



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Comparación de diferentes dosis de *Chondracanthus chamissoi* para la reducción de plomo en las aguas del río San Pedro”

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

**Ingeniera Ambiental**

**AUTORA:**

Br. Guerra Diaz, Gabriela Suzzety (ORCID: 0000-0001-7578-2973)

**ASESOR:**

Dr. Monteza Arbulu, Cesar Augusto (ORCID: 0000-0003-2052-6707)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión De Los Residuos

**CHICLAYO – PERÚ**

**2019**

### **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación lo dedico a mi familia porque gracias a ellos logre realizar mis objetivos y metas, siempre fueron ellos quienes me dieron la fuerza necesaria y los ánimos para no desesperar.

A mi madre porque ella siempre creyó en mí, y estuvo siempre apoyándome y dando palabras de aliento en mi vida universitaria. Esto es por ti luchadora.

### **Agradecimiento**

Agradezco primero a Dios por darme las fuerzas y la salud necesaria para cumplir mis metas, a mi familia por estar conmigo siempre. A mis asesores que gracias a sus consejos ayudaron en la culminación de mi tesis.

## Página del Jurado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



### ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 14.00 horas del día, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Carrera Profesional N° 084-2019-UCV-EPIA, de fecha 04 de setiembre de 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación del Trabajo de Investigación titulado: "COMPARACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE *Chondracanthus chamissoi* PARA LA REDUCCIÓN DE PLOMO EN LAS AGUAS DEL RÍO SAN PEDRO", presentado por la bachiller:

GUERRA DÍAZ GABRIELA SUZZETY, con la finalidad de obtener el Título Profesional de INGENIERA AMBIENTAL, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

PRESIDENTE : Mgtr. José Modesto Vásquez Vásquez

SECRETARIO (A) : Dr. José Elías Ponce Ayala


VOCAL : Dr. César Augusto Monteza Arbulù

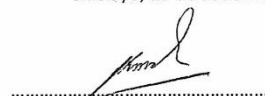
Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:


**APROBADO POR UNANIMIDAD**

Siendo las 15.10 horas., del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 10 de setiembre de 2019

  
.....  
José Modesto Vásquez Vásquez  
Presidente

  
.....  
José Elías Ponce Ayala  
Secretario

  
.....  
Dr. César Augusto Monteza Arbulù  
Vocal

CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## Declaratoria de Autenticidad

Yo Gabriela Suzzety Guerra Díaz estudiante de la escuela profesional de ingeniería ambiental de la facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Cesar Vallejo – Chiclayo identificado con DNI: 45449162

Declaro la autenticidad de este proyecto de investigación bajo juramento que:

Yo soy la única autora de este proyecto de investigación que tiene como título: **“COMPARACION DE DIFERENTES DOSIS DE *Chondracanthus chamissoi* EN LA REMOCION DE PLOMO EN LAS AGUAS DEL RIO SAN PEDRO”** la misma que voy a presentar para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

En este trabajo de investigación todos los datos e información presentada son auténticos y veraces, puesto que se han considerado y respetado todas las citas y referencias de las normas internacionales APA sexta edición para las fuentes que han sido consultadas.

En los resultados que están siendo presentados en este trabajo de investigación son completamente reales certificados por el laboratorio de control de calidad – SEDALIB S.A el cual no han sido copiados, falsificados ni duplicados.

Chiclayo, 10 de setiembre del 2019



---

Gabriela Suzzety Guerra Díaz

DNI:45449162

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad.....	v
Índice .....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Trabajos previos.....	4
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	7
1. <i>Chondracanthus chamissoi</i> . .....	7
2. Plomo.....	8
3. Adsorción. ....	10
4. Adsorción con algas .....	11
1.4. Formulación del problema .....	12
1.5. Justificación del estudio .....	12
1.6. Hipótesis .....	12
1.7. Objetivos .....	12
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>13</b>
2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	13
2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN .....	13
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	16
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD .....	16
2.4.1 TÉCNICAS .....	16
2.4.2 INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE RECOLECCIÓN.....	18
2.4.3 VALIDEZ .....	18
2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	18
2.6 MÉTODO DE DETERMINACIÓN ANALÍTICA .....	19
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>

<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>VII. REFERENCIAS .....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>37</b>
<b>Anexo 1 Informe de ensayo .....</b>	<b>37</b>
<b>Anexo 3 Ubicación en coordenadas UTM del río .....</b>	<b>40</b>
<b>Anexo 4 Recolección de la muestra de agua.....</b>	<b>41</b>
<b>Anexo 5 Ubicación UTM de las algas recolectadas .....</b>	<b>41</b>
<b>Anexo 6 Recolección de algas .....</b>	<b>42</b>
<b>Anexo 7 Secado de algas en el ambiente.....</b>	<b>42</b>
<b>Anexo 8 Pesado de las algas.....</b>	<b>43</b>
<b>Fuente: Elaboración propia.....</b>	<b>43</b>
<b>Anexo 9 Secado de las algas en la estufa .....</b>	<b>43</b>
<b>Anexo 10 Pre-tratamiento de las algas con sales .....</b>	<b>44</b>
<b>Anexo 11 Tratamiento con algas a las aguas del Río San Pedro.....</b>	<b>44</b>
<b>Anexo 12 Filtrado de las aguas tratadas .....</b>	<b>45</b>
<b>Anexo 13 Envasado de las aguas tratadas.....</b>	<b>45</b>
<b>Acta de Aprobación de originalidad de tesis. ....</b>	<b>46</b>
<b>Autorización de Publicación de tesis en repositorio institucional UCV. ....</b>	<b>47</b>
<b>Autorización de la Versión final del trabajo de investigación. ....</b>	<b>48</b>

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo remover el plomo del agua del Río San Pedro de la provincia Santacruz, región de Cajamarca, con el alga marina *Chondracanthus chamissoi* comúnmente conocida como yuyo en nuestro litoral, empleando diferentes concentraciones de dicha biomasa. Los objetivos del trabajo son: Determinar la dosis óptima de *Chondracanthus chamissoi* que removerá el plomo de forma más eficiente, Realizar análisis físicos al agua de río San Pedro antes de realizarse el proceso de remoción de plomo. Aplicar diferentes dosis de *Chondracanthus chamissoi* en las aguas del río San Pedro. Realizar análisis físicos al agua de río San Pedro después de realizarse el proceso de remoción de plomo, para lograr así evaluar el porcentaje de remoción de Plomo.

Se debe tener en cuenta que la concentración de plomo en aguas de río según Decreto Supremo N°002-2008- MINAM, correspondiente a la categoría III. Agua para uso de riego de vegetales y bebidas de animales no debe exceder de 0,05 mg/L

Se realizó el análisis en el laboratorio la concentración de plomo cuyo resultado fue de 15,95 mg/L, para lo cual se concluye en realizar la aplicación del tratamiento a dichas aguas empleando algas de *Chondracanthus chamissoi* tratadas con NaCl y CaCl<sub>2</sub>, lográndose obtener que las algas tratadas con NaCl de la muestra 1, 2 y 3 tiene 10,59 mg/L, 10,48 mg/L y 10,88 mg/L de concentración de plomo y las algas tratadas con CaCl<sub>2</sub> de la muestra 1, 2 y 3 tiene 13,14 mg/L, 10,50 mg/L y 13,30 mg/L de concentración de plomo.

**Palabras Claves:** Remoción de Plomo, algas tratadas, macroalgas.



## ABSTRACT

The purpose of this research work is to eliminate lead from the San Pedro River water from the province of Santacruz, in the Cajamarca region, with the alga *Chondracanthus chamissoi*, commonly known as yuyo in our littoral, using different concentrations of said biomass. The objectives of the work are: To determine the optimal dose of *Chondracanthus chamissoi* that will eliminate lead more efficiently. Perform a physical analysis of the San Pedro River before conducting the lead removal process. Apply different doses of *Chondracanthus chamissoi* in the waters of the San Pedro River. Perform a physical analysis of the San Pedro River water after the lead removal process, to evaluate the percentage of lead removal.

It should be taken into account that the concentration of lead in the waters of the rivers in accordance with Supreme Decree No. 002-2008-MINAM, corresponding to category III. Water for use in the irrigation of vegetables and animal beverages should not exceed 0.05 mg / L

The concentration of lead was analyzed in the laboratory, which resulted in 15.95 mg / L, for which treatment was applied to these waters using *Chondracanthus chamissoi* algae pretreated with NaCl and CaCl<sub>2</sub>, obtaining that the algae treated with NaCl from the sample 1, 2 and 3 have 10.59 mg / L, 10.48 mg / L and 10.88 mg / L of lead concentration and the algae treated with CaCl<sub>2</sub> from sample 1, 2 and 3 have 13.14 mg / L, 10.50 mg / L and 13.30 mg / L of lead concentration.

**Keywords:** Lead removal, treated algae, macroalgae.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

#### **Agua de ríos y la contaminación por metales pesados**

En Colombia, según **Aramburo y Olaya (2012)** tomaron como ejemplo la contaminación que presenta la quebrada La Cianurada, la cual se le denomina así, porque sirve de vertedero de residuos de cianuro generados por la minería que se encuentra en la zona, contando a su vez con 105 plantas de beneficio de oro y en su mayoría ilegales, las cuales vierten aguas residuales sin tratamiento en dicha quebrada la cual llega al río El Aporriado posteriormente al río el Bagre, desembocando en el río Ziguí y el Cauca, generando contaminación a todo el Municipio de Segovia. Son preocupantes los niveles de contaminación que presentan dichos ríos debido al gran número de plantas que hay en dicha zona.

En China, **20 MINUTOS EDITORA(2009)**, informó que más de 1300 niños en la ciudad de Hunan enfermaron a causa de la contaminación que presentaban los pozos de agua con altos niveles de plomo, y que además debido a esta alarmante cifra se suma también la contaminación de sus aguas de otras ciudades como son las provincias de Shaanxi y Yunnan, las autoridades ante dicha alerta realizaron inspecciones y ordenaron el cierre a 8 de las fabricas las cuales estarán cerradas hasta que cumplan con los estándares de seguridad.

En China según **EFEverde (2016)** la investigación que realizaron las autoridades ambientales de dicho país confirmo que casi el 80% de las aguas subterráneas están contaminadas y no son aptas para el consumo de seres humanos y una parte importante de estos tampoco son aptos para uso agrícola ni industrial, la causa que se origina es por el uso excesivo e inadecuados de pesticidas y fertilizantes químicos en la agricultura, las cuales son estas sustancias que se filtran al suelo generando así la contaminación a los acuíferos. Para lo cual el gobierno chino ha establecido que para el 2020 casi el 70% de las aguas provenientes de 7 cuencas fluviales cuenten con una óptima calidad para el consumo humano.

En Perú, según **Segura (2012)**, la Autoridad Nacional del Agua identificó que los ríos del Perú están contaminados con pasivos ambientales, identificados en la cuenca del río Santa ubicado en Ancash, el río Vilcatona en Cusco, el río Rímac, el Mantaro entre otros. También indico que no hay conciencia ambiental por parte de los pobladores aledaños a las

zonas y tampoco de las empresas industriales que vierten aguas residuales a los ríos sin previo tratamiento de estas.

Según **Arauzo (2017)**, la minería informal en la región de La Libertad ha generado un gran impacto en la zona debido a la contaminación que presentan tanto sus ríos como sus lagunas entre ellas las lagunas de Huaylillas la cual abastece al distrito de Huamachuco, aguas que son utilizadas para regar los cultivos, consumo humano y de animales. Las denuncias están realizadas pero el proceso de sanción es muy lento.

Según **Tarabochia (2017)** Un informe médico analizo la presencia de 4 metales pesados en el organismo de menores de edad que oscilan entre las edades de 3 a 15 años, los menores que pertenecen a las ciudades de Quiulacocha en la región Pasco, La Oroya en la región Junín y San Mateo en la región Lima (ciudades se caracterizan por su actividad minera), mostraron en los análisis que se le realizo a la sangre, orina y pelo la presencia de cadmio, plomo, mercurio y arsénico. “En los tres lugares analizados existen evidencias científicas de daño a la salud humana por la presencia en el organismo de arsénico, cadmio, mercurio y plomo por la exposición sin protección alguna de la actividad minera”, dijo en una entrevista quien realizó el estudio, el médico Fernando Osoreo Plenge. Ante este informe la Defensoría Del Pueblo solicito al Ejecutivo que revise la normativa ambiental cuya finalidad es supervisar y sancionar con rigurosidad a las empresas que vierten sus pasivos ambientales sin ningún previo tratamiento. El doctor Osoreo ante ello expuso que sería necesario que se reubique a las personas de dichas ciudades y que no continúe expuesta a la contaminación. La reubicación como medida de protección.

Según **Colome (2018)**, un estudio que se realizó en las poblaciones de San Pedro y Cuninico en la región de Loreto, cuya zona fue afectada en el año 2014 por el derrame de petróleo procedente de oleoducto Norperuano, se realizó exámenes de orina a 130 personas, teniendo como resultado que el 50% de dicha población tiene los niveles de mercurio elevadas según lo establecido por el Ministerio de Salud y lo más agravante es que en niños menores de 10 años las estadísticas aumenta hasta un 64% de contaminación en su organismo. La exposición al mercurio que ha tenido la población ha hecho la presencia de problemas a la salud tales como renales, respiratorios, neurológicos y cardiovasculares. Otro punto que se ha enfocado que no solo el mercurio está presente en el organismo de la población, es también la presencia de plomo con un 19% en los niños y cadmio con un 17% aumentando así el riesgo en daño renal crónico.

En Lambayeque, según **Neciosup (2012)** informó que el Frente de Defensa de Lambayeque presentó una denuncia a la empresa minera La Zanja, dicha denuncia es por el delito contra la vida, el cuerpo y la salud también cabe recalcar que dicha denuncia está también dirigida a la Autoridad Nacional de Agua por otorgar los permisos para la ejecución de dicha empresa. El presunto vertimiento de aguas contaminadas a las quebradas La Pampa y el Cedro afluentes del río Chancay en los distritos de Pulan y Tongo han afectado al ganado de distintas zonas, hasta la fecha siguen las investigaciones y hay un problema tanto social como de salud.

Según **Expresión (2012)** informó que la minera La Zanja vierte contaminantes tóxicos en la cabecera de las cuencas en las provincias de Santacruz y San Miguel las cuales derivan al valle Chancay- Lambayeque, dando como pruebas que los últimos años el olor y la coloración de los ríos han variado considerablemente, además de ello se investigó que la empresa minera La Zanja no cuenta con la licencia social, y que el proyecto minero es a tajo abierto por lo que destruiría los colchones acuíferos teniendo como fin a la zona ecológica y perjudicaría a la agricultura y ganadería de la zona.

Según **Castañeda (2014)** informo en el diario Correo que la denuncia que presentó el Frente de Defensa de Lambayeque seguirá su curso en la región de Cajamarca, lo cual genero un rechazo desde el momento que se les informo debido que cuestiona la igualdad procesal para ambas partes. Además de ello el mismo año representantes de la minera La Zanja realizaron monitoreo a las aguas que se encontraban dentro y fuera de las instalaciones, indicando a la vez la tecnología de punta con la que trabajan en las plantas de tratamientos, descartando así la posible contaminación que presentan las aguas superficiales de la zona.

## 1.2. Trabajos previos

Según **Rivera, y otros (2004)**, la biosorción de cobre mediante algas marinas extraídas de las costas de Pisco, el tratamiento se realizó con algas *Lessoniatrabeculata*, comúnmente conocidas como algas pardas, estuvieron expuestas al medio ambiente por 48 horas para su secado, posteriormente a ello fueron lavadas repetidas veces con agua desionizadas, eliminando así las impurezas. Se pusieron a secar a la estufa a 40 °C durante 10 horas y se molió alcanzando un tamaño de partícula de  $P1 < 180 \mu\text{m}$ ,  $180 < P2 < 250 \mu\text{m}$  y  $250 < P3 < 500 \mu\text{m}$ . De esta masa triturada se toma 25g y se trató con 500 ml de 0.2 M de  $\text{CaCl}_2$ , para posteriormente agitar en un agitador magnético a 150 rpm durante un periodo de 24 horas, terminado esto se vuelve a lavar con agua destilada eliminando así el exceso de  $\text{CaCl}_2$ , esta biomasa se filtra y se pone a secar en la estufa a 40 °C durante 10 horas. En el proceso de biosorción, de las algas tratada se tomaron muestras de 0.1, 0.2, 0.3 y 0.35 gramos y se colocaron en vaso de precipitación a los cuales se les agregó 100 ml de agua contaminadas con  $\text{CuCl}_2$  (200 hasta 800 ppm). Dichas muestras se colocaron en un agitador rotatorio a 150 rpm durante un periodo de 48 horas, cabe recalcar que en las pruebas el  $\text{pH} = 4$ .

El resultado mostro que según el tamaño de la partícula en  $250 < P3 < 500 \mu\text{m}$  hubo mayor biosorción de cobre  $q=90,58 \text{ mg/g}$  ( $q$  es la concentración de adsorbato). He aquí que se concluye que la capacidad máxima de adsorción se dio por el tamaño de la partícula  $250 < P3 < 500 \mu\text{m}$ . además de ello teniéndose en cuenta el  $\text{pH} 4$  y la dosis de 0,1 g de alga.

Según **Siccha Macassi (2012)**, *Chondracanthus Chamissoi* es un biosorbente muy eficaz para la remoción de plomo en aguas contaminadas con dicho metal. Las algas para dicho tratamiento fueron extraídas del mar de Ancón aproximadamente unos 2kg los cuales se lavaron con agua desmineralizada y se expusieron al sol por unas 48 horas. Posteriormente a ello se procedió a secar en la estufa a 65 °C, durante unos 3 días. Para luego pasar a su molienda y tamizando a un tamaño de  $P1 < 75 \mu\text{m}$  y  $P2 > 75 \mu\text{m}$ . Con la finalidad de que las algas tengan mayor capacidad de adsorción fueron tratadas con 0.1 N de  $\text{NaCl}$  y 0.2 M de  $\text{CaCl}_2$  en ambos casos las soluciones eran de 100 ml y con 5 g de alga para dichos tratamientos. Se colocaron en agitadores durante 24 horas a 250 rpm para luego decantar y filtrar. Las aguas que presentaban contaminación por plomo se cogió una muestra de 100ml esta solución contenía 100 mg/l de plomo, a los cuales se les añadió 0.02 gramos de biomasa, estuvieron en el agitador durante 24 horas con una agitación constante de 250

rpm. Se filtraron y analizaron por espectrofotometría de adsorción atómica para determinar la concentración del metal. El resultado que se obtuvo fue que tamaño de la partícula < 75  $\mu\text{m}$  su capacidad de adsorción fue de 111,72 mg metal/g de alga. La conclusión a la que llega la investigadora es que el mejor resultado se obtuvo con algas tratadas con  $\text{CaCl}_2$  con un pH 6 en la concentración de biomasa de 0,2 g/L además de ello que la partícula debe ser menor a 75  $\mu\text{m}$ .

Según **Vizcaino Mendoza y Fuentes Molina (2014)** en su informe, el objetivo es remover las concentraciones de plomo, cadmio y zinc en las aguas contaminadas para ello se empleó las algas rojas (*Chondracanthus Chamissoi*), cáscara de naranja (*Citrus sp.*) y tuna (*Opuntia sp.*). Se lavaron las algas con agua desionizada y se pusieron a secar a 60 °C en la estufa. Posteriormente se tomó 10 g de biomasa de algas rojas y fueron agregadas a 1 litro de solución de Ca y Na por un periodo de 12 horas. Se lavaron y pusieron a secar a 60 °C. Para el proceso de adsorción se utiliza 1,4 g de biomasa en 100 ml de agua contaminada en agitación de 200 rpm por un periodo de 180 minutos. Teniendo como resultado que la mayor capacidad de adsorción la realiza las algas rojas que son tratadas con  $\text{Na}(\text{OH})$ . La eficiencia de la remoción para los resultados se precisó que el alga tratada con  $\text{Na}(\text{OH})$  es de 97,3%, con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  es de 96,3% y las algas que no fueron tratadas es 91,1% y que el pH 4 es adecuado para la adsorción.

Según **Rodríguez (2010)**, en su tesis la bioacumulación de cobre, Cadmio y plomo en algas de *Chondracanthus Chamissoi*, antes de realizar el tratamiento se determinó la temperatura, pH y salinidad de las aguas del mar en los puntos de Salaverry, Pacasmayo y Malabrigo, se recolectó 500 gramos de algas y se lavaron con agua destilada, posterior a ello se realizó un secado de 10 gramos de algas en una estufa a 80 °C por 48 horas, se macero y se colocó 2 gramos de las misma en un tubo de ensayo agregándosele 10 ml de ácido nítrico y la muestra se mantuvo a una temperatura constante de 110 °C. Posteriormente las muestras fueron disueltas en un volumen final de 5 ml de ácido nítrico al 1% y centrifugadas para la separación de cualquier residuo, realizándose los análisis con el método de espectrofotometría de adsorción atómica.

La bioacumulación de metales en *Chondracanthus chamissoi* fue mayor su captación en aguas del puerto Salaverry obteniendo una remoción Pb con un 4.92  $\mu\text{g/g}$  debido que

presento 21 °C de temperatura, 7,9 pH y 34 PSU de salinidad teniéndose como concentración de plomo de 0,07 mg/l en las aguas del mar.

Según **Ramirez (2016)**, la influencia del tamaño y el pH de *Chondracanthus Chamissoi* es de suma importancia para la adsorción de cromo en la curtiduría Chimú SAC en la ciudad de Trujillo. Para lo cual el pretatamiento que se le realizó a las algas mediante el proceso de lavado, secado, triturado, tamizado y envasado en frascos de vidrios para su posterior prueba de ensayo. Para el diseño experimental se tuvo en cuenta el pH (3, 4, 5 y 6) y el tamaño de la partícula (0.85, 0.43, 0.25 y 0.15 mm). Las muestras se mantuvieron en una velocidad de agitación de 200 rpm en un periodo de tiempo de 1 hora y con concentración de 40 gr/l, el volumen de la muestra es de 100 ml.

El tamaño de partícula y el pH de *Chondracanthus chamissoi* si influyen en la adsorción de Cr, cuyas variables óptimas de tamaño de partícula de 0.250mm y pH 3; logro remover un 56.33 % de cromo.

### 1.3. Teorías relacionadas al tema

#### 1. *Chondracanthus chamissoi*.

Según **Pariona (2011)**, el alga pertenece a la clase de *Florideophyceae* y a la familia *Gigartinaceae*, su nombre científico es *Chondracanthus chamissoi* y es conocida comúnmente como Chicoria de Mar en algunas partes del mundo, pero en Perú la conocen como Yuyo.

Esta especie es una macroalga, y puede tener un tamaño que alcanza hasta los 30 cm de longitud. Crece adheridas a rocas. Habita en la zona submareal llegando hasta 15 metros de profundidad en bahía e intermareal baja. Se distribuye desde Antofagasta (23° 50' S – 70° 30' W) hasta las costas de Ancud (42° 00' S – 73° 00' W), en Chile. También se localizan en las costas de Brasil y Perú. Donde se desarrolla esta alga viven una gran variedad de organismos marinos, de los cuales podemos encontrar, el caracol negro quienes se alimentan de esta alga.

Es un recurso de gran importancia para el consumo humano en los países sudamericanos y asiáticos, donde su consumo es en ensaladas y sopas. También tiene importancia industrial debido que sintetiza polisacáridos sulfatados de muy buena calidad (carragenanos), usados en la industria cárnica y láctea. En el Perú, es una de las algas más abundantes que se encuentran localizadas en la costa y es ampliamente consumida fresca en una gran variedad de platos típicos.

Según **Plaza (2012)**, explico que las paredes celulares de las algas esta compuestos por una matriz amorfa la cual tiene como componente principal el acido alginico que es el reponsable de la ligacion con metales pesados debido a los grupos carboxilos que poseen las algas. Ademas de los ya mencionado, la pared celular de las algas poseen grupos funcionales como .hidroxilo,sulfatos, fosfatos, imidazol, amino. Imino, carboxilico. Para entender mucho mejor el acido alginico es un polisacarido que esta compuesto por acido manuronicoy acido guluronico, estos son los que permiten que los iones metalicos queden adheridos a la pared celular de la biomasa en el tratamiento.

Según **Muñoz (2007)**, las algas hoy en día es un recurso que se encuentra disponible en grandes cantidades y en diferentes tipos de especies y estudios realizados indican que es un gran biosorbente, el cual debe ser tratado, para obtener mayor eficiencia. Lo que proponen es la realización de una modificación química a su biomasa y esto se obtiene con una



solución de  $\text{CaCl}_2 0.2 \text{ M}$ , estabilizando a la vez el pH. Se tiene por conocimiento que los responsables de dicha adsorción se deben al grupo carboxilo que presentan la pared celular de las algas

## **2. Plomo.**

Según **OMS (2018)** Es un metal tóxico que se encuentra presente de forma natural en nuestro ambiente. El uso descontrolado ha generado contaminación a nuestro ambiente, generando un nivel considerable en la exposición humana y graves consecuencias a la salud.

Las principales fuentes que generan contaminación son la explotación minera, fabricación y reciclaje y, en algunos países, el uso de pinturas elaboradas a base de plomo. Otra fuente donde se puede encontrar plomo es en el agua potable canalizada a través de tuberías de plomo o tuberías que están soldadas con este metal.

Los niños de menores de edad que comprende entre 1 a 12 años son los vulnerables ante la exposición de plomo, que puede tener graves consecuencias en la salud, afectando el desarrollo del cerebro y causando daño al sistema nervioso.

### **Fuentes y vías de exposición**

La población muchas veces está expuesta al plomo ya sea en su ambiente de trabajo o en su entorno, principalmente a través de las siguientes actividades o procesos:

- En la combustión de materiales que contienen este metal (por ejemplo, actividades de fundición, decapados de pintura con plomo) las personas inhalan las partículas de plomo generadas por dicha actividad.
- La ingesta de polvo, agua o alimentos contaminados (por ejemplo, agua canalizada a través de tuberías de plomo, o alimentos que son empaquetados con dicho metal).

Otra fuente por la cual nos exponemos al plomo, es el uso de algunos productos cosméticos y medicamentos tradicionales.

Los menores de edad son los más vulnerables cuando llegan a exponerse a dicho metal porque llegan a absorber cantidades de plomo entre 4 y 5 veces más que los adultos. Debido a la costumbre que es propia de su edad, de llevarse las manos y las cosas a la boca, los hace más predispuestos a la exposición de objetos que puede contener plomo u objetos que están recubiertos de este metal (un ejemplo, los juguetes con pintura con

plomo). El plomo cuando se encuentra alojado en el organismo se distribuye por todo el cuerpo hasta alcanzar el cerebro, riñones, hígado y huesos, y se deposita en los dientes y huesos, donde se va acumulando con el transcurrir de los años. En el caso de las mujeres gestando, el plomo que se encuentra almacenado en los huesos circula en la sangre durante el embarazo, generando riesgo para el feto. Los niños que presentan cuadros de anemia y desnutrición son más vulnerables al plomo debido que su organismo absorber mayor cantidad de este metal por la carencia de algunos nutrientes como el calcio.

### **Efectos por intoxicación de plomo en la salud de los niños**

Este metal trae graves consecuencias en la salud de los menores de edad. Siempre y cuando el nivel de exposición es elevado, ataca directamente al sistema nervioso central, al cerebro provocando en la mayoría de casos, convulsiones e incluso hasta la muerte. Los niños sobrevivientes a esta exposición presentan diferentes secuelas, como retraso mental o trastornos.

Además, cuando el grado de exposición no es muy elevado, ni presenta síntomas evidentes, el plomo puede provocar alteraciones a diversos sistemas del organismo. En menores de edad podría afectar al desarrollo del cerebro, cambios leves en el comportamiento (disminuye la capacidad de concentración y aumento de las conductas antisociales y un menor rendimiento intelectual).

La exposición a este metal puede causar anemia, hipertensión, disfunción renal entre otros. Se cree que los efectos neurológicos y conductuales asociados al plomo son irreversibles.

La Organización Mundial de la Salud tiene incluido en una lista al plomo como uno de los diez productos químicos causantes problemas muy severos a la salud pública.

La OMS está elaborando una serie de instrucciones para la prevención y el tratamiento ante la intoxicación por plomo; cuya finalidad es ofrecer a una orientación con base científica sobre las medidas que se pueden adoptar para proteger la salud, tanto infantil como adulta, frente a la intoxicación por plomo.

### **3. Adsorción.**

Según **Tejada Tova y otros (2014)**, la adsorción es un proceso que permite la captación activa y/o pasiva de iones metálicos, dado que las biomásas vivas o muertas poseen una propiedad para enlazar y acumular metales pesados, por distintos mecanismos. Por lo cual un cuerpo logra captar las moléculas de otro y mantenerlas en su superficie. La adsorción es un proceso alternativo para la remoción de metales pesados juntamente con biomásas usadas con este tipo de proceso las cuales sufren algún tipo de modificación para mejorar la eficiencia de adsorción de los metales. Esto quiere decir que dicho proceso depende de que sustancias estén involucradas.

#### **Tipos de adsorción**

Se puede diferenciar tres tipos de adsorción, esto dependiendo de qué tipos de fuerzas existan entre el soluto y el adsorbente.

#### **a) Adsorción por intercambio electrostático.**

En este proceso, el soluto y el adsorbente la atracción se da por fuerzas electrostáticas. Esto quiere decir que los iones que se encuentran en el soluto se concentran en la superficie del sorbente, debido a que se allá cargada eléctricamente con el signo contrario a los iones del soluto. Si se tiene dos adsorbatos iónicos iguales en varios factores, pero uno presenta mayor carga que el otro, el de mayor carga será el que será adsorbido. Para adsorbatos con igual carga, el tamaño molecular es el que determina cuál será adsorbido.

#### **b) Adsorción por fuerzas de Vander Waals.**

Llamada adsorción física. En este tipo de proceso, el adsorbato no está fijo en la superficie del adsorbente, dado que presenta movilidad en su interface. Ejemplo de este tipo de adsorción es el de la mayoría de las sustancias orgánicas en agua con carbón activado. En este tipo de adsorción el adsorbato conserva su naturaleza química.

#### **c) Adsorción química.**

En este proceso hay una interacción química entre adsorbente y adsorbato. También llamada quimisorción. La fuerza de la interacción entre los dos es fuerte, muy parecido a un enlace químico. En este proceso el adsorbato sufre una transformación, más o menos intensa, de su naturaleza química.

#### 4. Adsorción con algas

Hoy en día el interés que ha adquirido las algas en los procesos de investigación es mayor debido al desarrollo de nuevos materiales bioadsorbentes, no solo por la capacidad que tiene de adsorción sino también porque se puede encontrar con facilidad en mares y océanos en grandes cantidades y de muy fácil acceso. A pesar de ello son muy pocas los informes o publicaciones que encontramos sobre adsorción empleando algas. Debido que es un tema que está tomando interés recientemente en las investigaciones en los últimos años. En muchas bibliografías, ha quedado demostrado que las algas marrones tienen mayor capacidad de adsorción de metales que las algas rojas y verdes. Muchos investigadores emplearon algas marrones tratadas de diferentes formas con el objetivo de mejorar su mayor captación de metales.

##### a) Equilibrio en el proceso de adsorción

Según **Siccha Macassi (2012)**, este proceso fue analizado usando modelos empíricos, teniendo en cuenta la cuantificación de la cantidad de metal adherido a la biomasa y se determina usando la siguiente relación:

$$q = \frac{(C_o - C_e)V}{M}$$

q: Cantidad de ion metálico captado por la biomasa (mg/g)

Co: Concentración inicial del ion metal (mg/l)

Ce: Concentración inicial del ion metal (mg/l)

V: Volumen de la solución del ion metal (g)

M: Masa del biosorbente (l)

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Determinar cuál es la dosis más eficiente de *Chondracanthus chamissoi* para la remoción de plomo en las aguas del río San Pedro?

#### **1.5. Justificación del estudio**

Esta investigación busca remover el plomo del recurso hídrico contaminado a causa de las actividades como minera e industriales mejorando así la calidad de vida de la población. Con el uso de la *Chondracanthus chamissoi* se mejorará la calidad del agua que es utilizada para riego.

Es de interés estudiar el empleo del alga en la remoción de metales pesados dado que hoy en día es un problema latente la contaminación que presentan las aguas por dichos metales producto de la minería artesanal.

#### **1.6. Hipótesis**

**H1:** Al menos una de las dosis de *Chondracanthus chamissoi* será más eficiente en la remoción de plomo.

**HO:** Ninguna de las dosis de las dosis de *Chondracanthus chamissoi* será eficiente en la remoción de plomo.

#### **1.7. Objetivos**

##### **1.7.1. Objetivo general**

**1.7.2.** Determinar la dosis optima de *Chondracanthus chamissoi* que removerá el plomo de forma más eficiente

##### **1.7.3. Objetivos específicos**

- Realizar análisis físicos al agua de río San Pedro antes de realizarse el proceso de remoción de plomo
- Realizar el tratamiento a la *Chondracanthus chamissoi* antes de ser dosificadas para la remoción de plomo.
- Aplicar diferentes dosis de *Chondracanthus chamissoi* en las aguas del río San Pedro.
- Realizar análisis físicos al agua de río San Pedro después de realizarse el proceso de remoción de plomo

## **II. MÉTODO**

### **2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

TIPO NO EXPERIMENTAL, transversal

### **2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN**

#### **Variable Independiente**

**VI:** Dosis de biomasa de *Chondracanthus chamissoi*

#### **Variable Dependiente**

**VD:** Remoción de plomo

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
<b>Dosis de biomasa de <i>Chondracanthus chamissoi</i></b>	<p><b>Prat (2002)</b>, esta especie es una macroalga, y puede tener un tamaño que alcanza hasta los 30 cm de longitud. Crece adheridas a rocas. Habita en la zona submareal llegando hasta 15 metros de profundidad en bahía e intermareal baja.</p> <p>En el Perú, es una de las algas más abundantes que se encuentran localizadas en la costa y es ampliamente consumida fresca en una gran variedad de platos típicos.</p>	Las algas serán lavadas con agua destilada y puesta a secar al ambiente por 48 horas posteriormente a ello	Tratamiento	T1 T2
		secadas en estufa a 65 <sup>0</sup> C por 24 horas , se molera y será tratada por cada 100 ml de NaCl de 0.1 N y CaCl <sub>2</sub> 0,2 M , 5 gramos de dicha alga en un periodo de 12 horas en un agitador a 250 rpm	Dosis	1 gramos 1,5 gramos 2 gramos
			Tiempo	3 h

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
<b>Reducción de plomo</b>	<p>Es un metal tóxico que se encuentra presente de forma natural en nuestro ambiente. El uso descontrolado ha generado contaminación a nuestro ambiente, generando un nivel considerable en la exposición humana y graves consecuencias a la salud.</p>	<p>Analizar con un espectrofotómetro la concentración de plomo que presenta las aguas contaminadas por dicho metal.</p>	<p>Concentración de ion metálico</p> <p>Concentración de plomo adsorbido</p>	<p>ppm mg/L</p> <p>% eficiencia</p>



## **2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1 Población**

La población que se ha considerado son las aguas del río San Pedro ubicado en la provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca.

### **2.3.2 Muestra**

La muestra del agua del río San Pedro, será 1000 ml de dicha agua.

### **2.3.3 Unidad de análisis (alícuota)**

La unidad de análisis es de 15 ml la cual se analizará posteriormente a la remoción de plomo con la biomasa de *Chondracanthus chamissoi*.

## **2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

### **2.4.1 TÉCNICAS**

#### **Técnicas de recolección de datos**

Para realizar el trabajo de investigación se basó de la siguiente manera:

#### **Técnica de campo**

##### **OBSERVACIÓN**

#### **Recolección de muestras**

El alga marina *Chondracanthus chamissoi*, que será utilizada para la remoción de plomo, será recolectados en la playa de Pimentel, la cantidad es de un kilogramo aproximadamente.

Se tendrá en cuenta el largo del alga para el tratamiento de las aguas teniéndose un aproximado de 15 cm de largo.

Las aguas que fueron recolectadas con las siguientes coordenadas 0730399 9254667 a 2020 m de altitud y fueron tratadas 6 litros y analizadas posteriormente en el laboratorio.

#### **Tratamiento al alga**

El alga *Chondracanthus chamissoi* luego de su recolección, fueron lavadas y secadas al medio ambiente por un periodo de 48 horas.

Posteriormente al secado se volvió a lavar con agua destilada para eliminar las impurezas y se volvió a secar en una estufa 60 °C durante un periodo de 24 horas.

Se realizó la molienda hasta adquirir un tamaño de 1,18 mm. De la masa triturada se tomó 5 gramos por cada 100 ml de NaCl a 0,1 N y CaCl<sub>2</sub> a 0,2 M y estuvo en movimiento de agitación durante 3 horas a 250 rpm. Se deja decantar para luego filtra y poner a secar por 12 horas a 65 °C.

### **Tratamiento a las aguas del río**

Las biomásas tratadas son sometidas a prueba de adsorción. El experimento para la remoción de plomo se realizará colocando 1 gramos, 1,5 gramos y 2 gramos tratadas con NaCl y CaCl<sub>2</sub> en un vaso de precipitación con 100 ml de agua contaminada. Estos se mantendrán en agitación de 250 rpm por un tiempo de 3 horas. Posteriormente a ello se decantará y se filtrará, para ser analizada por espectrofotometría de absorción atómica para determinar la concentración de metal removido.

Tabla 1

*Tratamientos y dosis*

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>NaCl 0,1 N</b>			<b>CaCl<sub>2</sub> 0,2 M</b>		
<b>NOMBRE</b>	1	2	3	1	2	3
<b>BIOMASA (g)</b>	1	1,5	2	1	1,5	2

Fuente: Elaboración propia

## **2.4.2 INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE RECOLECCIÓN**

### **Materiales**

- Vasos de precipitación 250 ml
- Papel filtro
- Embudos de vidrio
- Matraces Erlenmeyer 50 ml
- Tamices
- Pipetas (5ml, 10ml)
- Bureta (25 ml)
- Fiola
- Cubreboca
- Guantes esteriles

### **Reactivos**

- Cloruro de sodio
- Cloruro de calcio
- Ácido nítrico

### **Instrumentos**

- ✓ Balanza electrónica
- ✓ Prueba de jarra
- ✓ Estufa
- ✓ Espectrofotómetro de absorción atómica

## **2.4.3 VALIDEZ**

La validez de los resultados del trabajo de investigación fue a través de los análisis certificados realizados en el Laboratorio de control de calidad –SEDALIB S.A en donde se midieron los parámetros físicos del agua superficial antes y después del tratamiento.

## **2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

Para analizar los datos se utilizó el programa estadístico Excel, en dicho programa se ingresará los datos para obtener las gráficas e interpretarlas.

## 2.6 MÉTODO DE DETERMINACIÓN ANALÍTICA

### Determinación de plomo

#### *Método Espectrofotómetro de adsorción atómica*

Mide la concentración de los metales en su forma atómica, presentes en agua o suelo, se necesita saber la absorbancia y la longitud de onda característica del elemento a medir (metal).

Consta de un horno, computadora, campana extractora, gases He, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, ups, aire acondicionado, patrones, lámparas.

Preparación de la solución de muestra estándares:

- Los estándares generalmente vienen a una concentración de 1003 ppm.
- Seguidamente se realiza las diluciones para la curva patrón de cada elemento químico.
- La curva patrón debe preparar de acuerdo al rango de sensibilidad de la lámpara de cada elemento, la absorción atómica. AAA 500. FLAMA tiene un rango de trabajo de 0.02 – 2.20 ppm.

Límite de detección:	228.8 nm longitud de onda
Combustión:	AIRE / ACETILENO
Corriente:	5.0 ma
Rango de trabajo:	0.02 – 2.20 ppm
Corrección background:	D2

Se prepara los puntos de calibración a partir de la solución estándar:

- Se debe hacer el cálculo para obtener una solución de 100 ppm de la solución en 50 ml de ácido nítrico al 4%.
- Se debe calcular los puntos de calibración a partir de la solución estándar de 100 ppm.
- ✓ Preparar tres puntos de calibración cada una en 50 ml de ácido nítrico al 4%

#### **Medición:**

- Encender el sistema eléctrico de espectrofotómetro de absorción atómica. AAA 500. FLAMA.
- Consigo las válvulas, ups, aire acondicionado.
- Configurar el espectrofotómetro de absorción atómica y luego abrimos la hoja de trabajo. Activamos el modo flama.
- Llenamos toda la data de calibración para lo cual medimos los puntos calculados tomando en cuenta el rango de sensibilidad.

- Colocar las muestras en una fiola para ser succionada por el equipo para ser quemada, guardar los datos en la memoria del pc.
- En la hoja de trabajo se visualizara.

### III. RESULTADOS

En el presente capítulo se dará detalle de los resultados de la concentración de plomo presentes en las aguas del río San Pedro y la concentración de plomo después de los respectivos tratamientos.

Tabla 2

*Resultado de la prueba control*

<b>CONCENTRACIÓN PLOMO ANTES DEL TRATAMIENTO</b>	
<b>MUESTRA</b>	<b>Pb</b>
<b>Prueba control</b>	15,95 mg/l

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°2 se observa la cantidad de plomo presente en las aguas del río San Pedro antes de realizarse el tratamiento, que es de 15,95 mg/l, posteriormente a ello se estabilizó el plomo en las muestras agregando 1ml de ácido nítrico por cada litro de la muestra. Teniéndose un pH de 2.

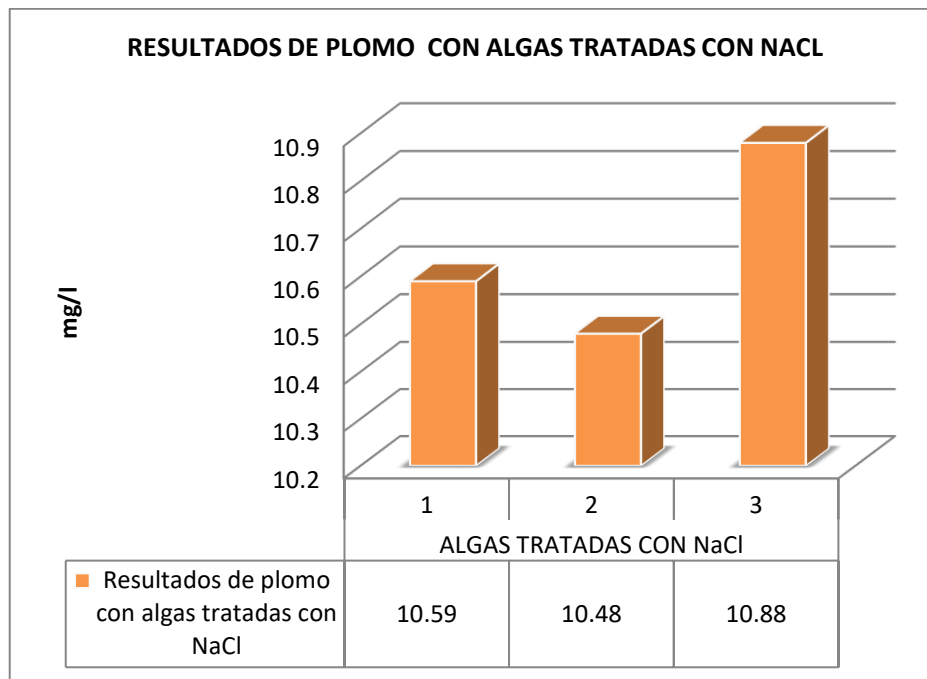
Tabla 3

*Resultados de plomo con algas tratadas con NaCl*

PARAMETRO	PRUEBA CONTROL	ALGAS TRATADAS CON NaCl		
		1	2	3
<b>Plomo (mg/l)</b>	15,95	10,59	10,48	10,88

Fuente: Elaboración propia

Grafico 1 *Resultados de plomo con algas tratadas con NaCl*



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

En el gráfico 1 se observa que las tres dosis aplicadas, si logran disminuir la concentración de plomo. Además, que la muestra2 tiene la dosis óptima para la remoción de plomo debido que es mucho menor la concentración de ion metálico a comparación de las demás muestras.

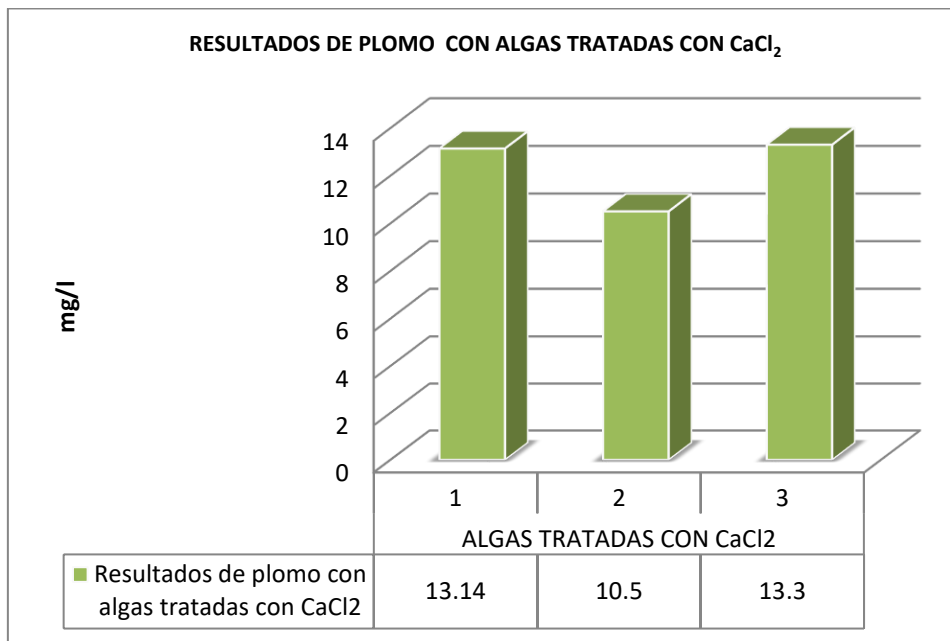
Tabla 4

*Resultados de plomo con algas tratadas con CaCl<sub>2</sub>*

PARAMETRO	PRUEBA	ALGAS TRATADAS CON CaCl <sub>2</sub>		
	CONTROL	1	2	3
<b>Plomo (mg/l)</b>	15,95	13,14	10,5	13,3

Fuente: Elaboración propia

Grafico 2 *Resultados de plomo con algas tratadas con CaCl<sub>2</sub>*



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

En el gráfico 2 se observa que en las tres muestras si se logra reducir las concentraciones de plomo y que la dosis optima está presente en la muestra2 cuya concentración de plomo es menor a comparación de las demás muestras.



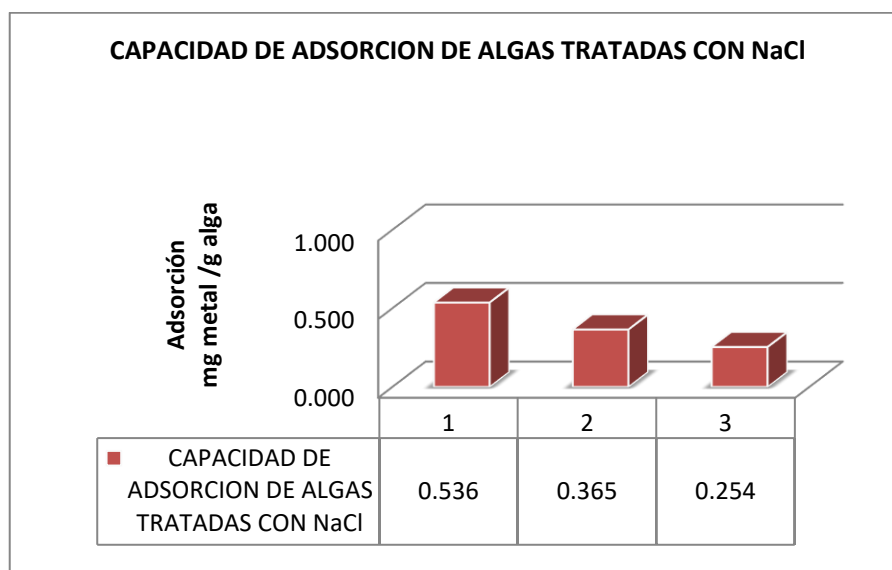
Tabla 5

Capacidad de adsorción de algas tratadas con NaCl

	Concentración inicial (mg/l)	Cantidad de alga (g)	Concentración final(mg/l)	Volumen (l)	Adsorción mg metal /g alga
1	15,95	1	10,59	0,1	0,536
2	15,95	1,5	10,48	0,1	0,365
3	15,95	2	10,88	0,1	0,254

Fuente: Elaboración propia

Grafico 3 Capacidad de adsorción de algas tratadas con NaCl



Fuente: Elaboración propia

### Interpretación

En el grafico 3 determina la capacidad de adsorción del alga, la cantidad de mg de plomo por cada gramo de alga observándose que la muestra 1, tiene mucho mayor su capacidad de adsorción a comparación de las demás muestras.

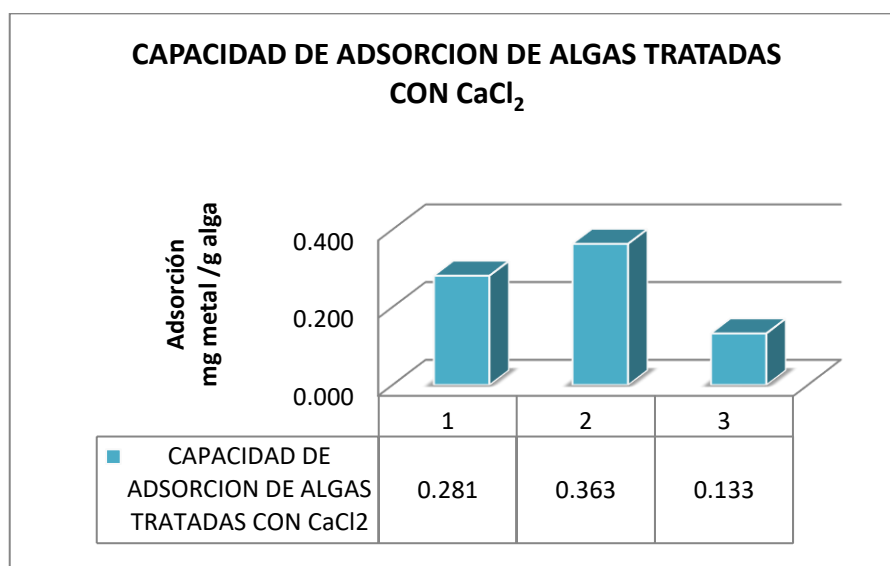
Tabla 6

*Capacidad de adsorción de algas tratadas con CaCl<sub>2</sub>*

	Concentración inicial (mg/l)	Cantidad de alga (g)	Concentración final(mg/l)	Volumen (l)	Adsorción mg metal /g alga
1	15,95	1	13,14	0,1	0,281
2	15,95	1,5	10,5	0,1	0,363
3	15,95	2	13,3	0,1	0,133

Fuente: Elaboración propia

Grafico 4 *Capacidad de adsorción de algas tratadas con CaCl<sub>2</sub>*



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

En el grafico 4, se determina la capacidad de adsorción del alga, la cantidad de mg del ion metálico por cada gramo de alga observándose que la muestra 2, tiene mucho mayor su capacidad de adsorción a comparación de las demás muestras.

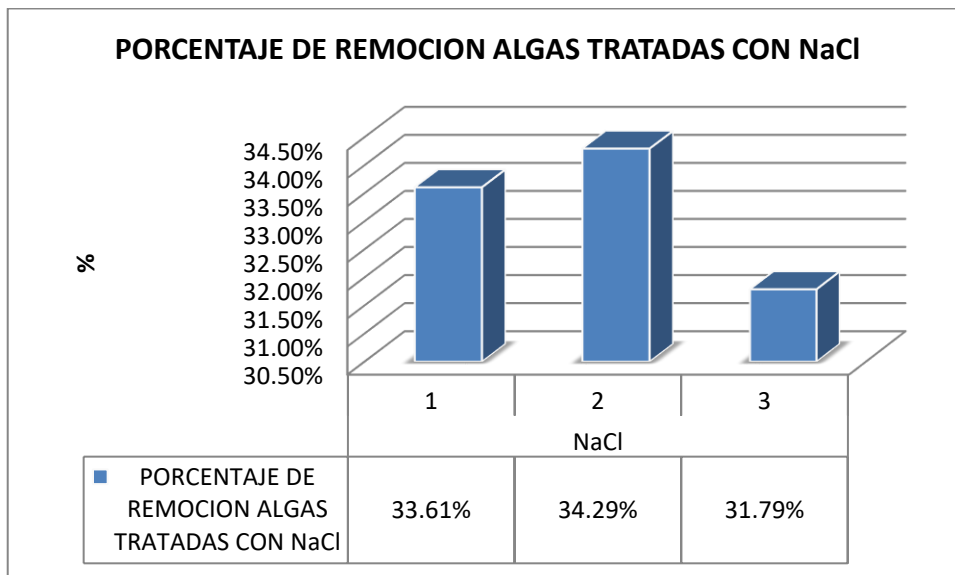
Tabla 7

*Porcentaje de remoción algas tratadas con NaCl*

Nombre	Concentración inicial (mg/l)	Concentración final (mg/l)	Porcentaje de remoción (%)	
NaCl	1	15,95	10,59	33,61%
	2	15,95	10,48	34,29%
	3	15,95	10,88	31,79%

Fuente: Elaboración propia

Grafico 5 *Porcentaje de remoción algas tratadas con NaCl*



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

En el grafico 5 se observa que el porcentaje de remoción del ion metálico en este tratamiento supera el 30 %, teniendo mayor porcentaje la muestra 2 a comparación de las demás muestras.

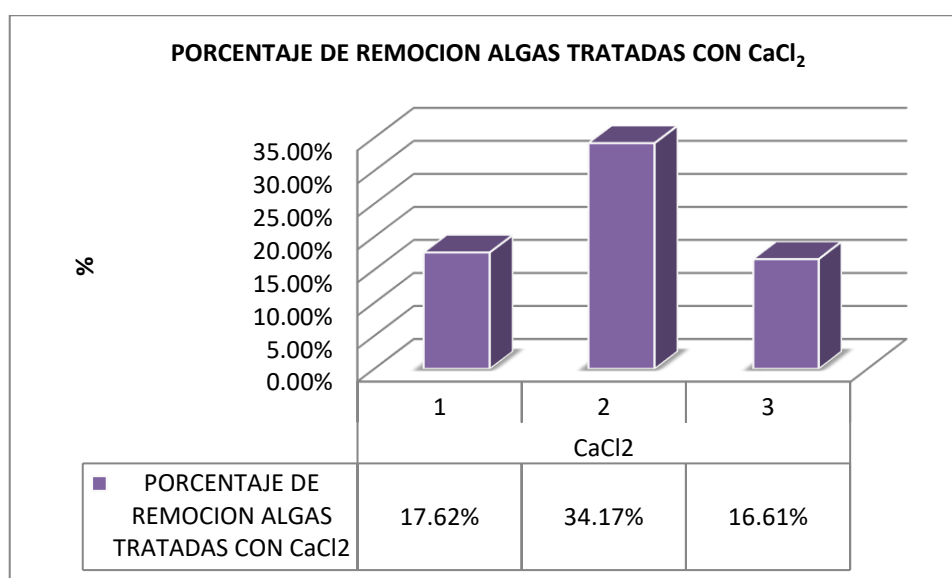
Tabla 8

*Porcentaje de remoción algas tratadas con CaCl<sub>2</sub>*

Nombre	Concentración inicial (mg/l)	Concentración final (mg/l)	Porcentaje de remoción (%)	
CaCl <sub>2</sub>	1	15,95	13,14	17,62%
	2	15,95	10,5	34,17%
	3	15,95	13,3	16,61%

Fuente: Elaboración propia

Grafico 6 *Porcentaje de remoción algas tratadas con CaCl<sub>2</sub>*



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

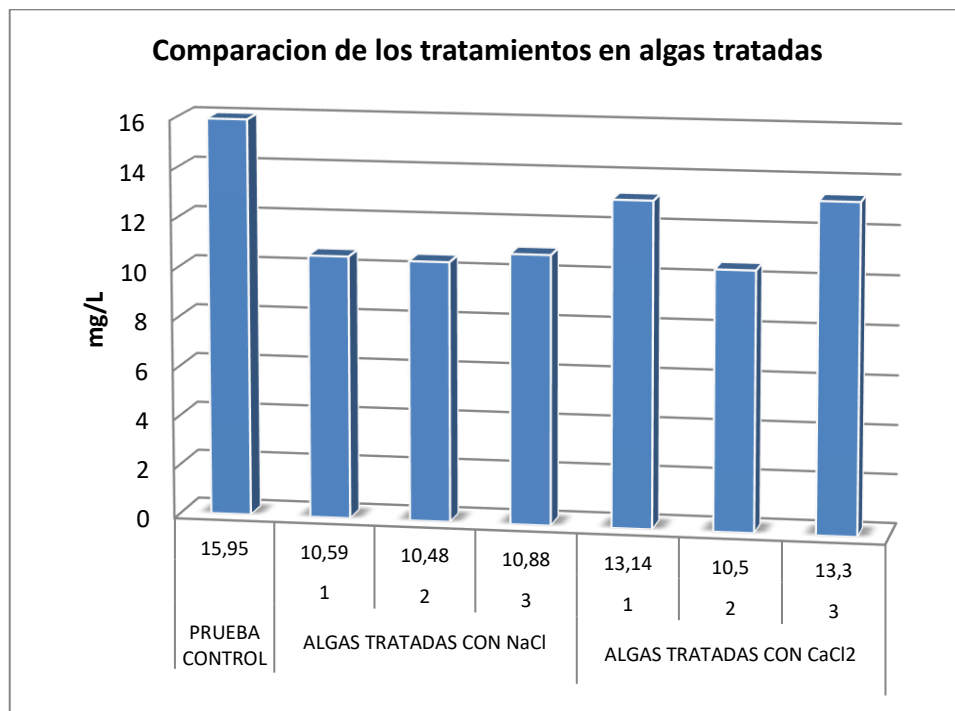
En el grafico 6 se observa que la remoción del ion metálico, el mayor porcentaje lo obtiene la muestra 2 con un porcentaje mayor a 30%, a comparación del resto de muestras que dan como resultado un porcentaje menor al 30%.

Tabla 9

*Comparación de los tratamientos en algas tratadas*

Tratamientos	Prueba Control	1	2	3
NaCl	15,95 mg/l	10,59	10,48	10,88
ClCa <sub>2</sub>	15,95 mg/l	13,14	10,5	13,3

*Grafico 7 Comparación de los tratamientos en algas tratadas*



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

En el grafico 7 se observa la comparación de ambos tratamientos realizados al agua superficial donde la muestra 2 de algas tratadas con CaCl<sub>2</sub>, se obtuvo como resultado la menor concentración de plomo a comparación de las demás muestras. Por lo que demuestra que dicha dosis es óptima para la remoción de plomo.

#### IV. DISCUSIÓN

Lo que se buscó en el estudio es remover concentraciones de plomo con algas *Chondracanthus chamissoi* la cual se formuló que al menos una de las dosis sea eficiente para dicha remoción del ion metálico, de las 6 muestras utilizadas en el tratamiento todas fueron eficientes para la remoción de plomo. Por lo que se tendrá en cuenta algunos parámetros para realizar las comparaciones con anteriores investigaciones.

Se discrepa con Siccha (2012) quien realizó el tratamiento a las algas con  $\text{CaCl}_2$  0.2M y  $\text{NaCl}$  0.1N indicando que la eficiencia en la remoción de plomo la obtuvo las algas tratadas con  $\text{CaCl}_2$  y que además de ello influye en este tratamiento el tamaño de la partícula.

En el presente trabajo, la mayor eficiencia en el tratamiento  $\text{CaCl}_2$  es de 34,17% y el tratamiento  $\text{NaCl}$  es de 34,29%, concluyendo que el tratamiento con mayor porcentaje de adsorción la obtuvo las algas tratadas con  $\text{NaCl}$ , a pesar de que las partículas eran de mayor tamaño.

El tratamiento de algas tratadas con  $\text{NaCl}$  que realizó en mi estudio, presentó mayor porcentaje de remoción teniendo como dosis 1,5 g de *Chondracanthus chamissoi*, lo cual comparto la idea con Vizcaino y Fuente (2014), quienes realizaron tratamientos a las algas en soluciones de  $\text{Na(OH)}$  y  $\text{Ca(OH)}$ , tomándose en cuenta la cantidad de biomasa de 1,4 g dando como resultado que es óptimo para la remoción de plomo además que las algas con solución de Na son las que mayor porcentaje de remoción presenta siendo dicho tratamiento más eficiente que el de Ca.

Para Ramírez (2016) en su investigación, a pesar de que no realizó un tratamiento a sus algas *Chondracanthus chamissoi* antes de ser utilizadas para la remoción de cromo, tuvo como objetivo comprobar la eficiencia tomando en cuenta el pH (3, 4, 5 y 6) y el tamaño de su partícula (0.85, 0.43, 0.25 y 0.15 mm), el resultado que se obtuvo en la remoción de cromo fue de 56.33% cuya variable optima fue el tamaño de partícula 0,25 mm y pH 3. En mi estudio el tamaño de la partícula fue de 1,18 mm y el pH 2 teniendo como remoción un 34.29%, por lo que se puede compartir con Ramírez (2016) es que según el tamaño de la partícula eficiente es el tratamiento de remoción.

La capacidad de adsorción en el presente estudio que mayor eficiencia mostró fue de 0.36 mg de plomo /g de alga en tratamiento de CaCl<sub>2</sub>, teniendo pH 2 y tamaño de partícula 1,18 mm y agitado a 250 rpm por un periodo de 3 horas, Rivera y otro/(2004) por su parte en su investigación tuvo en cuenta el pH 4 y tres diferentes tamaño de partícula y realizando mayor tiempo de agitación en las muestras de 150 rpm durante 48 horas, para ello obtuvo como resultado que el tamaño de partícula de  $250 < p < 500\mu\text{m}$  presenta un capacidad de adsorción de 90.58 mg/g . Por lo que recalca que es necesario en cuenta el tamaño de la partícula para una mayor capacidad de adsorción.

Para Rodríguez (2010) en su investigación el tratamiento fue determinado por la temperatura, pH y salinidad, las muestras fueron extraídas del mar (puerto Salaverry, Pacasmayo y Malabrigo) y las algas tratadas con ácido nítrico al 1%, el autor indico que la eficiencia de remoción de plomo, se obtuvo en aguas del puerto Salaverry indicando que las algas que mayor capacidad de adsorción dieron como resultado 4.92  $\mu\text{m/g}$  a una temperatura de 21 °C, pH 7,9 y 34 PSU. Por lo que comparto su idea debido que el tratamiento que realizo a las algas es diferente al de mi investigación la mayor capacidad de adsorción fue de 0,53 mg/g (5,3  $\mu\text{g/g}$ ) y las muestras se encontraban a temperatura de ambiente entre 20 a 23 °C.

## V. CONCLUSIONES

Al analizar las muestras de agua del río San Pedro Antes de aplicar el tratamiento con *Chondracanthus chamissoi*, se determinó una gran concentración de plomo (Pb) de 15,95 mg/l, lo cual sobre pasa los estándares de calidad ambiental de agua.

Para el tratamiento de *Chondracanthus chamissoi* se realizó el siguiente procedimiento la cual consto de lavar, secar, pesar y secar en el horno por 24 horas a 65 °C y posteriormente a ello se realizó se agregó una solución de 0.1 N de NaCl y 0.2 M de CaCl<sub>2</sub> a las algas después de secarse.

Se aplicó *Chondracanthus chamissoi* tratada con NaCl y CaCl<sub>2</sub> con dosis de 1.0 1.5 2.0 gramos correspondientemente, las cuales fueron introducidas en 10 mililitros de agua del río San Pedro.

Al aplicar *Chondracanthus chamissoi* ya tratado con NaCl, se logró determinar que con 1.0 gramos de *Chondracanthus chamissoi* se redujo a 10.59 mg/l, con una dosis de 1.5 gramos se logró reducir a 10.48 mg/l y con una dosis de 2.0 gramos se redujo a 10.88. Por otro lado, al aplicar *Chondracanthus chamissoi* tratado con CaCl<sub>2</sub>, se logró reducir a 13.14 mg/l con una dosis de 1.0 gramos, 10.5 mg/l con una dosis de 1.5 y por último con una dosis 2.0 gramos se redujo a 13.3 mg/l.



## **VI. RECOMENDACIONES**

- ✓ Se sugiere que antes de realizarse tratamientos de remoción de ion metálico con algas marinas, estas tengan un tratamiento con  $\text{CaCl}_2$  y  $\text{NaCl}$ , para estabilizar la estructura química del alga.
- ✓ Es necesario controlar el pH de las aguas a tratar para una óptima remoción para posteriores investigaciones.
- ✓ Se recomienda que al terminar dichos procedimientos de remoción las algas utilizadas en el tratamiento sean incineradas para luego ser depositadas en un relleno sanitario.
- ✓ Las entidades competentes tendrían que realizar monitoreo constante a las aguas superficiales y así poder controlar el vertimiento de aguas residuales producto de las actividades mineras.

## VII.REFERENCIAS

- Adsorción de metales pesados en andisoles,vertisoles y ácidos húmicos. (2014). *64(1)*(61-71).
- Arango Arambulu, M., & Yris, O. (2012). Problemática de los pasivos ambientales mineros en Colombia. *15*(3).
- Arauzo, J. (2017). La Libertad: minería ilegal ha contaminado lagunas de Huamanchuco. *El Comercio*.
- Arbaiza Quispe, S. J. (2016). *VIABILIDAD REPRODUCTIVA PARA EL CULTIVO DE Chondracanthus chamissoi PROVENIENTE DE TRES POBLACIONES DEL LITORAL PERUANO*. Lima .
- Castañeda, A. (22 de 10 de 2014). Derivan denuncia contra minera La Zanja a Cajamarca. *Correo*.
- Colome, J. (12 de 02 de 2018). *Noticias de la ciencia y tecnologia*. Obtenido de <http://noticiasdelaciencia.com/not/27376/mercurio-cadmio-y-plomo-en-los-indigenas-de-peru/>
- Cossio Herrera, L. A. (2015). *Contaminacion por plomo y cadmio del rio Apurimac- VRAE*. Ayacucho.
- Cuizano, N. A., Reyes, Ú. F., Domínguez, S., Navarro, B. P., & Llanos, A. E. (2009). Relevancia Del Ph En La adsorción De Iones metalicos Mediante Algas Pardas. *Rev Soc Quím Perú*. *76 (2) 2010*, 76(2).
- Cuizano, N., & Navarro, A. E. (2008). Biosorción de metales pesados por algas marinas: posible solución a la contaminación a bajas concentraciones. *104(2)*(120).
- Dekhil, A., Hannachi, Y., Ghorbel, A., & Boubaker, T. (2011). Removal of Lead and Cadmium Ions From Aqueous Solutions Using Dried Marine Green Macroalga (Caulerpa racemosa). *Int. J. Environ. Res.*, 725-732.
- EDITORA, 2. M. (02 de 09 de 2009). *20 minutos*. Obtenido de <https://www.20minutos.es/noticia/508724/0/china/contaminacion/plomo/>
- EFEverde, R. (12 de Abril de 2016). *Efe: Verde*. Obtenido de <https://www.efeverde.com/noticias/aguas-subterraneeas-china-contaminadas/>

- Expresion, S. (15 de 11 de 2012). *ALERTAN CONTAMINACIÓN EN EL VALLE CHANCAY-LAMBAYEQUE*. Obtenido de <http://www.semanarioexpresion.com/Presentacion/noticia1.php?noticia=2742&edicionbuscada=791>
- Holan, Z., & Volesky, B. (1993). Biosorption of Lead and Nickel by Biomass of Marine Algae. *Biotechnology and Bioengineering*, 1001-1009.
- Instituto de Ciencia y Tecnología, U. A. (2002). *Germoplasma*. Obtenido de <http://www.macroalgasdelsur.cl/germoplasma/chicoria.html>
- Kaladharan, P., & Vinoj Kumarand, V. (2006). Biosorption of metals from Biosorption of metals from. *Fishery Environment Management Division, Central Marine Fisheries Research Institute*, 1263-1267.
- Mesquita Vieira, D., Augusto da Costa, A. C., Assumpção Henriques, C., Luiz Cardoso, V., & Pessôa de França, F. (2007). Biosorption of lead by the brown seaweed *Sargassum filipendula* - batch and continuous pilot studies. *Electronic Journal of Biotechnology ISSN: 0717-3458*, 368-375.
- Moreira, A. S., Duarte, M. M., & Macedo Nandenha, J. (2008). Estudio del Mecanismo de Remoción de Hierro y Cobre. *Información Tecnológica*, 19(1).
- Muhammad, M., & Nwaedozie, J. (2011). Application of Marine Biomass for the Removal of Metals from Industrial Wastewater. *Greener Journal of Physical Sciences*, 1-10.
- Muñoz Carpio, J. (2007). *Biosorción de plomo (II) por cáscara de naranja "citrus cinensis" pretratada*.
- Neciosup Urpeque, H. (19 de 11 de 2012). Chiclayo: Denuncian a minera por contaminación en cuenca del Chancay. *RPP noticias*.
- OMS. (09 de 02 de 2018). *Organismo Mundial de la Salud*. Obtenido de <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- Pariona , E., & Gil-Kodaka, P. (2011). *Colonización de Chondracanthus chamissoi (Rhodophyta, Gigartinales) sobre sustratos calcáreos en Playa Mendieta, Reserva Nacional de Paracas*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú.

- Plaza Cazón, J. (2012). *Remoción de metales pesados empleando algas marina*. Buenos Aires, Argentina : Universidad Nacional de La Plata .
- Quispe Yana, R. F. (2017). *EVALUACION DE LA CONCENTRACION DE METALES PESADOS(CROMO, CADMIO Y PLOMO) EN LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES EN EL RIO COATA*. Puno.
- Ramirez Cabanillas, J. J. (2016). *Efecto del pH y el tamaño de partícula de Chondracanthus chamissoi en adsorción de cromo del efluente de curtiembre “Chimú SAC”-Trujillo 2016*. Trujillo.
- Reyes Lopez, I. (2014). *Adsorción De Cobre , Hierro Y Mercurio Empleando Chondracanthus Chamissoi*. tesis doctoral, Trujillo.
- Reyes Lopez, I. (2014). *Adsorción De Cobre , Hierro Y Mercurio Empleando Chondracanthus Chamissoi*. tesis doctoral, Trujillo.
- Reyes, Y. C., Vergara, I., Torres, O. E., Díaz, M., & González, E. E. (2016). CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS: IMPLICACIONES EN SALUD, AMBIENTE Y SEGURIDAD ALIMENTARIA. *16(2)(66-77)*.
- Rivera, J., Tapia, N., Caja, V., Yarango, A., Reyes, I., Borja, A., & Figueroa, A. (2004). Biosorción Del Cobre (II) Por El Alga Marina. *7(2)*.
- Rodriguez Espejo, M. (2010). *BIOACUMULACIÓN DE METALES PESADOS TRAZAS: CADMIO, COBRE Y PLOMO EN chondracanthus chamissoi PROCEDENTE DEL LITORAL DEL DEPARTAMENTO LA LIBERTAD. PERÚ*. Trujillo.
- Segura Lira, J. (05 de 11 de 2012). *Gestion*. (Empresa Editora El Comercio S.A.) Obtenido de Gestion: <https://gestion.pe/economia/ana-rios-peru-contaminados-pasivos-ambientales-mineros-23732>
- Siccha Macassi, A. L. (2012). *Eficacia de la biosorción de Plomo mediante cochayuyo pre-tratado(Chondracanthus chamissoi)*.
- Sweetly, J., Sangeetha, K., & Suganthi, B. (2014). Biosorption of Heavy Metal Lead from Aqueous Solution by Non-living Biomass of Sargassum myriocystum. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAEM)*, 39-45.

Tarabochia, M. L. (30 de 10 de 2017). *wayka.pe*. Obtenido de <https://wayka.pe/presencia-metales-pesados-en-ninos-de-los-andes/>

Tejada Tova, C., & Villabona Ortiz, A. (2016). Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico.

Tovar, C. T., & Jaraba, Á. V. (2014). Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico . .

Vizcaino Mendoza, L., & Fuentes Molina, N. (2014). BIOSORCIÓN DE Cd, Pb y Zn POR BIOMASA PRETRATADA DE ALGAS ROJAS, CÁSCARA DE NARANJA Y TUNA. *CIENCIA E INGENIERÍA NEOGRANADINA*.

# ANEXO

## Anexo 1 Informe de ensayo



### INFORME DE ENSAYO IE01118067

Identificación del Cliente			
Cliente:	GABRIELLA SUZZETY GUERRA DIAZ	Dirección:	SANTA ANA 183 - CHICLAYO
Ensayo solicitado por:	GABRIELLA SUZZETY GUERRA DIAZ	email:	<a href="mailto:gabysuzzety@hotmail.com">gabysuzzety@hotmail.com</a>
Teléfonos:	955938863	Fax:	-

Identificación de la Muestra	
Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	SANA CRUZ /SANTA CRUZ/CAJAMARCA
Tipo de muestra:	SIMPLE
Tipo de toma de muestra:	MANUAL
Responsable del muestreo:	GABRIELLA SUZZETY GUERRA DIAZ (CLIENTE EXTERNO)
Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra: LAS MUESTRAS DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE $\leq 6^{\circ}\text{C}$ . PARA PLOMO DEBEN SER PRESERVADAS CON $\text{HNO}_3$ A $\text{pH} < 2$ .	

Identificación de la Muestra por el Laboratorio			
Recepción de la muestra:	19 DE NOVIEMBRE 2018	Inicio de Análisis:	19 NOVIEMBRE 2018
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	29 NOVIEMBRE 2018
Número de Orden de Trabajo:	OT01118061	Emisión del Informe:	30 NOVIEMBRE 2018
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICOS	Condición ambiental del ensayo:	Temp. 25.8 $^{\circ}\text{C}$ Hume.rel. 50 %
Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC: LAS MUESTRAS LLEGARÓN EN FRASCOS PLASTICOS DE 0.70 mL. PRESERVADAS CON ACIDO NITRICO $\text{pH} = 2.0$ .			

Objeto de petición de los ensayos	
Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
PLOMO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Ed. 2017 Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry, Direct Air-Acetylene Flame Method



**INFORME DE ENSAYO**
**IE01118067**
**RESULTADOS ANALÍTICOS**  
**ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS:**

Código Cliente	PC	NaCl 1	NaCl 2	NaCl 3		
Código Laboratorio	01118063.001	01118063.002	01118063.003	01118063.004		
Tipo de Matriz	Agua Superficial	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso		
Descripción	RIO SAN PEDRO - SANTA CRUZ	RIO SAN PEDRO - SANTA CRUZ	RIO SAN PEDRO - SANTA CRUZ	RIO SAN PEDRO - SANTA CRUZ		
Fecha de muestreo	11/11/2018	15/11/2018	15/11/2018	15/11/2018		
Hora de muestreo	11:00	09:00	09:00	09:00		
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	-	-		
	Agua	-	-	-		
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados			
PLOMO	mg Pb/L	0.005	15.959	10.5948	10.4896	10.8878

**ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS:**

Código Cliente	CaCl <sub>2</sub> 1	CaCl <sub>2</sub> 2	CaCl <sub>2</sub> 3		
Código Laboratorio	01118063.005	01118063.006	01118063.007		
Tipo de Matriz	Agua de Proceso	Agua de Proceso	Agua de Proceso		
Descripción	RIO SAN PEDRO - SANTA CRUZ	RIO SAN PEDRO - SANTA CRUZ	RIO SAN PEDRO - SANTA CRUZ		
Fecha de muestreo	15/11/2018	15/11/2018	15/11/2018		
Hora de muestreo	09:00	09:00	09:00		
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	-		
	Agua	-	-		
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados		
PLOMO	mg Pb/L	0.005	13.1446	10.5034	13.3089

LDM: Límite de Detección del Método



## INFORME DE ENSAYO

IE01118067

### OBSERVACIONES

- \* El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A., no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- \* La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- \* Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- \* La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- \* El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- \* Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- \* Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Armando Aravijo Jimenez  
DIRECTOR DEL LABORATORIO  
LCC SEDALIB S.A.

Director del LCC-SEDALIB S.A.



## Anexo 2 Ubicación del Rio San Pedro - Pulan



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 3 Ubicación en coordenadas UTM del rio



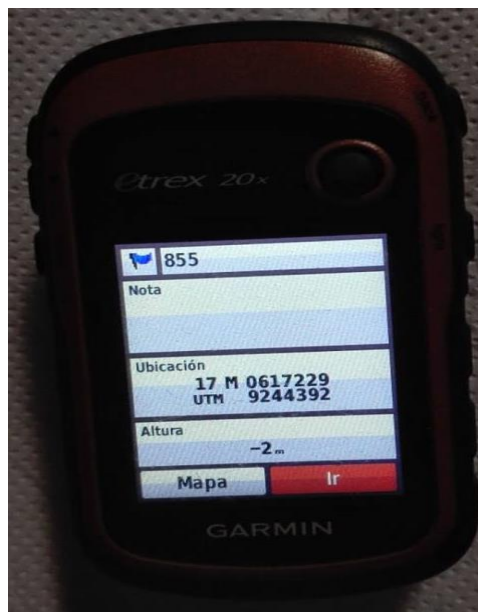
Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 4 Recolección de la muestra de agua



Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 5 Ubicación UTM de las algas recolectadas



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 6 Recolección de algas



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 7 Secado de algas en el ambiente



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 8 Pesado de las algas



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 9 Secado de las algas en la estufa



Fuente: Elaboración propia

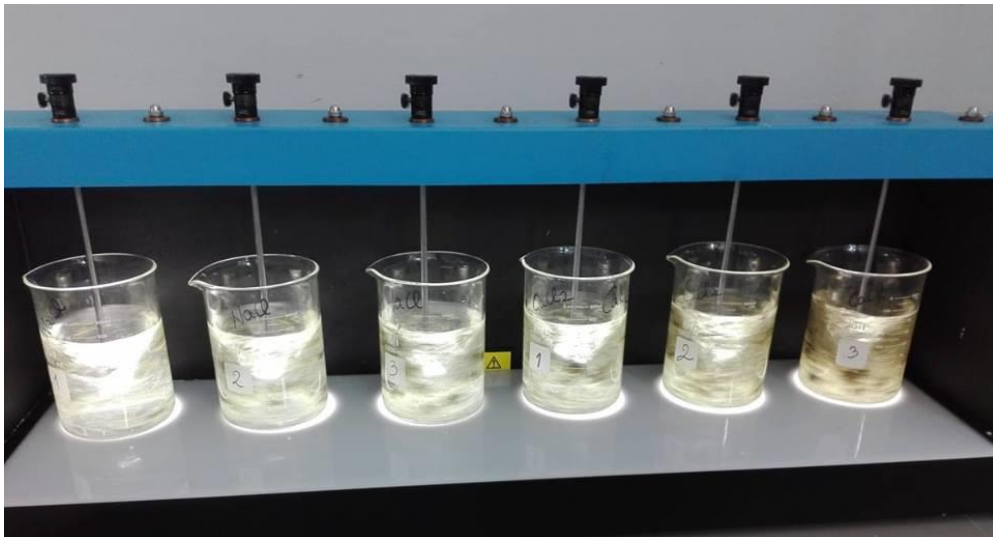


## Anexo 10 Pre-tratamiento de las algas con sales



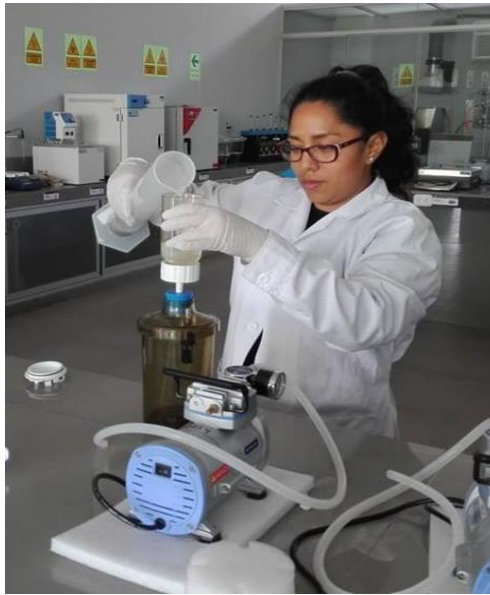
Fuente: Elaboración propia

## Anexo 11 Tratamiento con algas a las aguas del Rio San Pedro



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 12 Filtrado de las aguas tratadas




Fuente: Elaboración propia

## Anexo 13 Envasado de las aguas tratadas



Fuente: Elaboración propia

## Acta de Aprobación de originalidad de tesis.

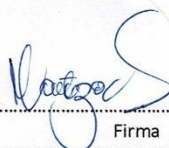
	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-201 Página : 1 de 1
---	--	--

Yo, CESAR AGUSTO MONTEZA ARBULU, docente de la Facultad de INGENIERIA y Escuela Profesional de INGENIERIA AMBIENTAL de la Universidad Cesar Vallejo filial Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada

“Comparación De Diferentes Dosis De *Chondracanthus chamissoi* Para La Reducción De Plomo En Las Aguas Del Río San Pedro”, de la estudiante **GUERRA DIAZ GABRIELA SUZZETY**, constatado que la investigación tiene un índice de similitud de 22% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizo dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 10 de octubre de 2019.



Firma  
CESAR AGUSTO MONTEZA ARBULU  
DNI: 16681280

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

**Autorización de Publicación de tesis en repositorio institucional UCV.**

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL          UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Gabriela Suzzety Guerra Díaz....., identificado con DNI N° 45449162....., egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental..... de la Universidad César Vallejo, autorizo (  ) , No autorizo (  ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Comparación de diferentes dosis de Chodatocanthus chamissoi en la remoción de plomo en aguas del río San Pedro....."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

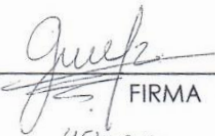
.....

.....

.....

.....

.....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 45449162.....

FECHA: ..... 28 ..... de diciembre del 2012.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------------------	--------	---------------------------------



**Autorización de la Versión final del trabajo de investigación.**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACION DE

E.P. Ingeniería Ambiental

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACION QUE PRESENTA:

Guerra Díaz Gabriela Suzetny

INFORME TITULADO:

Comparación de diferentes dosis de *Shodrocantus chamissoi* para la reducción de plomo en las aguas del río San Pedro

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniería Ambiental

SUSTENTADO EN FECHA: 10 de setiembre del 2019

NOTA O MENCION: Aprobado por unanimidad



[Firma]  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACION