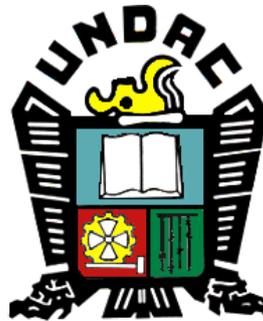


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Capacidad de absorción de plomo en la totora (*Scirpus californicus*), en
crecimiento en las aguas en la zona del Delta Upamayo-Lago
Chinchaycocha-2019**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor: Bach. Yanet Yesenia BERNABE VALERIO

Asesor: Mg. Josué Hermilio DIAZ LAZO

Cerro de Pasco – Perú - 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**Capacidad de Absorción de plomo en la totora (*Scirpus californicus*), en
crecimiento en las aguas en la zona del Delta Upamayo-Lago
Chinchaycocha-2019**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN
PRESIDENTE

Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA
MIEMBRO

Mg. Lucio ROJAS VITOR
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios, por iluminar mi camino y por permitirme culminar una parte esencial de mi vida profesional.

A mis padres Sonia y Yoni, por su apoyo infinito y por su confianza, sin ellos no habría sido sencillo lograr mis objetivos profesionales.

A mi hermanito Dayron, por ser mi motivo, mi fuerza e impulsarme siempre a seguir adelante.

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Daniel Alcides Carrión mi alma mater, por acogerme en su seno para mi formación profesional.

A mi asesor Mg. Josué Herminio Díaz Lazo, A mis Jurados Calificadores Julio Antonio Asto Liñan, Luis Alberto Pacheco Peña y Lucio Rojas Vitor.

A los docentes de la facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ambiental, por las orientaciones en la materia de la investigación científica, durante mi formación académica y profesional.

RESUMEN

La especie de la Totora (*Scirpus californicus*), es una de las especies acuáticas con mayor potencial en la purificación del agua, sin embargo, durante varios años se ha realizado investigaciones en el tema de absorción de los metales pesados empleando otras especies; y es importante mencionar que esta especie es una buena receptora de iones metálicos por las raíces y por la capilaridad de sus tallos.

Muchos de los residuos mineros que en muchos de los casos son líquidos y sólidos se viertes o se depositan en el ambiente; analizando los medios hídricos y la flora de la zona del lago de Chinchaycocha, podemos identificar que gran parte está representado por los metales pesados, sin embargo, el principal metal a analizar es el plomo (Pb), ya que es tóxico para la flora y fauna del lugar.

Durante la investigación se identificó, que, con un peso de la biomasa de 35 mg a 50 mg, y tamaño de la biomasa de 30 μm a 50 μm , puede absorber 2.453 ppm de en las hojas y 3.534 ppm en los tallos, Actuando la totora como filtros biológicos.

Por otra parte, al realizar el monitoreo del plomo en el agua, se halló en la Orilla Sur oeste – embalse Upamayo de 0.01 ppm de Pb y en la Orilla Sur este – Delta Upamayo de 0.03 ppm de Pb, siendo 0.0025 ppm lo permitido en el ECA, (Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático. Lagunas y Lagos. D.S. N° 004-2017-MINAM).

Palabras clave: Capacidad de absorción. Totora (*Scirpus californicus*). Delta Upamayo.

ABSTRACT

The totora (*Scirpus californicus*) is one of the aquatic species with the greatest potential in water purification. However, for years research has been carried out on the absorption of heavy metals using other species. It is important to mention that the totora assimilates metal ions by its roots and capillarity of its stems.

Most of Mining waste specially solid and liquid is deposited or dumped in the environment. Analyzing the water resources and the flora of the Chinchaycocha lake area, we can identify that a large part represents heavy metals, however the main metal to analyze is lead (Pb), since it is toxic to the flora and fauna of the place.

During the research it was identified that with a biomass weight of 35 mg to 50 mg and biomass size of 30 μm to 50 μm the totora can absorb 2,453 ppm in its leaves and 3,534 ppm in its stems, acting as biological filters.

On the other hand, when monitoring lead in the water, it was found in the South West Bank - Upamayo reservoir 0.01 ppm of Pb and in the South East Bank - Delta Upamayo 0.03 ppm of Pb, being 0.0025 the permit in the ECA (National Environmental Quality Standards for Water. Category 4: Conservation of the Aquatic Environment. Lagoons and Lakes. D.S. N° 004-2017-MINAM).

Keywords: Absorption capacity. Totora (*Scirpus californicus*). Delta Upamayo.

INTRODUCCIÓN

La minería, es una de las actividades que dejan mayores residuos metálicos de forma que contaminan gran parte del ambiente si no se tiene el debido control adecuado. Durante los últimos años, se ha incrementado la contaminación, debido al manejo inadecuado de esta actividad, ante tal situación podemos afirmar que la contaminación mayor frecuente es la contaminación hídrica, la cual identificamos en el lago Chinchaycocha y el metal que mayor incidencia a impactar negativamente es el plomo (Pb), que sobrepasan en la categoría 4 de la Conservación del Ambiente Acuático. Lagunas y Lagos. D.S. N° 004-2017-MINAM

Identificado la problemática del metal pesado para la investigación es el plomo (Pb). Por consiguiente, podemos mencionar que la planta de la totora (*Scirpus californicus*) demuestra tener gran capacidad en la absorción de dicho metal. Por lo que como objetivo fue ver la capacidad de absorción de plomo en la totora (*Scirpus californicus*), en crecimiento en las aguas en la zona del Delta Upamayo-Lago Chinchaycocha.

El presente trabajo de investigación está constituido en los siguientes capítulos: **CAPÍTULO I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**, cuyo enfoque se centra en la realidad del lago Chinchaycocha y los metales pesados presentes que formulan los problemas de la investigación, enfocándonos en los objetivos a analizar y justificar el porqué de la investigación.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO, comprende toda la teoría relacionada a los metales pesados y sobre todo al metal de la investigación que es el plomo (Pb), fundamento teórico y científico del poder de absorción de este metal con la especie de la Totorá.

CAPÍTULO III LA METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN, referido en la investigación aplicada a buscar una explicación (descriptiva) detallando el punto de la aplicación de la especie de la totora, estratégico involucrado en una investigación descriptiva.

La muestra, es referido a las 12 muestras de la totora (*Scirpus californicus*), identificando las técnicas e instrumentos correspondientes para la recolección, procesamiento y análisis de estos datos obtenidos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN, en este capítulo se muestra la descripción ejecutada en el campo aplicando, permitiéndonos alcanzar los objetivos planteados y presentamos los resultados, dando así la validación a la hipótesis planteada.

ÍNDICE

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

LISTA DE TABLAS

LISTA DE ILUSTRACIONES

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2.	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3.1.	PROBLEMA PRINCIPAL	5
1.3.2.	PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	5
1.4.	FORMULACIÓN DE OBJETIVOS	6
1.4.1.	OBJETIVO GENERAL	6
1.4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.5.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.6.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES DE ESTUDIO	9
2.2.	BASES TEÓRICAS-CIENTÍFICAS.....	14
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	39
2.4.	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	42
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	42
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	42

2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	42
2.6.	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES	42

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	44
3.2.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	45
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	45
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	46
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	46
3.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	48
3.7.	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	49
3.8.	SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION.....	50
3.9.	ORIENTACIÓN ÉTICA	50

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.....	51
4.2.	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	53
4.3.	PRUEBA DE HIPÓTESIS	56
4.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	56

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

TABLA 2: TAXONOMÍA DE LA TOTORA	31
TABLA 3: MATRIZ OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES	43
TABLA 4: UBICACIÓN DE LAS 12 MUESTRAS DE TOTORA EXTRAÍDAS Y ANÁLISIS DE CONCENTRACIÓN.....	52
TABLA 5: UBICACIÓN DE LAS MUESTRAS DEL PLOMO EN EL AGUA.....	53
TABLA 6: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL PLOMO	54
TABLA 7: ABSORCIÓN EN LAS HOJAS Y TALLOS DE LAS MUESTRAS DE LA TOTORA.....	55

LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	20
ILUSTRACIÓN 2: RESPUESTAS DE PATÓGENOS Y HERBÍVOROS FRENTE A LA PRESENCIA EXCESIVA DE METALES (MODIFICADO DE POSCHENRIEDER ET AL., 2006).....	28
!UNEXPECTED END OF FORMULA	
ILUSTRACIÓN 4: ABSORCIÓN DEL PLOMO (PB-PPM) DE LA TOTORA....	55

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La minería en la provincia de Pasco, cumple un rol fundamental en la economía, en lo social y constituye un factor de desarrollo de diferentes actividades económicas como el comercio en diferentes mercados, restaurantes, hoteles, ferreterías, mecánicas, etc., es decir es el primer proveedor de compras y una diversificación de actividades y forma parte de un desarrollo en la sociedad de la región Pasco.

Al realizar un análisis de las actividades mineras que se realiza en la provincia Pasco, se puede observar también que es una fuente generadora de impactos ambientales negativos a los componentes como: agua, aire y al suelo, las cuales se tiene que controlar como son: los residuos sólidos, líquidos y gaseosos, estos son provenientes de las diversas etapas de las operaciones mineras que se realizan, ya que al procesar los minerales y

no cumplir con realizar un adecuado manejo de estos residuos mineros, ha provocado una serie de problemas de contaminación ambiental que hoy en día se viene afectando el medio ambiente, esto persiste incluso después del cierre de las operaciones. Los metales pesados como el plomo, hierro, cobre y manganeso, entre otros, que se concentran en el agua y suelo, a medida que la intensa edafogénesis produce el lavado de otros constituyentes esenciales como el calcio, magnesio e incluso el silicio. Conforme se desarrolla esta concentración residual metálica, estos elementos que esencialmente eran constituyentes no asimilables de los minerales primarios pasan a formas más activas, solubles y biodisponibles que influyen negativamente sobre la actividad natural en todos los aspectos que se desarrolla en el lago Chinchaycocha.

El agua como se encuentra en la naturaleza lleva disueltas y en suspensión sustancias que adquiere a lo largo del recorrido de su ciclo natural. El control de la contaminación ambiental requiere procesos eficientes de manufactura y conversión de la energía; esfuerzos conscientes para eliminar los desechos en su origen; la medición constante de sus efectos sobre la salud humana, las plantas, los animales y las estructuras; evaluaciones económicas y respaldo político a la acción legislativa encaminada a establecer estos controles.

Tomando en cuenta el contexto que hemos investigado podemos decir: El lago Junín o Chinchaycocha es el segundo lago andino en extensión y una de las áreas más importantes de concentración de flora (totora, ichu, otros) y fauna alto andina (aves, peces, anfibios), donde se encuentran varias especies endémicas de la fauna nacional. (Perú ecológico, 2012)

El lago es una fuente importante para la economía de los pobladores locales, principalmente para la pesca de las famosas "ranas de Junín" y algunas especies de peces del lugar y para el pastoreo de ganado ovino y vacuno. Los alrededores del lago son uno de los centros de la ganadería vacuna de la pampa de Junín. Una parte del ganado vacuno pasta en las zonas húmedas y poco profundas de las orillas. El lago también sirve de reservorio de agua para la generación de energía eléctrica en la central de Malpaso, antes de La Oroya.

A pesar de su importancia ambiental, económica y social, en el lago se han ejecutado obras de infraestructura que afectan el equilibrio ecológico del mismo, y la contaminación es uno de sus problemas más graves, puesto que los ríos que desembocan en el lago, provienen de las zonas mineras, cuyo contenido de los metales pesados en el agua contienen concentraciones significativas para afectar y provocar problemas de contaminación ambiental en el tiempo, muy especialmente en el contenido de metales pesados como es el caso del plomo; siendo el 19 de enero de 2002, mediante la ley N° 27642 es declarada emergencia ambiental la Reserva nacional de Junín.

Para regular el caudal ingreso del agua al lago Chinchaycocha, se construyó la represa de Upamayo, en la desembocadura del lago y donde tiene su origen el río Mantaro. La represa origina variaciones de nivel de las aguas, que afectan gravemente la reproducción de las aves acuáticas, porque inunda los totorales y destruye los nidos.

El río San Juan es un receptor de las aguas provenientes de las minas como: Brocal, Volcán, Aurex y otros, como también los pasivos

ambientales existentes en todo del trayecto desde su inicio hasta su desembocadura al lago Chinchaycocha, los cuales vienen siendo depositados en la parte norte del lago. Por efecto de la represa estas aguas contaminadas ingresan al lago sin ningún tratamiento, llevando consigo diversas partículas contaminadas, ya que no fluyen directamente hacia el río Mantaro.

Se ha detectado que la tercera parte del lago ha sido impactado y afectado por estas concentraciones de metales pesados que son residuos mineros tóxicos, que vienen afectando la flora y fauna, la mayor parte de los organismos acuáticos y los pastos de la ribera norte. (Perú ecológico, 2012).

De continuar con esta situación, el lago Chinchaycocha se verá afectada de un deterioro gradual y llegaría a ser un lago contaminado en el futuro. Es de urgente necesidad tomar medidas que permitan descontaminar las aguas del lago y del río San Juan, para evitar que se siga impactando negativamente el ambiente del lago, por lo que nos formulamos la siguiente interrogante: **¿cómo esta problemática de la contaminación por metales pesados (plomo) en el agua perjudica el normal desarrollo integral del ecosistema del lago Junín o Chinchaycocha y como es el mecanismos de depuración de las aguas que se viene dando con respecto a la presencia de la totora (*Scirpus californicus*)?**

1.2. Delimitación de la investigación.

Al conocer los resultados de estos estudios, son necesarios e imprescindibles realizar estudios en el lago Junín o Chinchaycocha y el río

San Juan, que forman parte del área de influencia de las actividades mineras que se realizan en la provincia de Pasco, para poder evaluar la capacidad de absorción que tiene la totora en la remoción de concentraciones de metales pesados (plomo) se delimito al área del Delta Upamayo, cuyos resultados se presentan en la presente investigación a fin de determinar el daño y los tratamientos que se realizarán en el futuro.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema Principal

¿Cuál será la capacidad de absorción de plomo en la totora (*Scirpus californicus*), en crecimiento en las aguas en la zona del Delta Upamayo-Lago Chinchaycocha-2019?

1.3.2. Problemas específicos

1. ¿Qué efecto tiene la variación del tamaño de la biomasa en la absorción de plomo de las aguas de la zona del Delta Upamayo en el lago de Chinchaycocha- Junín?
2. ¿Qué efecto tiene la variación del peso del absorbente en la remoción de plomo de las aguas de la zona del Delta Upamayo en el lago de Chinchaycocha- Junín?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Identificar la Capacidad de Absorción de plomo en la totora (*Scirpus californicus*), en crecimiento en las aguas en la zona del Delta Upamayo-Lago Chinchaycocha-2019.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Analizar el efecto de variación del tamaño de biomasa en la absorción de Plomo de las aguas de la zona del Delta Upamayo en el lago de Chinchaycocha – Junín.
2. Determinar el efecto tiene la variación del peso del absorbente en la remoción de Plomo de las aguas de la zona del Delta Upamayo en el lago de Chinchaycocha - Junín.

1.5. Justificación de la investigación

Las diversas actividades económicas que se desarrollan en nuestro país como: minería y las industriales, han permitido la alteración de los componentes del medio ambiente, que han ocasionado problemas de salud al hombre, animales y plantas.

El agua es indispensable para los seres vivos, es de interés primordial conservarla, libre de agentes contaminantes para poder disponer de ella sin riesgos para la salud. Sin embargo, en las últimas décadas el agua se ha contaminado, a gran escala debido a que el hombre ha vertido en los

efluentes diversos desechos mineros, industriales y domésticos, que contienen sustancias químicas. Entre los principales contaminantes presentes en el agua del lago Chinchaycocha y sus límites de la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático (lagunas y lagos) del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Agua según el ministerio del ambiente son: As (0,15 mg/L), Cd disuelto (0,00025 mg/L), Zn (0,12 mg/L), Hg (0.0001 mg/L), Pb (0.0025 mg/L), Cr+6 (0,011 mg/L) y Ni (0,052 mg/L) respectivamente, los cuales han sido clasificados como parámetros inorgánicos.

Somos conscientes del grado de contaminación que presenta actualmente el lago Chinchaycocha o Junín, en cuanto a la concentración de plomo en el agua, y puesto que el plomo es un elemento tóxico para el ser humano. Es un contaminante potencial, se estima que la exposición al plomo provoca 143,000 muertes cada año y es responsable 0,6 % de la carga de morbilidad mundial. El plomo es una sustancia tóxica, e incluso los bajos niveles de exposición al plomo provoca cada año alrededor de 600 000 nuevos casos de niños con deficiencias intelectuales.

Por tal motivo, con la finalidad de eliminar los contaminantes del agua, se han empleado varios métodos de descontaminación que permitan removerlos selectivamente en los efluentes. La absorción como tecnología para el tratamiento de aguas contaminadas, ha permitido eliminar ciertos elementos químicos tóxicos, con una alta eficiencia, simplicidad de proceso y bajo costo.

Además, se han utilizado diversos materiales absorbentes económicos y cada uno es de gran importancia para la remediación de problemáticas

ambientales, considerando que es necesario estudiar nuevos materiales absorbentes como alternativas, en este caso para el presente estudio se va a tomar la biomasa de la totora (*Scirpus californicus*), por tener características físico-químicas óptimas para ser utilizados como adsorbente en la remoción del plomo (II) en el agua del lago Chinchaycocha.

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones que podrían existir en el proceso de desarrollo de esta investigación son:

1. La adquisición del presupuesto para realizar los diferentes análisis dentro del laboratorio, y con ello mencionar la falta de apoyo económicos de los gobiernos locales y regionales para la realización del presente estudio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

El trabajo de investigación tiene como objetivo Evaluar la influencia del tiempo de contacto (Θ_1 , Θ_2 , Θ_3 , Θ_4 , Θ_5 y Θ_6) en la capacidad de remoción de cobre y zinc por la planta nativa *Scirpus Californicus* (Totora) en la comunidad de Pomachaca – Tarma.

El propósito del estudio fue remover Cobre y Zinc aplicando la fitorremediación por la especie vegetal, realizándose el estudio por duplicado durante 15 días analizando las muestras de agua cada 3 días. Se realizó en tres etapas: La primera etapa la caracterización del agua obteniendo; pH 7,98 y una temperatura de 13,76°C, se determinó los metales presentes en el agua: cobre 0.012 mg/L, hierro 0.008 mg/L, plomo 0.001 mg/L y 0.023 mg/L de Zinc. En la segunda etapa se realizó el análisis

físico – químico del agua determinando el comportamiento de la temperatura en la remoción, los tratados con Cu con un valor de 12.25 a 17.35°C y los tratados con Zn de 11.80 a 15.0°C. El comportamiento de pH en la remoción fueron los tratados con Cu de 2.58 a 3.68 de pH y los tratados con Zn de 2.51 a 3.33 de pH al cero y quince días respectivamente; en la tercera etapa se realizó el flujo grama de la evaluación de remoción de cobre y zinc por la planta a diferentes tiempos de contacto mediante el Método 3500.Cu.B. y 3500.Zn.B. Se obtuvo las diferencias entre la remoción de cobre y zinc por la planta, obteniendo la remoción de 5.00 a 0.93 ppm de Cobre y de 5.00 a 2.13 ppm de Zn respectivamente.

Los resultados indican que la planta nativa *Scirpus Californicus* (Totora) tiene la capacidad de almacenar en su estructura elementos contaminantes como son los metales, obteniéndose para el cobre una remoción de 81.50% ($P=0.000$). Y para el zinc una remoción de 57.50% ($P=0.000$), concluyendo que existe una relación logarítmica entre tiempos de contacto y % de remoción. (CHAGUA y TARDIO, 2015)

En el estudio de adsorción de metales pesados sobre lodos de horno alto, realizados por López-Delgader, Pérez y López (1998), afirman que entre las teorías de Freundlich y Langmuir, fue la teoría de Langmuir que mejor se ajustó al proceso de adsorción de los iones de los metales pesados como Pb, Cu y Zn. La utilización del lodo de horno alto como adsorbente para la eliminación de diferentes metales pesados de efluentes acuosos ha

demostrado que es un material que posee una capacidad de adsorción igual o superior a otros materiales adsorbentes más convencionales.

En el trabajo de investigación titulado Biosorción de Cd, Pb y Zn por biomasa pretratada de algas rojas, cáscara de naranja y tuna, realizados por Vizcaíno y Fuentes (2015), mencionan que los metales como el Cd, Pb y Zn son considerados como contaminantes inorgánicos más importantes por su alto riesgo que presentan al medio ambiente. Asimismo, mostraron que la eficiencia de las tres biomásas como las cáscaras de tunas, naranjas y algas rojas que se utilizaron para remover el Cd y Pb fue de un 95%, estos resultados hacen prescindir que existe una mayor afinidad entre los iones del Cd y Pb, y una mejor relación entre los principios activos, mientras que el rendimiento para remover el Zn fue en un 62%, debido a una menor capacidad de intercambio de los radicales libres del metal con la superficie de los biosorbentes.

Estos sistemas tan complejos utilizan seguramente otros mecanismos como la precipitación y el atrapamiento de partículas, además de la biosorción, los cuales concentran los metales en el sedimento en formas que han reducido enormemente la movilidad y disponibilidad biológica como lo detallado en Araujo, Eusebio Antonio. Tratamiento de relaves de minería aurífera artesanal con *Gigartina Chamissoi*; para eliminación de mercurio (AREDO, 2011).

En trabajo de investigación “Eficacia de la biosorción de Plomo mediante cochayuyo pre-tratado (*Chondracanthus chamissoi*)” tuvo como objetivo demostrar la capacidad de biosorción de Plomo que tiene el Cochayuyo pre-tratado (*Chondracanthus chamissoi*). El tipo de investigación es experimental considerado también de intervención, prospectivo, analítico porque caracteriza los resultados de biosorción de muestras de algas en su contenido de plomo de una solución patrón como grupo control.

El cochayuyo (*Chondracanthus Chamissoi*) es un biosorbente eficaz, en la fase de vida esporofítica. El tratamiento del alga con cloruro de calcio (CaCl_2), tamaño de partícula menor a $75 \mu\text{m}$ presentó resultados óptimos para la biosorción del Pb (II) con una capacidad de biosorción de $111,72 \text{ mg. g}^{-1}$ el cual se ajusta al modelo de Freundlich y Langmuir. Se utilizó el equipo de adsorción atómica para determinar las concentraciones de plomo y para obtener las isothermas de adsorción la estadística descriptiva. El alga (*Chondracanthus chamissoi*) – Cochayuyos pre-tratados, es una alternativa de control, que permitirá descender el nivel de Plomo en residuos líquidos contaminados, provenientes de un proceso industrial (SICCHA, 2012).

El estudio de “Absorción y Acumulación de metales pesados en tres especies vegetales en suelos enmendados con lodos depuradora ha evaluado la capacidad de absorción y acumulación de metales pesados (Pb, Cu, Ni, Zn y Cr) en parte aérea (tallos y hojas) y raíces de tres especies vegetales, *Vicia sativa* L. (veza), *Hordeum vulgare* (cebada) y *Helianthus annuus* L. (girasol), sembradas en suelos enmendados con lodos de

depuradora en condiciones de invernadero. Se aplicaron lodos compostados con restos de poda a un suelo degradado de carácter básico procedente de un cultivo abandonado en la zona Centro de España (Alcalá de Henares) Se realizaron 3 tratamientos distintos para cada una de las especies ensayadas: Testigo (sin adición de lodo); Dosis baja-media de lodo (42,5 t/ha) y Dosis alta de lodo (85 t/ha) y 3 repeticiones por tratamiento. Se analizó el efecto de la dosis de lodo aplicada en la capacidad de acumulación de metales en distintas partes de la planta, con el fin de evaluar la absorción y traslocación de cada elemento. Este hecho podría limitar la aplicación de este tipo de enmiendas en suelos agrícolas. Del mismo modo se ha evaluado la posibilidad de uso de estas especies en procesos de Fito extracción. Las concentraciones totales de Cu, Zn, Cr y Pb en suelos incrementaron linealmente con la dosis de lodo aplicada en los ensayos con las tres especies vegetales, no observándose el mismo efecto para el Ni. En todos los casos, los valores de metales en los suelos fueron menores que los límites establecidos en la legislación (Directiva 86/278/CEE). En el análisis de metales en planta se observó en la cebada un incremento lineal en el contenido de todos los metales (excepto el Zn) en la parte aérea con la aplicación de lodos, sin embargo, este efecto no se produjo tan marcadamente en el girasol y a la vez, aunque si aumentó el contenido de metales en las plantas cultivadas en suelos enmendados con lodos. El contenido de metales totales en el sistema radicular de la cebada incrementó con la dosis de lodo aplicada. Esta misma tendencia se produjo en la veza para el Pb, Cu y Zn, y en el girasol para el Cu. En general las cantidades de metales acumuladas en la planta fueron mayores en la

cebada que en la veza y el girasol, siendo significativos los valores en el caso del Cu, Ni y Cr. Este hecho implica la necesidad del control de los contenidos en metales pesados en cereales para evitar su paso a la cadena alimentaria. (CABEZAS, ALONSO, PASTOR y LOBO, 2004)

2.2. Bases teóricas-científicas

2.2.1. Contaminación

Tiene origen vocablo latino “contaminatio”, que significa ensuciar, corromper o alterar por contacto, por lo que mencionamos que es la variación dañina y/o negativa realizada al estado normal de un objeto o una situación como consecuencia de una actividad que afecta de manera al medio ambiente y por lo tanto a las condiciones de vida y la salud de todo ser viviente.

La contaminación se denomina a la presencia en el ambiente de cualquier agente químico, físico o biológico nocivos para la salud o el bienestar de la población, de la vida animal o vegetal. Esta degradación del medio ambiente por un contaminante externo puede provocar daños en la vida cotidiana del ser humano y alterar las condiciones de supervivencia de la flora y la fauna. Alrededor de 2 millones de personas podrían morir cada año por alguna causa atribuible a la contaminación atmosférica, asegura la Organización Mundial de la Salud. Según el OMS la mayor cantidad de muertes se producen en los países en desarrollo donde se concentran altas densidades de partículas nocivas para la salud.

La población humana crece según una progresión geométrica y la demanda de alimentos y necesidades básicas para la vida del hombre son cada vez mayores. El aumento en el consumo de diversos productos y desechos, provocados por el ser humano, trae como consecuencia la generación de sustancias tóxicas.

Los grupos más vulnerables frente a la contaminación son: niños, mujeres embarazadas, personas con afecciones respiratorias y ancianos con enfermedades crónicas.

Otro sector de la población con un alto riesgo de padecer los efectos causados por la contaminación atmosférica son los que trabajan al exterior o en lugares donde se está más expuesto a emisiones de contaminantes, como pueden ser calles llenas de tráfico vehicular, empresas industriales de cualquier rubro económico.

Algunos estudios vinculan la pobreza con una mayor probabilidad de padecer los efectos de la contaminación atmosférica. Los pobres viven hacinados en casas sin las necesidades básicas, en condiciones perjudiciales para la salud de sus hijos o cultivando en tierras degradadas (FAO, 2000).

La contaminación es la introducción de sustancias anómalas que modifican o alteran al ecosistema, físico o un ser vivo. El contaminante puede ser una sustancia química, energía como sonido, calor, luz o radiactividad (Salcedo, 1990).

2.2.2. Contaminación del agua

Esta contaminación se da cuando encontramos sustancias químicas dañinas en los océanos, mares, ríos y lagos; causadas de manera natural como desintegración de materiales orgánicos, es decir de fuentes naturales o como también por acción del hombre a través del uso de distintos químicos, los cuales son liberados y drenan a las escorrentías para después ser transportados hacia ríos, penetrando en aguas subterráneas o descargando en los mares, he ahí se vuelve impropia o peligrosa para el consumo humano, para la agricultura, la pesca, así como también para los animales

La Autoridad Nacional del Agua (2013) define al agua como un recurso natural finito, estratégico y vulnerable, esencial para sostener la vida; base para desarrollo económico, es insustituible para la sostenibilidad ambiental del Perú.

El ANA (2013) contextualiza a la contaminación del agua como la acumulación indeseable de sustancias, organismos y cualquier forma de energía en un sistema hídrico. En cuanto a las aguas del país, es la acumulación de diversos elementos y sustancias aportados por vertimiento de aguas residuales crudas o insuficientemente tratadas que superan la capacidad de asimilación y/o autodepuración del cuerpo receptor generando concentraciones en el cuerpo de agua que exceden el estándar de calidad normado en la zona sometida a regulación.

2.2.3. Causas de la contaminación del agua

2.2.3.1. Causas no estructurales: Las menos entendidas, las menos gestionadas y las más difíciles de abordar

A. El sistema educativo y los modelos mentales

Determinan la forma de pensar y actuar de la sociedad, en el contexto de la naturaleza. Es el que determina los modelos mentales de la sociedad en general.

B. Incumplimiento de la normatividad ambiental del país

Es la abundancia de las leyes, pero nadie las cumple, esto quiere decir que la ley no resuelve la problemática de la contaminación del agua (ANA, 2000).

Tabla 1. La contaminación del agua es el resultado de los modelos mentales

Modelo mental	Forma de actuar	Resultado
Tecnocrático	Conocimiento técnico sesgado de los funcionarios (obras, obras...)	Obras faraónicas, sector agrario pobre...

Político	Actuar por actuar o actuar por conveniencia	No existe una política ambiental definida y coherente con las necesidades del país
Economicista	Desarrollo sin tomar en cuenta los aspectos ambientales. Criterios de mínimo costo	Contaminación, deterioro del ambiente y depredación de los recursos naturales
Educativo	Simplicista, sin mayor análisis de la problemática ambiental del país.	Sociedad consumista y escasa cultura o conciencia ambiental

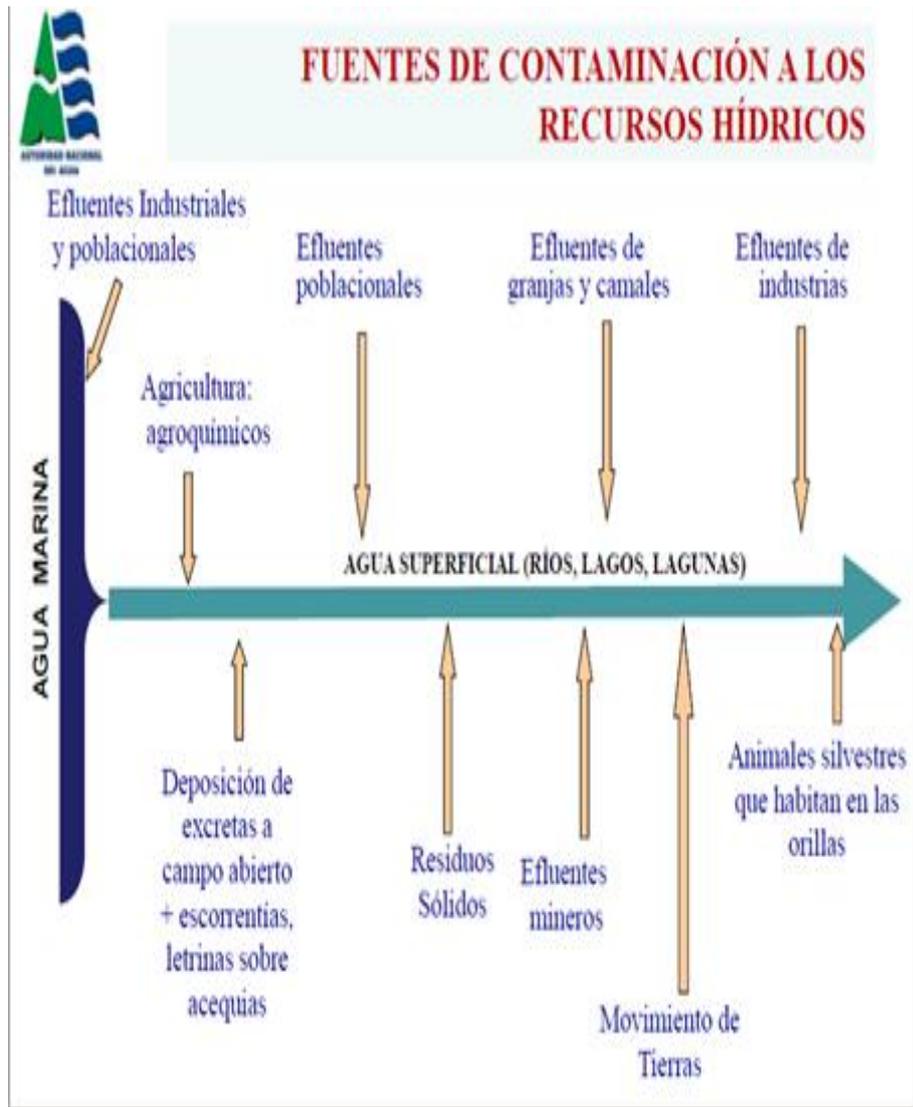
Fuente: ANA, 2000.

2.2.3.2. Las causas estructurales: son las más simples de abordar, ya que está referida a todos los aspectos técnicos referidos con la contaminación del agua, como son:

A. Contaminación por vertimientos urbanos: La mayor parte de los centros urbanos vierten directamente los desagües ya sean aguas negras o servidas a los ríos, lagos o al mar; los desagües contienen excrementos, detergentes, residuos industriales, petróleo, aceites que son tóxicos para los seres vivos.

- B. Contaminación por vertimientos industriales:** La industria es uno de los principales factores que provocan la contaminación del agua; desafortunadamente miles de empresas aún desconocen el buen uso que se debe dar a este recurso y vierten cantidades de productos contaminantes derivados de sus procesos industriales.
- C. Contaminación por vertimientos mineros:** Esta forma de contaminación de las aguas es muy difundida y tiene como responsables directos a las empresas industriales como los centros mineros y las concentradoras; ya que los relaves mineros contienen fierro, cobre, zinc, mercurio, plomo, arsénico y otras sustancias sumamente toxicas para las plantas, los animales y el ser humano.
- D. Contaminación por vertimientos agrícolas.** - La gran mayoría de los procesos agrícolas en la actualidad emplean fertilizantes y productos químicos para el cultivo y la producción de los alimentos; estos productos se filtran a través de canales subterráneos que, en la mayoría de los casos, terminan en las redes de agua que utilizamos para nuestro consumo.

Ilustración 1: Fuentes de contaminación del agua



Fuente: ANA, 2000.

La actividad minera y la contaminación del agua

- ✓ La minería se encuentra presente en 20 regiones del país.
- ✓ La minería utiliza aproximadamente 6,6 m³/s de agua.
- ✓ Existe aproximadamente 257 plantas de beneficio, 164 se localizan en la cuenca del pacífico.
- ✓ Procesan 120111959 Tn/año de mineral.
- ✓ Generan pasivos ambientales (relaves mineros, aguas ácidas, suelos degradados, etc.).

- ✓ Genera conflictos sociales (ANA, 2000)

2.2.3.3. Factores de contaminación del agua

La contaminación causada por la actividad minera es más peligrosa tanto para la salud de la población como para los ecosistemas acuáticos. Por qué la contaminación minera aporta metales pesados y otras sustancias tóxicas entre ellos: Plomo, Hierro, cobre, mercurio, arsénico, cianuro, etc. y otros que afectan la calidad del agua como los sólidos suspendidos sociales (ANA, 2000).

2.2.3.4. Efectos de la Contaminación del agua en la salud

El agua que nos proporcionan, en sus distintas formas, la naturaleza, no reúne los requisitos para ser consumida de forma directa por el ser humano, debido a la contaminación que contiene, es por ello que el agua representa un gran problema de salud Pública. Los mecanismos de transmisión de las enfermedades pueden ser:

A. Directos.

Por ingestión de agua contaminada, procedente de abastecimientos de grandes poblaciones o de pozos contaminados. En otros casos es por contacto cutáneo o mucoso (con fines recreativos, contacto ocupacional o incluso terapéutico) pudiendo originar infecciones locales en piel dañada o infecciones sistémicas en personas con problemas de inmunodepresión.

B. Indirecto.

El agua actúa como vehículo de infecciones, o bien puede transmitirse a través de alimentos contaminados por el riego de aguas residuales. Así mismo, los moluscos acumulan gran cantidad de polivirus y pueden ser ingeridos y afectar a los seres humanos. Finalmente, algunos insectos que se reproducen en el agua son transmisores de enfermedades como el paludismo o la fiebre amarilla.

La susceptibilidad de las personas a estas infecciones depende de una serie de factores como son: edad, higiene personal, acidez gástrica (representa una barrera para la mayoría de los patógenos), la motilidad intestinal (impide la colonización intestinal al favorecer la eliminación de los microorganismos) la inmunidad (desempeña un papel importante aumentando o disminuyendo la susceptibilidad (Díaz, 2015).

2.2.4. Absorción de Metales Pesados en las Plantas

Es un proceso el cual los iones metálicos son introducidos a través de la raíz en una estructura molecular depositado en la planta esto se consigue en un enlace químico de naturaleza orgánica.

En los últimos años ha crecido espectacularmente el interés en las plantas que pueden acumular y tolerar cantidades inusualmente altas de metales en los tejidos de su parte raíz, tallo y hojas. Las investigaciones con estas plantas llamadas hiperacumuladoras de

metales se han multiplicado por su potencial utilidad para el hombre como herramienta en la limpieza de suelos y aguas contaminadas. La fitoextracción es una técnica "in situ" dentro de la fitorremediación basada en el uso de plantas y sus microorganismos asociados para disminuir la concentración de elementos químicos inorgánicos en suelos y en las aguas contaminadas.

La reducción del contenido de metales pesados (plomo) hasta niveles óptimos permite la reutilización del suelo y el agua al ser tratada, evitando la transferencia de éstos a aguas subterráneas o zonas cercanas por acción del viento y/o erosión del agua. Sin embargo, existen muchas cuestiones sin resolver en relación a la evolución de estas características tan inusuales que presentan las plantas (Baker et al., 2000; Schat et al., 2000; Macnair, 2003). Por otra parte, las plantas hiperacumuladoras tienen mecanismos de absorción y de tolerancia para poder resistir los elevados niveles de concentración de metales acumulados en sus tejidos que serían extremadamente tóxicos para otros organismos. La hiperacumulación de metales en las plantas es un proceso activo que parece estar implicado en la protección de la planta contra patógenos y herbívoros, confiriéndole una posible ventaja adaptativa que aún no está firmemente establecida (Behmer et al., 2005; Poschenrieder et al., 2006; Salt, 2006).

También debemos de considerar que la aplicación de la fitoextracción no elimina el metal del medio, sino que lo transfiere

a un organismo, quedando por resolver de forma efectiva qué hacer con las plantas una vez acumulado el metal en ellas. El plomo como metal puede, como se ha manifestado, no ser tóxico para la propia planta, pero sí para cualquier otro organismo vivo que se alimente de ella. Se debería controlar en qué situaciones es favorable el uso de esta técnica y hasta qué punto, las plantas hiperacumuladoras son una buena herramienta en la aplicación de la fitorremediación.

2.2.5. Las plantas frente a los metales pesados

Estudios realizados nos indican que todas las plantas absorben metales del suelo donde se encuentran, pero en distinto grado de concentración, dependiendo de la especie vegetal y de las características y de los contenidos en metales. Las plantas generan y pueden adoptar distintas estrategias frente a la presencia de metales en su entorno (Baker, 1981; Barceló et al., 2003). Unas basan su resistencia a los metales con la estrategia de una eficiente exclusión del metal, restringiendo su transporte a la parte aérea. Otras logran acumular el metal en la parte aérea en una forma no tóxica para la planta. La exclusión es un mecanismo de las características de las especies sensibles y menos tolerantes a los metales, mientras que la acumulación es más frecuente y común en las especies que aparecen siempre en suelos contaminados o mineralizados.

De acuerdo a Baker (1981) las plantas hiperacumuladoras pueden superar en 100 o más veces los valores normales de metales

acumulados. Estas plantas son especies muy tolerantes a uno o más metales pesados y a menudo su distribución está restringida a suelos ricos en un amplio rango de concentraciones de metales, pues no son competitivas en zonas no contaminadas. La hiperacumulación ha evolucionado en más de 400 especies de plantas repartidas en 45 familias botánicas, siendo la familia Brassicaceae una de las que cuenta con más géneros de este tipo. Se encuentran distribuidas por todo el mundo, predominando en Nueva Caledonia, Cuba y la región Mediterránea, entre otros lugares (Baker et al., 2000).

La capacidad de vivir y crecer en suelos contaminados, acumulando concentraciones de cantidades de metales pesados las convierte a las hiperacumuladoras en organismos muy indicados para la fitoextracción. La hiperacumulación implica la existencia de mecanismos internos en las plantas de detoxificación de los iones metálicos libres para evitar que puedan causar daño oxidativo a las células. La planta puede protegerse formando complejos metálicos estables menos tóxicos con quelantes (como fitoquelatinas, ácidos orgánicos, aminoácidos o fenoles de tipo flavonoides) y/o secuestrando los metales desde zonas con un metabolismo activo (citoplasma) hacia el interior de vacuolas o en la pared celular, dónde no puedan ocasionar efectos adversos (Krämer et al., 1996; Tolrà et al., 1996; Barceló et al., 2002; Schat et al., 2002; Vázquez et al., 2006). Parece ser que la tolerancia en estas plantas no viene determinada por la acción de un solo

mecanismo interno, sino de varios, que actúan conjuntamente. También indicar que, por lo general, las plantas hiperacumuladoras presentan una tasa de crecimiento baja, poca producción de biomasa y un sistema radicular pobre, posiblemente debido al coste energético que supone acumular niveles de concentración de metales en su interior que pueden exceder valores tan altos como el 1% del peso seco de la planta. Si el coste energético de esta protección interna es tan elevado, nos preguntamos si esta hiperacumulación es, en realidad, una ventaja adaptativa para estas plantas.

2.2.6. Ventaja adaptativa de la hiperacumulación para la planta

Existen varias hipótesis sobre el valor adaptativo de la hiperacumulación, pero la más actual es su función en la protección de la planta contra el estrés biótico causado por patógenos y herbívoros. Esta propuesta es muy atractiva para explicar la razón de ser de las plantas hiperacumuladoras, y difiere de la defensa química natural existente en todas las plantas, basada en la síntesis de productos orgánicos procedentes del metabolismo secundario (Martens et al., 1994). Este tipo de protección requiere ciertas condiciones: la primera es que el metal sea más tóxico para el patógeno o herbívoro que para la planta; la segunda, que el metal impida la virulencia del patógeno o herbívoro, y finalmente, la tercera, que el metal incremente la resistencia de la planta frente al factor causante del estrés biótico.

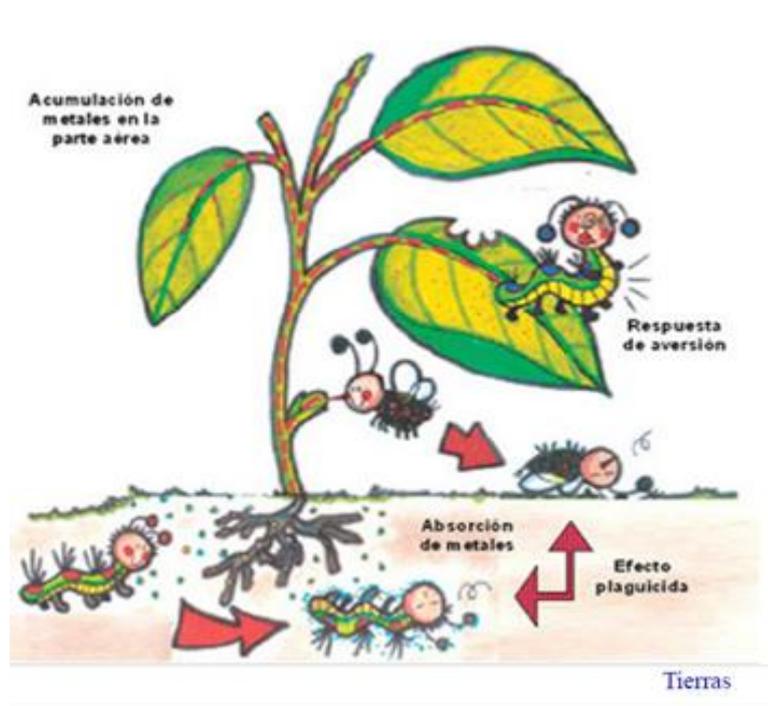
Para que el ataque o la agresión del patógeno o herbívoro progrese, es necesaria una interacción a tres bandas: huésped, patógeno y entorno. A parte de la virulencia del patógeno y la susceptibilidad del huésped, los factores ambientales más relevantes que determinan la intensidad del ataque son el clima, las propiedades del suelo, la competencia y la actividad humana. El nivel de metales en el suelo puede tener una influencia positiva o negativa en la virulencia del patógeno y la susceptibilidad de la planta. La deficiencia de elementos esenciales amenaza el buen desarrollo de ambos organismos mientras que la resistencia a la toxicidad por metales determinará el tipo de interacción huésped-patógeno.

Hay muy poca información de la influencia de un exceso de metales en la relación planta-patógeno. En algunos estudios se ha observado que los herbívoros que consumen plantas con altos contenidos en metal responden a su presencia viéndose afectados por su toxicidad (efecto plaguicida) o con una aversión posterior a la planta debido a su palatabilidad disuasiva (receptores del sabor) o por indigestión). Este aprendizaje asociativo reduce consecuentemente la intensidad del ataque.

En otros trabajos realizados con caracoles (Noret et al., 2005), la reacción de aversión no se observó hacia plantas con un alto contenido en Zn, sino a elevados niveles de glucosinolatos, moléculas relacionadas con el contenido del metal (Tolrà et al., 2001). La disponibilidad de una elevada concentración de metales

tóxicos puede tener, por lo tanto, un impacto positivo, negativo o nulo en el desarrollo del estrés biótico.

Ilustración 2: Respuestas de patógenos y herbívoros frente a la presencia excesiva de metales (modificado de Poschenrieder et al., 2006)



Los metales pesados están presentes de forma natural en los suelos, pero en los últimos años las actividades industriales y la deposición de residuos tóxicos de todo tipo han contribuido a la acumulación de estos elementos en los suelos. A menudo la contaminación por metales pesados está directamente causada por la actividad industrial y minera, pero los casos más graves se han dado de forma accidental (Ej. Minas de Aznalcóllar). Metales como el Pb, Hg, Cd, As, Se y Cr son muy dañinos para la salud

humana y para la de la mayoría de organismos vivos. Son elementos no degradables, ni química ni biológicamente, con lo que acaban acumulándose en los suelos. Si además se filtran a las aguas subterráneas, su control se hace muy difícil y acaban entrando en la cadena alimenticia, sea a través del agua de bebida o a través de los cultivos en suelos agrícolas contaminados, suponiendo un riesgo potencial para la salud.

En 1993 se realizaron los primeros experimentos utilizando plantas hiperacumuladoras para extraer metales de lugares contaminados (McGrath et al., 1993 y 2006), y desde entonces se han descubierto muchas plantas con esta capacidad, que acumulan distintos metales (*Alyssum* sp.-Ni, *Thlaspi caerulescens*-Zn/Cd, *Melastoma malabanthricum*-Al, etc.). La capacidad de absorción por parte de la planta varía según el tipo de contaminante, tipo de suelo y pH del mismo, por lo que aparece la posibilidad de adaptar la elección del cultivo al nivel y tipo de contaminación (generalmente hojas > semillas).

Una ventaja del uso de plantas hiperacumuladoras es que pueden ser tolerantes a más de un metal y, por lo tanto, tienen una gran flexibilidad, es decir, una gran habilidad para adaptarse a ellos en los lugares de contaminación. La extracción de los metales del suelo por parte de las plantas no supone ningún daño para la zona tratada a diferencia de otras técnicas ya existentes y más caras (vitrificación, eliminación y reposición, etc.) que eliminan los organismos vivos asociados al suelo o alteran su estructura; todo

lo contrario, el sistema radicular de las plantas tampona el suelo químicamente y lo estabiliza frente a la erosión y la presencia de vegetación es estéticamente placentera (Meagher et al., 2000; Chaney et al., 2000; Barceló et al., 2003).

Pero para que esta técnica sea efectiva, se requiere una planta con gran producción de biomasa aérea, para acumular mayor cantidad de metal y para facilitar su recogida con técnicas agrícolas tradicionales, y de un sistema radicular bien desarrollado que explore y limpie extensas áreas de suelo. También es conveniente que presente una tasa de crecimiento elevada. Sin embargo, estas características no siempre conviven en las plantas hiperacumuladoras (Meagher et al., 2000; Barceló et al. 2001 y 2003).

2.2.7. La Titora (*Scirpus californicus*)

Es una planta herbácea perenne acuática que crece, tanto de manera silvestre como cultivada, en lagunas, zonas pantanosas, huachaqués 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.

Aunque no existen datos exactos al respecto, se estima que la totora se encuentra en una situación incierta, debido a la sobreexplotación sin reposición de sus estoques, hecho que viene ocurriendo desde hace siglos en los cada vez más impactados humedales del Perú. Esto también se debe, entre otros factores, al crecimiento urbano desordenado que invade los humedales y al uso indiscriminado del agua y su contaminación.

Tabla 1: Taxonomía de la Totora

Reino	Plantae
Filo:	Angiospermae
Clase:	Monocotiledoneae
Orden:	Cyperales
Familia:	Cyperaceae
Género:	Scirpus
Especie:	S. Californicus

2.2.7.1. Morfología

Tienen epidermis muy delgadas a fin de reducir la resistencia al paso de gases, agua y nutrientes; 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.

A. Tamaño

La Totora es una hierba acuática perenne, de escaso porte y fasciculada, que puede llegar a medir hasta 4 m de altura, de los cuales al menos la mitad está sumergida bajo el agua y la otra parte se halla por encima de la superficie.

B. Tallo

Posee un tallo erecto, liso, flexible, liviano, rollizo, triangular, similar al césped y sin tuberosidades en la base, nace en los nudos del rizoma, en forma de un cilindro cortical de poco espesor, sin ramificaciones, denominado propiamente (totora), en general tiene sección circular y algunas veces posee sección triangular en la parte superior.

C. Hojas

Las hojas de la Totora forman una vaina que rodea al tallo en la base. Están distribuidas en dos sectores: las hojas de la parte inferior de la planta presentan vainas foliares carentes de láminas, mientras que las superiores las desarrollan ocasionalmente.

D. Inflorescencia

La parte alta de la planta presenta una inflorescencia ramificada que por un lado es arqueada, debido al desarrollo de brácteas rígidas, y por otro es erecta en la prolongación del tallo. Las espigüelas son hermafroditas, abundantes, ovoides u oblongas. Presenta una cubierta floral espiralada, decidua, ovada, redonda en la parte posterior, con una nervadura

media fuerte y una lateral inconspicua u obsoleta.

E. Raíz

Las raíces de la totora por su origen, son adventicias de forma fibrosa y no desarrollan pelos radicales y tienen su origen en el tallo subterráneo o rizomas el diámetro de cada raíz variable de acuerdo a la edad de la totora. Dan anclaje a la planta en el substrato de fondo, su desarrollo es horizontal y crece de manera paralela a la superficie del suelo; su diámetro vario en 1 mm.

F. Rizomas

La totora tiene rizomas, esta parte de la planta viene a ser un tallo modificado que se desarrolla inmediatamente después de la raíz y también de manera paralela al suelo; es por ello que decimos que son tallos subterráneos; su corteza es de color blanco, con nudos a cada 2 a 6 centímetros de donde brotan las yemas que posteriormente se convierten en tallos. estos presentan a un lado raíces adventicias y a las otras ramas hacia la superficie.

G. Flores

Las pequeñas y/o diminutas flores de la Totora, están agrupadas en inflorescencia más o menos esféricas y muy compactas, son hermafroditas, es decir, reúnen en sí ambos sexos, y la envoltura floral está compuesta por 2 a 6 escamas.

H. Frutos

Esta planta produce frutos secos biconvexos o aplanados

convexos, lisos o transversalmente rugosos, con un pericarpio no soldado a ellos. El fruto contiene una sola semilla de forma similar a la lenteja.

2.2.7.2. Características:

Esta es una planta adaptada a condiciones de saturación de humedad e inundación, siempre que el agua no las cubra completamente. Es decir, soportan una fuerte limitación en la disponibilidad de oxígeno en el suelo. Comprenden una parte debajo del nivel del agua, y otra parte aérea. (Delgadillo, Camacho, Pérez y Andrade, 2010)

El papel de la totora se resume en los siguientes aspectos:

- Sirve de filtro para mejorar los procesos físicos de separación de partículas (Valdés, Curt & Fernández., 2005).
- Asimila directamente los nutrientes y metales, que son retirados del medio e incorporados al tejido vegetal (Frankart, Eullaffroy & Vernet, 2002).

a. Reproducción:

En la mayoría de los casos, la totora se reproduce vegetativamente. La reproducción por semillas es muy limitada debido a que generalmente no logran germinar.

La reproducción de la totora es:

- **Sexual**, Durante el ciclo de vida de la totora, llega a producir semilla y por esta razón que la totora tiene dos grandes fases en su proceso de crecimiento, cuando el

período de floración de las plantas llega a su pináculo, los frutos están preparados para que las semillas maduras puedan dar origen a nuevas plantas, cuando las semillas caen al agua y son llevadas a la orilla, donde entran en contacto con el sustrato y empiezan a germinar. Lamentablemente, éstas nuevas plantas no tienen muchas oportunidades para desarrollar y prosperar.

- **Asexual**, se da por la propagación de las plantas de totora que se extienden horizontalmente bajo el suelo formando nudos (yemas) cada 6 cm, aproximadamente, de los cuales brotan nuevos tallos lo que determina una densificación natural de los totorales, este tipo de reproducción es el más recomendado porque se producen individuos adaptados al medio ambiente.

Los rizomas llegan a entrecruzarse para luego formar una gran masa radicular.

2.2.8. El plomo

2.2.8.1. Generalidades del plomo

Plomo, de símbolo Pb, deriva de la palabra plumbum. Número atómico 82 y peso atómico 207.19. Se encuentra en el grupo 14 del sistema periódico, es un metal pesado, denso (densidad relativa, o gravedad específica, de 11.4 g/ml 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), las valencias químicas normales son 2 y 4, es relativamente resistente al ataque de los ácidos sulfúrico y clorhídrico, pero se disuelve con lentitud en ácido nítrico (Wagner, 1996).

Debido a la variedad de aplicaciones que posee el plomo y la gran importancia industrial que ha tomado este metal en la vida cotidiana, los humanos hemos presentado una exposición excesiva a los productos del plomo, los cuales se conoce que son tóxicos para la salud.

2.2.8.2. Producción

Los yacimientos principales de plomo están en Australia, Canadá, Estados Unidos, y Unión Soviética y Perú. La producción minera mundial es de aproximadamente 3.300.000 ton/año (Geankoplis, 1995), y sólo durante el año 2007 se produjeron en el mundo 3.3 millones de toneladas de concentrados de plomo, producto de las operaciones mineras. De éstas, los cinco países productores más importantes agrupan alrededor de 81% de toda la producción, siendo el más importante China con alrededor de 1 millón de toneladas de producción, le siguen Australia, Estados Unidos, Perú y México; en América Latina se produce el 14% del total, siendo los más importantes productores Perú (212.600 ton/año) y México (184.261 ton/año) (Villegas, 1995).

2.2.8.3. Fuentes de exposición

El plomo se encuentra en forma natural en el ambiente, pero en mayores concentraciones son encontradas en el ambiente por el resultado de las actividades humanas. El riesgo de exposición al plomo es distinto según se está en el ambiente general o en el ocupacional, donde la vía de absorción más importante es la respiratoria (Poma, 2008).

El plomo ingresar al organismo vía alimenticia y/o tracto respiratorio en áreas en donde el aire se encuentra contaminado, por vía oral al ingerir alimentos (enlatados), por el plomo que pudiera ser liberado en algunas industrias, como la de acumuladores, la gasolina y las pinturas que lo contengan, las tuberías de agua construidas de plomo, los recipientes como cazuelas, vasijas y/o la cerámica vidriada fundida a temperaturas no muy altas.

Los niños están expuestos al plomo, además, por algunos hábitos de vida o comportamientos tales como: comer tierra o pintura, jugar con juguetes elaborados con este metal o cuya pintura esté contaminada, por chupar o morder lápices de colores o crayolas, por ingerir alimentos sin lavarse las manos, por algunos remedios caseros que son portadores de plomo y por vía cutánea (Poma, 2008). Así las principales fuentes no ocupacionales de este metal son los alimentos (65%), agua potable (20%) y aire (15%).

2.2.8.4. Toxicidad del plomo

El plomo es un metal no esencial que puede causar toxicidad en todos los grupos de edad. El plomo es un catión divalente y se une fuertemente a grupos sulfhidrilo de las proteínas. La toxicidad del plomo puede ser atribuida a la alteración de enzimas y proteínas estructurales, pero este versátil tóxico tiene muchos más blancos (Poma, 2008).

La exposición del plomo puede causar anemia, hipertensión, disfunción renal, inmunotoxicidad y toxicidad reproductiva; se cree que los efectos neurológicos y conductuales asociados al plomo son irreversibles, no existe un nivel de concentración de plomo en sangre que pueda considerarse exento de riesgo; a continuación de tallamos los signos y síntomas de la exposición al plomo.

Signos y síntomas de una exposición continúa al plomo.

A. Exposición muy baja

Disminución de memoria, falta de concentración en el aprendizaje, deficiencia en el cociente de inteligencia, problemas en la habilidad verbal, deficiencia en la atención, pronunciación y audición, signos de hiperactividad, pérdida de apetito. aprendizaje, cociente de inteligencia, habilidad verbal, atención, pronunciación y audición, signos de hiperactividad.

B. Exposición leve

Parestesias, mialgias, entumecimiento, cefalalgias, fatiga leve, cansancio, irritabilidad, insomnio, letargia, molestias

abdominales, cólicos abdominales.

C. Exposición moderada

Artralgias, fatiga, dificultad de concentración, cansancio muscular, cefaleas, encefalitis, dolor abdominal difuso, vómitos, pérdida de peso, estreñimiento e ingestión.

D. Exposición alta

Parestesias, parálisis, encefalopatía (puede causar convulsiones, alteración de la conciencia, coma y muerte), línea azul oscura en las encías, cólicos intermitentes y severos (Poma, 2008)

La adsorción del plomo ocurre tanto por vía respiratoria como digestiva; al llegar el plomo al torrente circulatorio desplaza al hierro de la hemoglobina y se forma lo que se conoce como plumbemia en donde se da una disminución de la hemoglobina lo que ocasiona entre otros la falta de apetito (anorexia), debilitamiento del cuerpo, dolor de cabeza, dolores abdominales, así como alteraciones neurológicas (Poma, 2008).

2.3. Definición de términos básicos

- **Arcilla:** Sustancia mineral, impermeable y plástica, formada principalmente por silicato de aluminio. El tamaño del grano es inferior a 0.002mm.
- **Biorremediación:** Reparación de un daño ambiental y/o ecológico, por medio de organismos vivos, logrando reducir el riesgo a niveles

aceptables.

- **Constante dieléctrica:** Parámetro que describe las propiedades eléctricas de un medio. Es adimensional.
- **Contaminación:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.
- **Contaminante:** Toda materia o energía en cualquiera de sus esta dos físicos y químicos, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.
- **Degradación:** proceso en el cual un compuesto orgánico puede ser transformado, bajo ciertas condiciones ambientales y por métodos físicos, químicos o biológicos.
- **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.
- **Escorrentía:** Agua que fluye directamente desde la superficie del suelo a las corrientes, ríos y lagos.
- **Lixiviación:** Proceso por el cual los nutrientes, minerales y contaminantes son arrastrados por el agua infiltrada en los suelos.
- **Relleno sanitario:** Fracción de suelo seleccionada por estrictos estudios geológicos y de impacto ambiental, utilizada para la disposición final de los residuos sólidos urbanos.
- **Remediación:** Reparación de un daño ambiental y/o ecológico, por medio de técnicas físico –químicas, logrando reducir el riesgo a niveles

aceptables. La forma e intensidad de la intervención quedará establecida en función del tipo y detalle de la evaluación de riesgo realizada en el sitio.

- **Sistema Abiótico:** Sistema en el cual sus componentes constitutivos son materia no viva y estos acondicionan los ecosistemas terrestres (Temperatura, precipitaciones, humedad).
- **Sistema Biótico:** Todo lo viviente. Un sistema o asociación biótica comprende todos los organismos vivos presentes en un área determinada y estos establecen relaciones entre sí.
- **Sorbato:** Ion o molécula que es potencialmente capaz de unirse a un sorbente.
- **Sorbente:** Material orgánico o inorgánico capaz de unir iones o moléculas.
- **Sustancias húmicas:** Compuestos orgánicos ácidos existentes en los suelos, debido a la degradación de la materia orgánica por medio de microorganismos, estos contribuyen a mejorar la actividad microbiana del mismo como son bacterias, hongos y actinomicetos, lo cual resulta en mejores condiciones para el establecimiento de las raíces y consecuentemente de la planta.
- **Tratamiento:** Es la acción de transformar los residuos (líquidos o sólidos) o sus propiedades con el fin de eliminar o evitar los riesgos no deseados a la salud del hombre y al equilibrio de los ecosistemas.

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La biomasa de totora (*Scirpus californicus*) es buen absorbente para la remoción de Plomo de las aguas de la zona del Delta Upamayo del lago Chinchaycocha – Junín.

2.4.2. Hipótesis específicas

1. El tamaño de biomasa de totora (*Scirpus californicus*) favorece la absorción de Plomo de las aguas de la zona del Delta Upamayo en el lago Chinchaycocha - Junín.
2. La variación del peso del absorbente influye en la remoción de Plomo de las aguas de la zona del Delta Upamayo en el lago Chinchaycocha - Junín.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

Biomasa de totora (*Scirpus californicus*)

2.5.2. Variable dependiente

Absorción de plomo en la totora (*Scirpus californicus*), en la zona del Delta Upamayo- Lago Chinchaycocha.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 2: Matriz operacional de variables e indicadores

Variable	Indicadores	Unidad	Instrumento	Fuente
Dependiente				
Absorción de plomo	Concentración de plomo	mg/L	Espectrofotometría de absorción atómica	Lago Chinchaycocha
Independiente				
Biomasa de Totora	Tamaño Peso	um mg	Tamiz Balanza analítica	Totora

FUENTE: Elaboración propia

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación será aplicada, dado que se plantea dar solución a las aguas contaminadas por los metales pesados, en especial el plomo (II), presente en la zona del Delta Upamayo en el lago de Chinchaycocha – Junín, asimismo, observará en la realidad como se presentan y relacionan las variables intentando establecer una comparación objetiva entre éstas. A su vez es sustantiva dado que haremos uso del análisis de laboratorio que permita recopilar información confiable que sirva de base para otros estudios que profundicen en la relación existente entre el nivel de concentración de plomo con la totora de especie *Scirpus californicus* en el ambiente del lago de Chinchaycocha.

3.2. Métodos de investigación

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad realizar la evaluación de la absorción de plomo (II) por acción de la Totora (*Scirpus californicus*) y determinar su capacidad absorbente de la biomasa en estudio.

De lo cual nos permite mencionar que la aplicación de la investigación a problemas en circunstancias y características concretas, esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías (Supo, 2015).

Enfocándonos en el nivel explicativo orientado a obtener información cuantitativa de las variables de estudio. Evaluando el fenómeno a investigar, desde el punto de vista científico explicar es medir, describir relacionar lo que se investiga (Diaz, 2010)

3.3. Diseño de investigación

El Diseño de investigación es el diseño no experimental, por la cual se realizó análisis de comparación de la absorción del plomo de las muestras de la especie de **Scirpus californicus** de la zona del Delta Upamayo en el lago de Chinchaycocha – Junín, de manera transversal empleándose los métodos de análisis de campo y del laboratorio, tomando en cuenta el tamaño de la biomasa y el peso de la biomasa.

3.4. Población y muestra

A. Población

El presente estudio de investigación se realizó dentro del área de influencia del lago Chinchaycocha, ubicado entre la provincia de Pasco y Región de Junín, a 4.080 msnm, y pertenece a la Reserva Nacional de Junín (RNJ).

B. Muestra.

Representa 12 muestras de plantas de *Scirpus californicus* seleccionados de la zona del Delta Upamayo impactadas del lago Chinchaycocha, como la toma de muestras de agua y de la biomasa de la totora.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las plantas fueron recolectadas con herramientas manuales como palas y barrenos, para lo cual se usaron fundas con el sustrato del sitio.

Las muestras recolectadas fueron trasladadas al laboratorio de ingeniería ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, donde fueron procesadas las muestras de la planta, para ver también la caracterización de la planta en la raíz, tallo y hojas suelo y colocarlo en los recipientes plásticos para ser enviados para su respectiva evaluación.

El protocolo de campo para la colecta y mantenimiento de las unidades experimentales se muestra en el diagrama siguiente:



Una vez secas las muestras se ingresaron con las etiquetas al laboratorio de análisis químico de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Posteriormente se realizó la espectrofotometría de absorción atómica modalidad llama para la cuantificación del plomo absorbido por las plantas.

3.5.1. Espectrofotometría De Absorción Atómica

Las muestras secas fueron maceradas y entraron al proceso de digestión ácida para eliminar todo residuo orgánico de la muestra, esto se lo realiza añadiendo a 0,5 g de muestra con 8 ml ácido nítrico al 65% y siguiendo el procedimiento que se estableció en la investigación. Finalmente se colocará las muestras en horno digestor.

Cada análisis se realizó por duplicado para mayor precisión de los datos finales. Una vez digeridas las muestras finales entraran al

espectrofotómetro para su lectura. Antes de esto se realizó la curva de calibración con la solución de plomo estándar con 5 puntos de concentración.

Finalmente se procederá a realizar la lectura de cada muestra para conocer la cantidad de plomo absorbido por cada una de ellas planta.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

a. Recolección de la información

La técnica documental tiene como objetivo en la investigación documental es elaborar un marco teórico conceptual para formar un cuerpo de ideas sobre el objeto de estudio.

- A base de lectura. (Libros, Monografías, Revistas, Tesis), análisis de documentos y Internet.
- Ficha de trabajo. Que nos permite ordenar y clasificar los datos consultados.
- El Cuestionario. Porque nos permiten aislar ciertos problemas que interesan y precisan el objetivo de estudio y utilizar todos los materiales para empezar el estudio técnico. Observación. Que se hizo referencia a la percepción visual para el registro de respuestas tal como se presentaron.
- Ficha de Campo. Esta ficha se utilizó para anotar los datos recogidos en campo y en la toma de muestras.

- Fotografías. Se utilizó para recoger evidencias del lugar de estudio.

b. Procesamiento y análisis de datos

Se procedió a la siguiente secuencia para el análisis de datos:

- Revisión de material recolectado. - Se realizó coordinaciones con los funcionarios y personal técnico que tienen que ver con la conservación del lago Chinchaycocha, Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP), para luego proceder y obtener datos de encuestas y determinar en función al objetivo de la investigación.
- Codificación textual de datos. - La codificación de datos es un método de orden para su elaboración de los cuadros del estudio y obtener los resultados esperados y contrastarlos con la hipótesis.
- Interpretación de datos. - Una vez ordenados los datos se pasa a interpretarlos de acuerdo con la realidad del estudio.

3.7. Tratamiento estadístico

De los datos de la investigación obtenidos, estos fueron almacenados, analizados y se procedió a su evaluación con el software (Microsoft Excel).

Luego se construyeron con ellos cuadros estadísticos, calculando la interpretación necesaria para los objetivos pertinentes de la investigación,

Trabajando con los datos mediante las tabulaciones y de cuadros estadísticos.

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

La selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación se realizó el seguimiento de la siguiente manera:

Se identificó la zona del delta Upamayo- Lago Chinchaycocha, para ello se utilizó la cámara y el equipo de GPS para la orientación geográfica, con la finalidad de evidenciar lo observado

De la finalidad de investigación desarrollada de manera explicativa y descriptiva de la evaluación de la capacidad de absorción fue validada por el laboratorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú y a su vez por el asesor de la presente tesis.

3.9. Orientación ética

La presente investigación tubo la orientación ética, en la valoración de la especie de *Scirpus californicus*, buscando de esta forma de ver si puede ser un buen ejemplar en la absorción de plomo del ambiente de la zona del Delta Upamayo - lago Chinchaycocha.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

A partir de los datos adquiridos de la capacidad de Absorción de plomo, datos procedidos del crecimiento de la totora (*Scirpus californicus*) en las aguas de la zona del Delta Upamayo-Lago Chinchaycocha; que establece que existe una relación de recolector datos del agua y relacionarlo en las plantas de la **totora (*Scirpus californicus*)**, en el uso de estos valores para la representatividad de la absorción del plomo.

Este monitoreo es especificado en el cuerpo receptor (recurso hídrico), como también en la planta, la totora fue tomados de los puntos de la Orilla Sur oeste – embalse Upamayo, Orilla Sur este – (A 30 m del Delta Upamayo, Río San Juan antes de la desembocadura al Delta Upamayo).

Tabla 3: Ubicación de las 12 muestras de totora extraídas y análisis de concentración

N°	Descripción	UBICACIÓN			LUGAR
		Norte UTM	Este UTM	Altitud	
01	Orilla Sur oeste – embalse Upamayo	8792792	361764	4099	Delta Upamayo
02	Orilla Sur este – Delta Upamayo.	8793496	362005	4089	
03	Orilla Sur este – (A 30 m del Delta Upamayo)	8793546	362054	4100	
04	Río San Juan antes de la desembocadura al Delta Upamayo.	8797806	361974	4093	

FUENTE: Elaboración propia

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

A. Peso y tamaño de la biomasa de la Totora

Las biomásas de la totora son reportadas a partir de los análisis de absorción atómica realizada a la muestra preparada de ceniza de las partes de la planta con un peso aproximado de 2 g cada una, con la finalidad de medir la concentración de plomo durante el análisis del laboratorio.

B. Análisis de la concentración del plomo en el cuerpo receptor de la Delta Upamayo

La ubicación tomada de las muestras es:

N° 01. Orilla Sur oeste – embalse Upamayo y N°02. Orilla Sur este – Delta Upamayo.

Tabla 4: Ubicación de las muestras del plomo en el agua

N°	Descripción	UBICACIÓN		
		Norte UTM	Este UTM	Altitud
01	Delta Upamayo 01	8792792 4099	361764	4099
02	Delta Upamayo 02.	8793496	362005	4089

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 5: Resultados de la evaluación del plomo

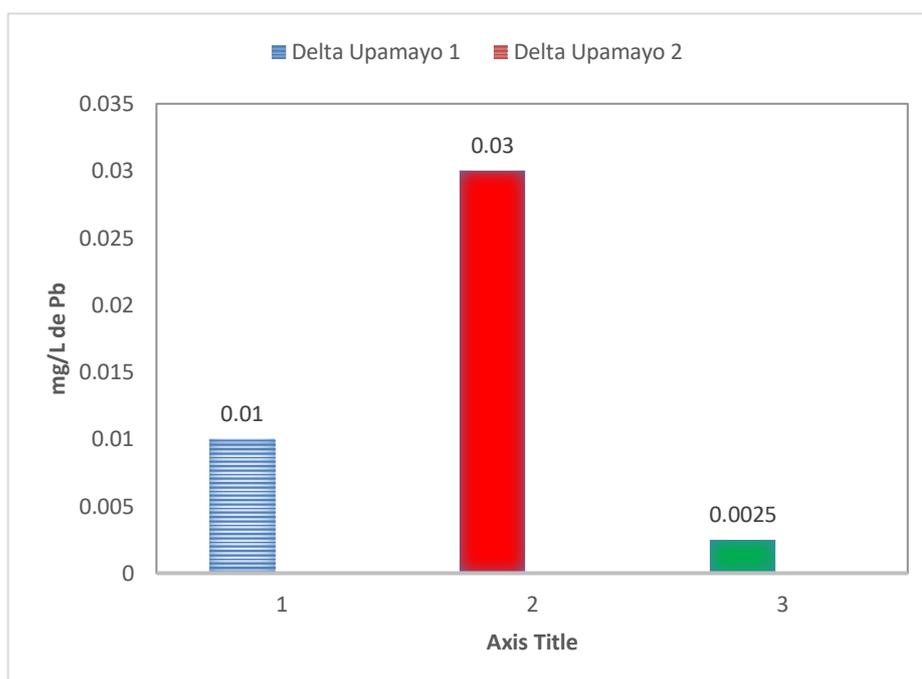
N°	Delta Upamayo 01	Delta Upamayo 02	ECA- Categoría 4. Lagunas y Lagos
Pb total (mg/l)	0.01	0.03	0.0025

FUENTE: Elaboración propia

NOTA:

ECA, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático. Lagunas y Lagos. D.S. N° 004-2017-MINAM

Ilustración 3: Calidad del agua en la Delta Upamayo



FUENTE: Elaboración propia

NOTA:

ECA, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático. Lagunas y Lagos. D.S. N° 004-2017-MINAM

C. Absorción en las Hojas y Tallos de las muestras de la totora (Scirpus californicus)

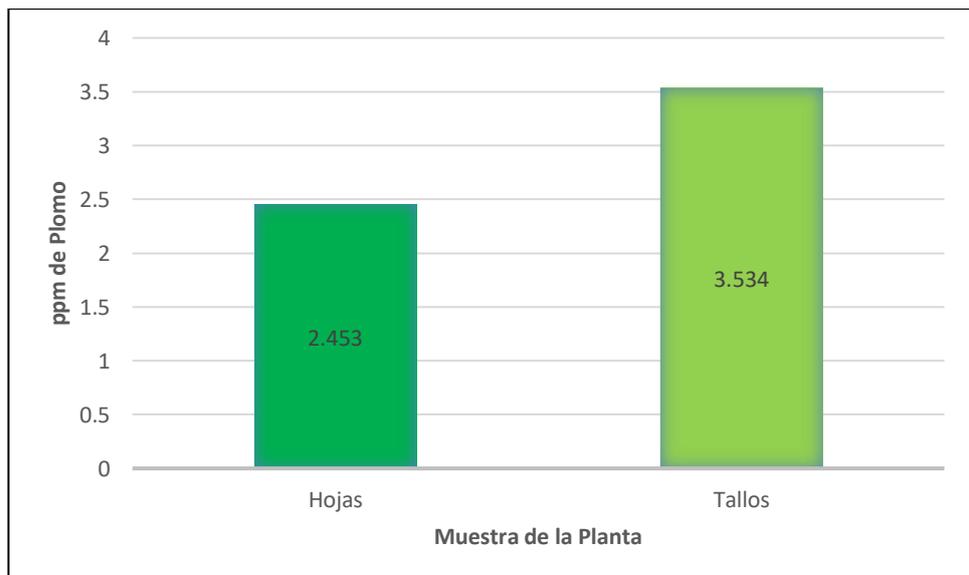
Los datos obtenidos de la capacidad de absorción en la planta son de: totora.

Tabla 6: Absorción en las Hojas y tallos de las muestras de la totora

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADO
Scirpus californicus		PARTES POR MILLON (ppm)
Muestras	Tipo	Pb ppm
12 unidades	Hojas	2.453 ppm
12 unidades	Tallos	3.534 ppm

FUENTE: Elaboración propia

Ilustración 4: Absorción del plomo (Pb-ppm) de la Totora



FUENTE: Elaboración propia

Interpretación: Que durante los años de crecimiento de esta planta. Se identificó que a la actualidad su absorción es de 2.453 de en las hojas y 3.534 en los tallos. Representando de esta forma, su absorción del metal del plomo de esta planta - Totora (*Scirpus californicus*).

4.3. Prueba de hipótesis

Para la presente investigación se planteó la hipótesis general:

La biomasa de totora (*Scirpus californicus*) es buen absorbente para la remoción de Plomo de las aguas de la laguna de Chinchaycocha – Junín. De acuerdo con la hipótesis planteada y a lo largo de la investigación, la totora es un buen absorbente de la remoción del plomo (Pb), por lo consiguiente podemos indicar que la hipótesis planteada es válida, ya que la biomasa de la totora es capaz de absorber este metal pesado.

4.4. Discusión de resultados

Denominada la investigación:

Capacidad de Absorción de plomo en la totora (*Scirpus californicus*), en crecimiento en las aguas en la zona del Delta Upamayo-Lago Chinchaycocha-2019

Se pudo constatar que con el peso de la biomasa de 35mg a 50 mg y tamaño de la biomasa de 30 μ m a 50 μ m, la totora (*Scirpus californicus*), tiene la capacidad de absorber 2.453 de en las hojas y 3.534 en los tallos. Solo identificados en la zona del Delta Upamayo- Lago Chinchaycocha- Junín.

Por su contribuyente, el análisis del agua, cuya categoría IV podemos mencionar que se encuentra elevado en la Orilla Sur oeste – embalse Upamayo por 0.01 ppm de Pb y en la Orilla Sur este – Delta Upamayo por 0.03 ppm de Pb. De lo cual podemos mencionar que la ECA, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático. Lagunas y Lagos. D.S. N° 004-2017-MINAM, nos da como permitido de 0.0025 ppm de Pb En el cuerpo de Agua.

CONCLUSIONES

1. La especie de la totora ***Scirpus californicus*** muestra cumplimiento de ser capaz de la absorción del metal pesado como es el caso del plomo (Pb) de manera significativa, en la zona del Delta Upamayo- Lago Chinchaycocha.
2. La concentración del plomo (Pb), con respecto a la calidad del agua es aún alto, verificado y comparado con la ECA, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático. Lagunas y Lagos. D.S. N° 004-2017-MINAM.
3. La contaminación provocada por la actividad minera, afectan de manera directa al ecosistema del lago Chinchaycocha, y que aún es un problema en la concentración del plomo en el agua al estar presente en el lago. De lo cual podemos mencionar que la flora y fauna desarrollaron tolerancias a los metales pesados, para la supervivencia en la zona.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda desarrollar investigación de las especies acuáticas (plantas) distintas para poder determinar de cuanto plomo se absorbió en todo el lago de Chinchaycocha, de igual manera con otros metales pesados.
2. Se recomienda tener coordinación con los gobiernos locales y regionales para el cuidado del ecosistema acuático y del recurso hídrico, mencionando que es de vital importancia en el medio ambiente.
3. Se recomienda identificar nuevas especies nativas, para seguir absorbiendo el plomo (Pb) y los demás metales pesado, de esta forma enfocarnos en la fitorremediación del lago Chinchaycocha. Satisfaciendo a la flora y fauna nativa de este lago.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agudelo García, Rubén Alberto. Tratabilidad de lixiviados producidos en rellenos sanitarios. Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería. Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental. Medellín. 1994.
2. Akins J. M. et al. Evaluation of drosophilamelanogasteras an alternative animal forstudyng heavy metal toxicity. Toxicologist, Feb; 11(1):39. 1991
3. ALMAGUER, V. Bioadsorción de Pb²⁺ en una columna empacada con biomasa inmovilizada. Ingenierías FCQ-UANL.2006 Vol. IX. pp. 13-17 2.
4. Chagua Orosco Roger & Tardío Osorio Julio, Evaluación de remoción de cobre y zinc por la planta nativa Scirpues californicus (Totora) en la comunidad de Pomachaca – Tarma. Tesis para Ingenieria Agroindustrial. Universidad del Centro del peru. Tarma. 2015.
5. Alvarado C. Jairo & Cardozo O. Javier M., (2006). Análisis de comportamiento de una arcilla bentonitica tipo Montmorillonita en la adsorción de los iones cobre, níquel y zinc de soluciones acuosas”, Universidad industrial de Santander, Bucaramanga.
6. ANDRÉ CARDOSO, MARCO. Determinação da estrutura química de xilomananas e galactanas sulfatadas isoladas de macroalgas marinas (Ceramiales, Rhodophyta). Tesis para optar el título de Doctor em Ciencias. Universidad Federal de Paraná. 2007
7. Andersen KJ, Lundgren DG. Enzymatic studies of the iron-oxidizing bacterium, Ferrobacillus ferrooxidans: evidence for aglycolytic pathway and Krebs cycle. CanJournal Microbiol, 15(1):73–79, junio. 1969
8. Aredo Oscar. Determinacion del grado de absorción del mercurio por tratamiento de relaves de minería aurífera Artesanla de la zona de parcoy

con algas "Gigartina chamissoi" 2011

9. Atkinson, B. W.; F. Bux.; H.C. Kassan. Consideration for application of sorption technology to remediate metal-contaminated industrial effluents. *Water S.A.* 24:129-135. 1998.
10. Autoridad Nacional del Agua (2013). Protección del agua vigilancia y control de vertimientos - PAVER. Área de Gestión de calidad del agua.
11. Bio-land. Género Bacillus. Web: www.red6.org/bioland/nutricompoustmo.htm.
12. Brower Byrnes, Jennifer. et al. Comparison of ion-exchange resins and biosorbents for the removal of heavy metals from plating factory wastewater. *Environmental Science and Technology*, 31(10):2910-2914. 1997
13. Brown, Stanley. Metal-recognition by repeating polypeptides. *Nature Biotechnology*, 15:269-272. 1997.
14. Bolt, G. H. Soil chemistry: B. Physico-chemical models. Ed. Elsevier Scientific Publishing Company. Oxford. 527 p. 1982.
15. Cañizares Villanueva, Rosa Oliva. Biosorción de metales pesados mediante el uso de biomasa microbiana. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 42:131-143. 2000.
16. CEPIS. Manual de evaluación y manejo de sustancias tóxicas en aguas superficiales, sección 6, control de sustancias tóxicas. Diciembre. México. 1998.
17. Chamarro y Sánchez. Estudio de la adsorción de plomo en suelos de la región minera en el distrito de Buenos Aires en el departamento del Cauca-Colombia, 2012
18. Chu, K. H. Improved fixed bed models for metal biosorption. *Chemical*

- Engineering Journal, 97:233-239. 2003.
19. CIFCA. Tres casos de impacto ambiental: Aeropuertos, Hidroeléctrica y Relleno Sanitarios de RSU. Cuadernos del CIFCA, Madrid. 1980.
 20. Cortuelo Minguez, Luis M.; Marqués Gutiérrez, María Dolores. Los metales pesados en las aguas (I), su origen. Acción de agentes biológicos. Ingeniería Química. 31(356) p. 263-266, mayo. 1999.
 21. Cortuelo Minguez, Luis M. Los metales pesados en las aguas (II), Acciones químicas. Ingeniería química. 31 (357) p. 263-266, mayo. 1999.
 22. Cubillos González, Luz Miryam. Estudio de la contaminación de suelos de la Sabana de Bogotá por metales pesados. Memos de investigación # 367. Universidad de los Andes, Bogotá. 1997.
 23. CUIZANO, N, Relevancia del pH en la Adsorción de iones metálicos mediante algas pardas, Revista de la Sociedad Química del Perú ,2010 Vol76 Pag 123-130
 24. Dao T. H; Lavy T. L. Atrazine adsorption on soil as influenced by temperature, moisture and electrolyte concentration. Weed Science, 26:303-308. 1978.
 25. Davis, Thomas A. et al. A review of the biochemistry of heavy metal biosorption by brown algae. Water Research, 37:4311-4330. 2003.
 26. De Lorenzo, Victor; Valls, Marc. Exploiting the genetic and biochemical capacities of bacteria for the remediation of heavy metal pollution. Microbiology Reviews. 26:327-338. 2002.
 27. Dereck R. Lovley; Lloyd, Jhon R. Microbes with a mettle for Bioremediation. Nature biotechnology, 18:600-603. 2000.
 28. Diaz, A. (2010). Construcción de instrumentos de investigación y medición

estadística. Edt. Obregón. Huancayo - Perú.

29. Díaz Mateus, Rubén D., Rincón Díaz, Carlos A. (2015). Desempeño ambiental de dos municipios conurbanos de Bogotá en contextos de integración urbano-rural del proyecto Región Capital. En: Revista Gestión y Región N° 20 (Julio-diciembre de 2015); pp. 7-28
30. Din, G.A, Suzuki I. Mechanism of Fe+2cytochrome c reductase of *Ferrobacillusferrooxidans*. *Can, Journal Biochemistry*, 45(10):1547-1556, octubre. 1967.
31. Domingo L, José; Schuhmacher, Marta. Niveles ambientales de metales y dioxinas en las proximidades de una planta cementera. *Revista Técnica: Residuos*, # 61; p. 90-98, Julio-agosto. 2001.
32. Doyle, R.J.; Matthews T. H.; Streips, U. N. Chemical basis for selectivity of metal ions by the *Bacillus subtilis* cell wall. *Journal Bacteriology*, 143:471-480. 1980.
33. Duranoglu D, Trochimczuck W. & Beker U, (2012). Kinetics and thermodynamics of hexavalent chromium adsorption onto activated carbon derived from acrylonitrile-divinylbenzene copolymer", *Chemical engineering Journal* 187, pp.193-202.
34. Evangelou, V. P. *Environmental soil and water chemistry: principles and applications*. Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York. 563 p. 1998.
35. Fantelli, María. Explotación de rellenos sanitarios (I). *Revista técnica: Residuos*, # 60, mayo-junio. 2001.
36. Filall, B. K. et al. Waste water bacterial isolates resistant to heavy metals and antibiotics. *Current Microbiology*, 41:151-156. 2000.
37. Förstner, U.; Wittmann, G. T. W. *Metal pollution in the aquatic environment*.

Ed. Springer-Verlag. 2da ed. New York. 1983.

38. Fraser, James A. et al. A gene from *Aspergillus nidulans* with similarity to URE2 of *Sacharomyces cerevisiae* encodes a glutathione S-transferase which contributes to heavy metal and xenobiotic resistance. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(6):2802-2808. 2002.
39. Friedman, B. A., Dugan, P. R. Concentration and accumulation of metallic ions by the bacterium *Zoogloea*. *Development Industrial Microbiology*, 9:381-388. 1968.
40. Gadd, G. M. y C. White. Microbial treatment of metal pollution – a working biotechnology? *Trends Biotechnology*. 11:259-273. 1993.
41. Gale, N. L.; Wixson, B.G. Removal of heavy metals from industrial effluents by algae. *Development Industrial Microbiology*, 20:259-273. 1993.
42. Galun, M. et al. Removal of metal ions from aqueous solutions by *Penicillium* biomass: Kinetic and uptake parameters. *Water Air and Pollution*, 33:359-371. 1987.
43. Gemma Puente, Miguel, et al. extracción de metales pesados en lodos de depuradora de aguas residuales. *Revista Técnica: Residuos*, # 46:74-79, enero-febrero. 1999.
44. Glazer N, Alexander; Nikaido, Hiroshi. *Microbial Biotechnology*. Ed. W.H. Freeman and Company. 2da ed. New York. 582 – 590. 1998.
45. Gutiérrez Lopez, Julio. et al. Técnicas de biorrecuperación in situ en acuíferos contaminados por metales pesados. Instituto Geológico y Minero de España. Oficina de Proyectos de Valencia. 2000.
46. Greene, Benjamin. et al. Interaction of gold(I) and gold (III) complexes with algal biomass. *Environmental Science Technology*, 20:627-632. 1986.

47. López – Delgader, A., Pérez, C., y López, F. (1998). Adsorción de metales pesados sobre lodos de horno alto web: <http://revistademetalurgia.revistas.csic.es/index.php/revistademetalurgia/article/viewFile/731/743>
48. Perú ecológico, El Lago de Junín: la Lenta Muerte de un Lago Altoandino. 2012
49. Poma, J.P. (2008). Toxicología ambiental. Editorial: Limusa. México.
50. Siccha Macassi “Eficacia de la biosorción de Plomo mediante cochayuyo pre-tratado (*Chondracanthus chamissoi*)” 2012
51. Supo, J. (2015). Cómo empezar una tesis. Primera Edición. Edit. Bioestadístico.com. Arequipa- Perú. 70 p.
52. Vizcaíno I. y Fuentes, N. (2015). Biosorción de Cd, Pb y Zn por biomasa pretratada de algas rojas. Universidad de La Guajira, Fonseca, La Guajira, Colombia.
53. Wagner, L. (1996). Contaminación causas y efectos. México, D F. Ediciones Garnika. 424 p

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
TÍTULO: Capacidad de Absorción de plomo en la totora (Scirpus californicus), en crecimiento en las aguas en la zona del Delta Upamayo-Lago Chinchaycocha-2019				
Planteamiento del problema	Objetivos de la investigación	Hipótesis de la investigación	Variables del estudio	Metodología de la investigación
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál será la capacidad de absorción de plomo en la totora (Scirpus californicus), en crecimiento en las aguas en la zona del Delta Upamayo-Lago Chinchaycocha-2019?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>1. ¿Qué efecto tiene la variación del tamaño de la biomasa en la absorción de plomo de las aguas de la zona del Delta Upamayo en el lago de Chinchaycocha-Junín?</p> <p>2. ¿Qué efecto tiene la variación del peso del absorbente en la remoción de plomo de las aguas de la zona del Delta Upamayo en el lago de Chinchaycocha-Junín?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Identificar la capacidad de absorción de plomo en la totora (Scirpus californicus), en crecimiento en las aguas en la zona del Delta Upamayo-Lago Chinchaycocha-2019.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>1. Analizar el efecto de variación del tamaño de biomasa en la absorción de plomo de las aguas de la zona del Delta Upamayo en el lago de Chinchaycocha – Junín.</p> <p>2. Determinar el efecto tiene la variación del peso del absorbente en la remoción de plomo de las aguas de la zona del Delta Upamayo en el lago de Chinchaycocha - Junín.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La biomasa de totora (Scirpus californicus) es buen absorbente para la remoción de plomo de las aguas de la zona del Delta Upamayo del lago Chinchaycocha – Junín.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>1. El tamaño de biomasa de totora (Scirpus californicus) favorece la absorción de Plomo de las aguas de la zona del Delta Upamayo en el lago Chinchaycocha - Junín.</p> <p>2. La variación del peso del absorbente influye en la remoción de plomo de las aguas de la zona del Delta Upamayo en el lago Chinchaycocha - Junín.</p>	<p>Identificación de variables</p> <p>Variable independiente</p> <p>Biomasa de totora (Scirpus californicus)</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Absorción de plomo en la totora (Scirpus californicus), en la zona del Delta Upamayo- Lago Chinchaycocha.</p>	<p>El presente trabajo de investigación tiene como finalidad realizar la evaluación de la absorción de plomo por acción de la Totora (Scirpus californicus) y determinar su capacidad absorbente en la biomasa de la planta en estudio. De lo cual nos permite mencionar que la aplicación de la investigación a problemas en circunstancias y características concretas, esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías (Supo, 2015). Enfocándonos en el nivel explicativo orientado a obtener información cuantitativa de las variables de estudio. Evaluando el fenómeno a investigar, desde el punto de vista científico explicar es medir, describir relacionar lo que se investiga (Diaz, 2010)</p>

ANEXO 02

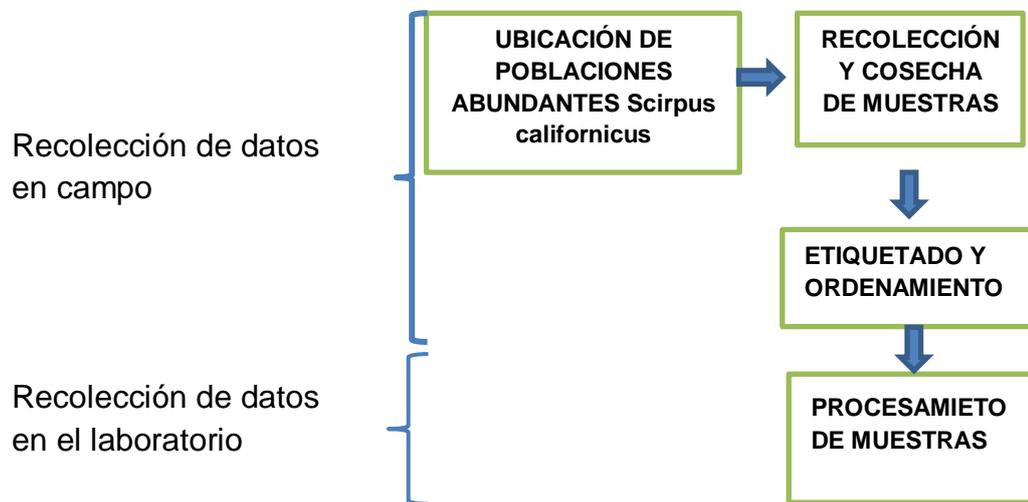
Espectrofotometría de absorción atómica

Instrumentos de Recolección de datos

Mencionado que la investigación es explicativa y descriptiva.

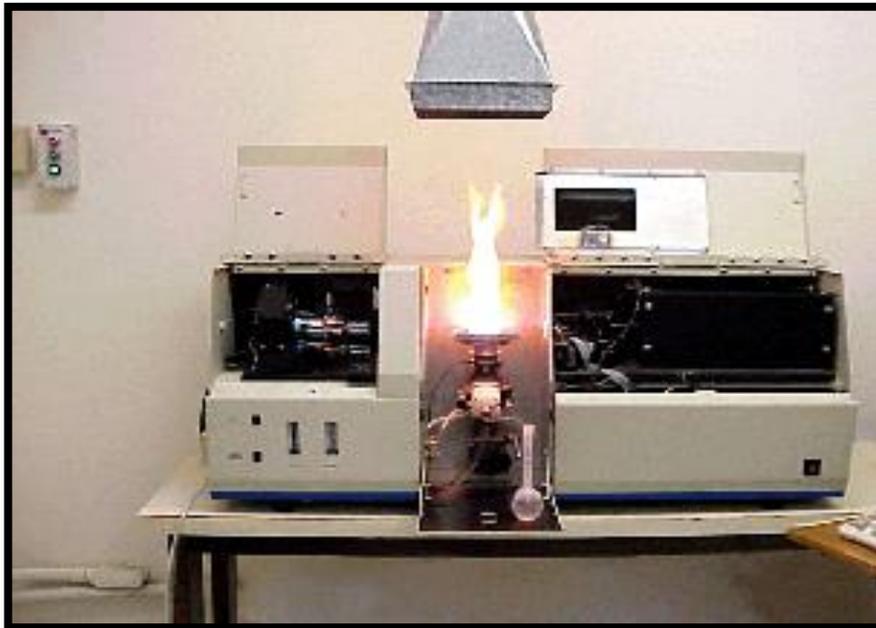
Las muestras son tomadas con las palas y barrenos, para lo cual se usarán fundas para el traslado hacia el laboratorio, tomando los siguientes puntos para recopilación de datos.

El protocolo de campo para la colecta y mantenimiento de las unidades:



Una vez secas se ingresó las muestras etiquetadas al laboratorio de Análisis Químicos de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Posteriormente se realizará la espectrofotometría de absorción atómica modalidad llama para la cuantificación del plomo absorbido por las plantas. Seguidamente del equipo de **Espectrofotometría de absorción atómica** para las hojas y los tallos de la totora (*Scirpus californicus*.)

FOTOGRAFÍA N° 01
Espectrofotómetro de absorción atómica



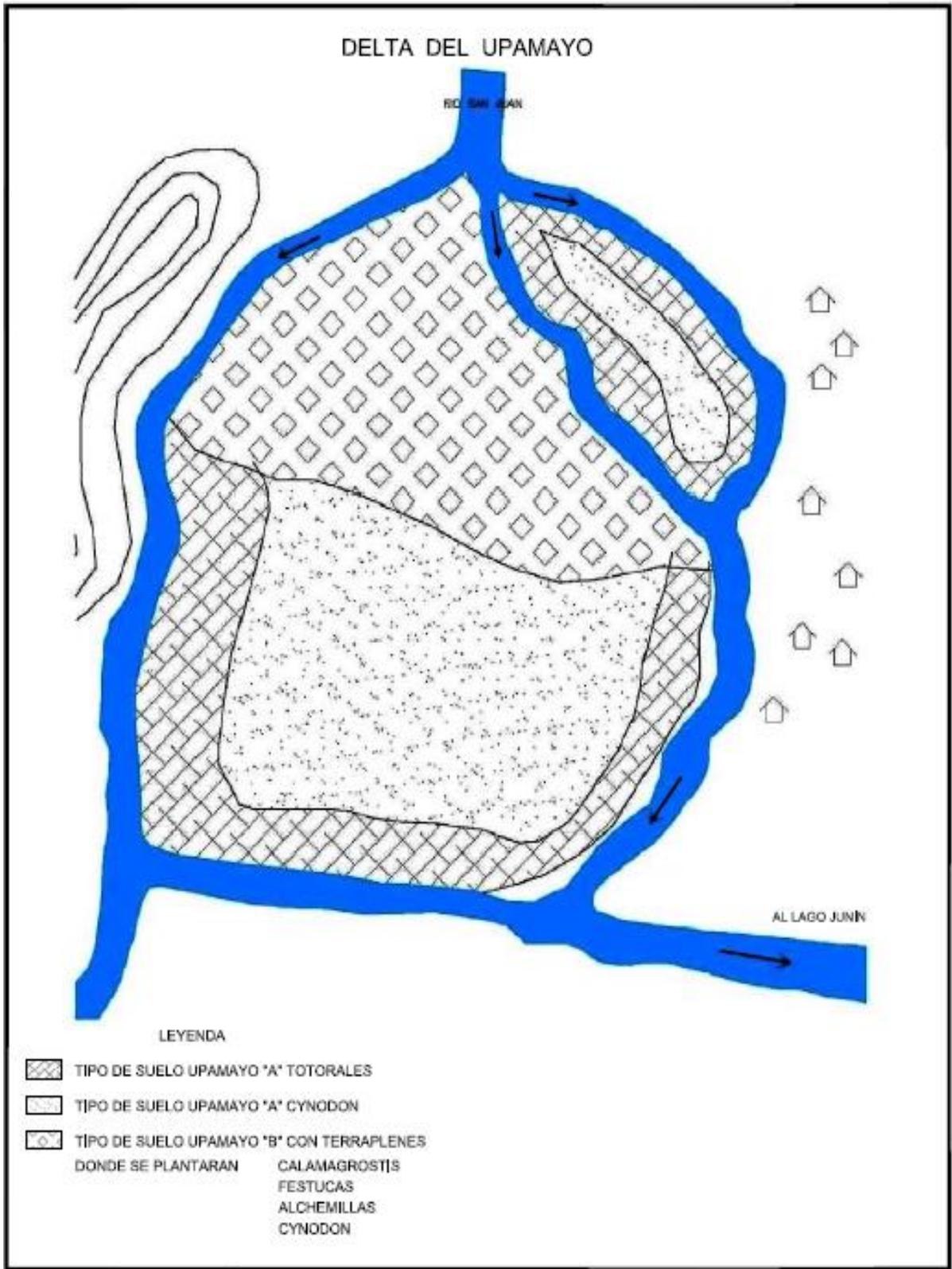
ANEXO 03
Vista satelital de la zona Delta Upamayo





Fuente: Google Maps. <https://www.google.com/maps/@-10.9807696,-76.1960016,32830m/data=!3m1!1e3>

ANEXO 05
Delta del UPAMAYO



Fuente: WATER MANAGEMENT CONSULTANTS A Schumberger Company

ANEXO 06

CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ribs		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS - QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,036	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	Δ3	Δ2	Δ2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Pbomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081

Fuente: DS. 004- 2017 Minam. ECA para el agua.

ANEXO 07
Panel Fotográfico



Fotografía N°02. Reconocimiento de la ubicación de las totoras en la Zona de la Delta de Upamayo



Fotografía N°03. Selección de las totoras para la recolección de las muestras, en la Orilla Sur oeste – embalse Upamayo



Fotografía N°04. Selección de las totoras para la recolección de las muestras, en la Orilla Sur este – Delta Upamayo.



Fotografía N°05. Muestreo del agua en la zona Delta Upamayo.



Fotografía N°06. Recolección de la muestra de agua de la zona Delta Upamayo, para el laboratorio.