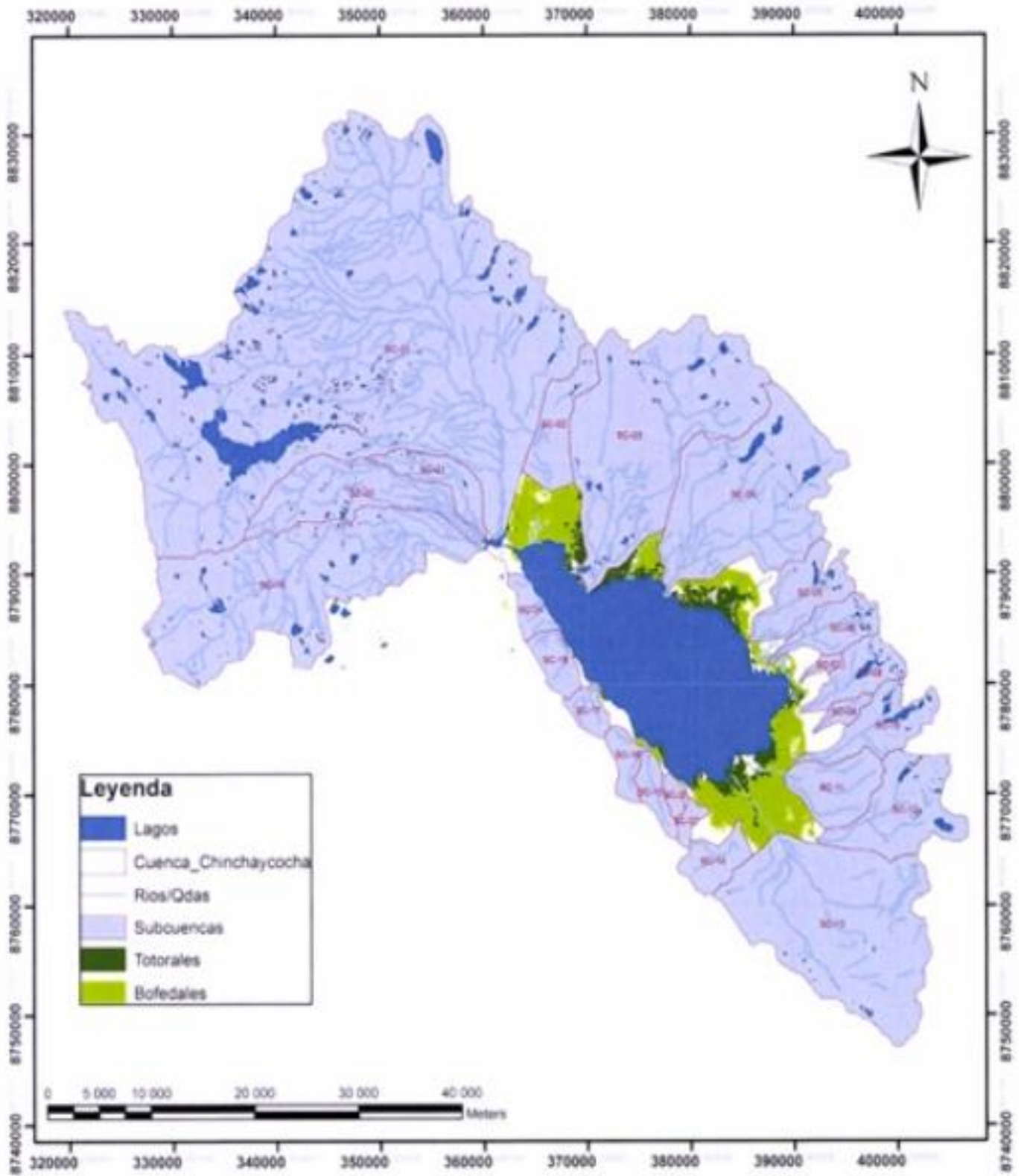




Foto N° 01: Vista panorámica de la zona de monitoreo, del contorno del lago Chinchaycocha.



Foto N° 02: Vista panorámica de la zona de monitoreo N° 6, del contorno del lago Chinchaycocha.



Foto N° 03: Vista panorámica de la zona de monitoreo N° 07 del contorno del lago Chinchaycocha con presencia de suelos con relave minero



Foto N° 04: Vista panorámica de especies de camélidos al contorno del lago Chinchaycocha



Foto N° 05: Presencia de la especie *Schoenoplectus californicus*, al contorno del Lago Chinchaycocha.



Foto N° 06: Toma de muestra de la especie *Schoenoplectus californicus*, al contorno del Lago Chinchaycocha.



Foto N° 07: Vista panorámica de especies de *Schoenoplectus californicus* al contorno del lago Chinchaycocha