



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**“Adsorción de Plomo de agua de efluentes
mineros utilizando Bagazo de Caña, Tusa de
Maíz, y Fibra de Coco”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

Bach. Oscar Eduardo Bazán Salas

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

TRUJILLO - PERÚ

2017

DEDICATORIA

A DIOS;

Por permitirme llegar a cumplir todas mis metas propuestas y ser fuente de guía interior para ir por el buen camino, dándome fuerzas para seguir luchando con las adversidades que se nos presenta en esta vida, encarándolas con dignidad, honradez y buscando el bien común.

A mis padres y hermano;

Eduardo y Elena y hermano Christian por ser mi motivo de superación y que se sientan orgullosos de mí. Por su constante e incondicional apoyo durante mi vida como persona y estudiante entregando gran parte de su vida para velar por mi bienestar y se constituyeron en el pilar de mi desarrollo personal y profesional, con su permanente preocupación y sabios consejos que me otorgan la confianza y seguridad de que siempre estarán allí, incluso desde la eternidad; comprometiéndome a no defraudarlos y hacer denodados esfuerzos por formar una sociedad justa.

A mi esposa Sadith, quien me apoyo y me alentó cuando estuve a punto de rendirme; **a mi hijo Joaquín** que posiblemente no entienda mis palabras pero para cuando sea capaz quiero que se dé cuenta de lo que significa para mí y es la razón para que me levante cada día y esforzarme por el presente y el mañana, Él es mi principal motivación que como en todos mis logros siempre está presente.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis docentes, profesionales que con sus conocimientos y experiencias transmitidas me han permitido tomar conciencia de la difícil realidad que experimenta nuestro planeta, fundamentalmente por impacto del cambio climático, y valorar nuestros recursos naturales, para promover acciones hacia su uso eficiente y lograr su sostenibilidad.

Quiero expresar un reconocimiento especial a todas aquellas personas, compañeros de estudios y trabajo, profesionales y amigos, que han contribuido con sus conocimientos, consejos e información, para lograr un producto que estoy seguro contribuirá en la gestión de un recurso natural tan importante para la vida y bienestar de las personas, como es el agua.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
TABLA DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.	14
1.2 Delimitaciones y Definición del Problema.	15
1.2.1. Delimitaciones.	15
1.2.2. Definición del Problema.	16
1.3 Formulación del Problema.	16
1.4 Objetivo de la Investigación.	17
1.4.1. Objetivo General.	17
1.4.2. Objetivos Específicos.	17
1.5 Hipótesis de la investigación.	17
1.5.1 Hipótesis General	17

1.6	Variables e Indicadores.	18
1.6.1.	Variable Independiente.	18
1.6.2.	Variable Dependiente.	18
1.7	Viabilidad de la investigación.	18
1.7.1.	Viabilidad Técnica.	18
1.7.2.	Viabilidad Operativa.	19
1.7.3.	Viabilidad Económica.	19
1.8	Justificación e Importancia de la Investigación.	19
1.8.1.	Justificación.	19
1.8.2.	Importancia.	20
1.9	Limitaciones de la Investigación.	21
1.10	Tipo y Nivel de la Investigación.	21
1.10.1.	Tipo de Investigación.	21
1.10.2.	Nivel de Investigación.	21
1.11	Método y Diseño de la investigación.	22
1.11.1.	Método de Investigación.	22
1.11.2.	Diseño de Investigación.	22
1.12	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.	23
1.12.1.	Técnicas.	23
1.12.2.	Instrumentos.	23
1.13	Cobertura de Estudio.	23

1.13.1. Universo.	23
1.13.2. Muestra.	23
1.14 Informe Final	23
1.15 Cronograma y Presupuesto	24
1.15.1. Cronograma	24
1.15.2. Presupuesto	25
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la Investigación.	26
2.2 Marco Conceptual.	29
2.2.1. Adsorción	29
2.2.2. Metales Pesados	30
2.2.3. Plomo	33
2.2.4. El Plomo (Pb) y agua	36
2.3. Metodología	38
CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DE LA HERRAMIENTA	
3.1. Generalidades.	40
3.2. Estudio de Factibilidad.	40
3.2.1. Factibilidad Técnica.	40
3.2.2. Factibilidad Operativa.	40
3.2.3. Factibilidad Económica.	40

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Análisis de Resultados.	41
4.1.1. Resultados del análisis de plomo del efluente del Consorcio Minero Horizonte	41
4.1.2. Resultados de análisis de Plomo después del proceso de adsorción con bagazo de caña	42
4.1.3. Influencia de la adsorción de plomo utilizando como adsorbente Bagazo de Caña.	43
4.1.4. Resultados de análisis de Plomo después del proceso de adsorción con Tusa de Maíz.	45
4.1.5. Influencia de la adsorción de plomo utilizando como adsorbente Tusa de Maíz.	46
4.1.6. Resultados de análisis de Plomo después del proceso de adsorción con Fibra de Coco.	48
4.1.7. Influencia de la adsorción de plomo utilizando como adsorbente Fibra de Coco	49
4.1.8. Determinación del mejor adsorbente y el tiempo óptimo para la adsorción de plomo	51

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.	53
5.2. Recomendaciones.	54

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
-----------------------------------	----

ANEXOS	59
---------------	----

GLOSARIO DE TÉRMINOS	70
-----------------------------	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO N° 01: Adsorción de Plomo utilizando Bagazo de Caña	44
GRAFICO N° 02: Adsorción de Plomo utilizando Tusa de Maíz	47
GRAFICO N° 03: Adsorción de Plomo utilizando Fibra de Coco.	50
GRAFICO N° 04: Porcentaje de Adsorción de plomo utilizando diferentes adsorbentes.	52

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 01: Diseño de Investigación	22
TABLA N° 02: Definiciones de los metales pesados según sus propiedades	30
TABLA N° 03: Concentración de Pb de efluente del Consorcio Minero Horizonte.	41
TABLA N° 04: Concentración de plomo utilizando bagazo de caña y tiempo de contacto de 30 minutos.	42
TABLA N° 05: Concentración de plomo utilizando bagazo de caña y tiempo de contacto de 60 minutos.	42
TABLA N° 06: Concentración de plomo utilizando bagazo de caña y tiempo de contacto de 90 minutos.	43
TABLA N° 07: Concentración de plomo utilizando bagazo de caña a diferentes tiempos de contacto	43
TABLA N° 08: Concentración de plomo utilizando tusa de maíz y tiempo de contacto de 30 minutos.	45
TABLA N° 09: Concentración de plomo utilizando tusa de maíz y tiempo de contacto de 60 minutos.	45
TABLA N° 10: Concentración de plomo utilizando tusa de maíz y tiempo de contacto de 90 minutos.	46
TABLA N° 11: Concentración de plomo utilizando tusa de maíz a diferentes tiempos de contacto.	46
TABLA N°12: Concentración de plomo utilizando fibra de coco y tiempo de contacto de 30 minutos.	48
TABLA N° 13: Concentración de plomo utilizando fibra de coco y tiempo de contacto de 60 minutos.	48
TABLA N° 14: Concentración de plomo utilizando fibra de coco y tiempo de contacto de 90 minutos.	49
TABLA N° 15: Concentración de plomo utilizando fibra de coco a diferentes tiempos de contacto	49
TABLA N° 16: Porcentaje de adsorción de plomo utilizando los diferentes adsorbentes	51

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se refiere al tratamiento de aguas de la industria minera, por el método de adsorción utilizando como bioadsorventes el bagazo de caña, tusa de maíz y fibra de coco, con la finalidad de disminuir la cantidad de plomo presente en las aguas de ríos que son contaminadas con este material pesado.

La presente investigación plantea como objetivo: Determinar la eficacia en la adsorción de plomo de aguas de la industria minera utilizando como bioadsorbentes bagazo de caña, tusa de maíz y fibra de coco.

Para el presente trabajo, se utilizó agua de los efluentes de la industria minera, proveniente del “Consortio Minero Horizonte”, que contenía dentro de sus componentes el plomo, como uno de los metales pesados.

Para el desarrollo del trabajo se procedió a preparar las biomásas que fueron utilizados en el proceso de adsorción pasando por un secado en estufa a 120 °C durante 24 horas, molienda y tamizado en una malla de 40 micras.

Se pesó 5 gr de biomasa y se añadió agua contaminada con plomo; se prepararon 9 muestras que fueron sometidas a agitación por tiempos de contacto de 30, 60 y 90 minutos para cada tipo de biomasa. Después se filtró el líquido, se digesto y se realizó el análisis respectivo con dos repeticiones de las 9 muestras más un blanco que procedió del agua del efluente minero.

Para determinar las concentraciones de plomo se utilizó el equipo ICP masas de la Universidad Nacional de Trujillo que tiene una sensibilidad de detección de ppt (partes por trillón).

Los resultados obtenidos nos dan como resultado que, utilizando como biomasa adsorbente, la fibra de coco, se obtiene el mayor porcentaje de adsorción de plomo que equivale a 98.02 % de adsorción y el tiempo de contacto optimo es de 60 minutos.

Palabras clave: Adsorción, bioadsorventes de plomo.

ABSTRACT

The present research work refers to the treatment of waters of the mining industry, by the adsorption method using as bioadsorbents the sugarcane bagasse, corn cobs and coconut fiber, in order to reduce the amount of lead present in the waters of rivers that are contaminated with this heavy material.

The objective of the present investigation is to: Determine the effectiveness in the adsorption of lead from waters of the mining industry using biogas sorbents, cane bagasse, corn cobs and coconut fiber.

For the present work, water was used from the effluents of the mining industry, from the "Consortio Minero Horizonte", which contained lead, as one of the heavy metals.

For the development of the work we proceeded to prepare the biomasses that were used in the adsorption process, passing through an oven drying at 120 ° C for 24 hours, grinding and sieving in a 40 micron mesh.

5 g of biomass was weighed and water contaminated with lead was added; 9 samples were prepared that were subjected to agitation by contact times of 30, 60 and 90 minutes for each type of biomass. After the liquid was filtered, it was digested and the respective analysis was carried out with two repetitions of the 9 samples plus a blank that came from the water of the mining effluent.

To determine the concentrations of lead, the ICP masses team from the National University of Trujillo was used, which has a detection sensitivity of ppt (parts per trillion).

The results obtained give us as a result that, using as adsorbent biomass, coconut fiber, the highest percentage of lead adsorption is obtained, which is equivalent to 98.02% adsorption and the optimum contact time is 60 minutes.

Key words: Adsorption, lead bioadsorbents.

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos se está buscando alternativas para el tratamiento de agua potable o aguas provenientes de los residuos industriales y mineros con la finalidad de minimizar el impacto de la contaminación ambiental.

Entre muchas técnicas tales como la floculación, la precipitación, filtración, la flotación y la extracción con solventes disponibles hoy en día, la bioadsorción es una tecnología que puede ser usada en los procesos “limpios” de remediación ambiental, para recuperación de metales y descontaminación de aguas residuales contaminadas con iones de metales pesados, el uso de biomasa no vivas evita problemas de contaminación porque se pueden regenerar y el uso de estos materiales bioadsorbentes no son costosos.

En las últimas décadas se ha producido un incremento sustancial de la contaminación ambiental, no solo en nuestro país, sino que a nivel mundial (Cuadros Villagra, 2013).

A nivel industrial una de las áreas más contaminantes es la minería, genera compuestos altamente tóxicos y entre ellos se encuentran los metales pesados, los cuales son descargados en fuentes de agua cercanas, las cuales causan serios problemas al medio ambiente. Hoy en día se sabe mucho sobre los efectos de metales pesados, en el ser humano por mencionar: se ha relacionado con el retraso en el desarrollo, los distintos tipos de cáncer, dolor de riñón, e incluso la muerte en algunos casos (Kumar Karna, 2013)

El plomo es un metal altamente tóxico ya que causa daño neurológico en los seres humanos; el principal vehículo de transporte del plomo desde los intestinos a varios tejidos celulares son los glóbulos rojos, siguiendo la absorción en sangre hígado, riñones (Alessio L., 1983).

Por su toxicidad, el plomo inhibe la acción enzimática, es decir se puede fijar en la sangre, en los huesos, etc, esto se debe a que el plomo desplaza al calcio por tener radios atómicos parecidos y porque el plomo tiene mayor afinidad por

estos grupos funcionales, también produce alteración de la membrana celular (Barry P., 1988)

El presente trabajo de investigación trata de adsorber el plomo presente en las aguas de los efluentes de la industria minera utilizando bagazo de caña, tusa de maíz y fibra de coco y definir el mejor bioadsorbente para este metal pesado.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Los recursos hídricos son indispensables para la vida de los seres vivos, debido al crecimiento poblacional ha comenzado a escasear. Después del aire, éste es el elemento más indispensable para la existencia del hombre. Por eso preocupa que su obtención y conservación, se esté convirtiendo en un problema de vital importancia.

El agua contaminada por metales pesados (Pb y Cr), puede ser una fuente de intoxicación, debido a la bioacumulación de estos elementos en los organismos vivos. Cuando se combinan aguas ácidas provenientes de sistema de conducción por tuberías revestidas de algún metal contaminante, este puede llegar a afectar significativamente la salud de quien la consuma.

Las tecnologías actuales para la eliminación de metales son extremadamente caras o complicadas, especialmente en disoluciones con menos de 100 mg.L-1 de metales además generan otros desechos tóxicos (lodos residuales) y en algunos casos es difícil alcanzar y mantener los estrictos requerimientos regulatorios. Por lo que, urge encontrar nuevas tecnologías o materiales para la remoción de metales, donde la bioadsorción es observada como una nueva alternativa de remoción de metales sobre los procesos tradicionales de eliminación en aguas de desecho.

Es por todo esto que, con el presente proyecto de investigación pretendemos encontrar un bioadsorbente que nos permita remover el plomo de aguas contaminadas utilizando, bagazo de caña, tusa de maíz y fibra de coco.

1.2. DELIMITACIONES Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

A. Delimitación Espacial

La presente investigación se desarrollará de manera piloto en el laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Química en la Universidad Nacional de Trujillo

Sin embargo, el alcance de los fundamentos conceptuales y técnicos es de aplicación a las diferentes empresas que generen efluentes con contaminación de metales pesados.

B. Delimitación Temporal

El presente estudio estuvo delimitado por el tiempo; su duración fue de 04 meses desde Junio del 2017 hasta Octubre del año 2017, las pruebas, y análisis de laboratorio se realizaron entre los meses de Julio, Agosto y Setiembre del año 2017.

C. Delimitación Social

El presente proyecto de investigación es de aplicación a todas las instituciones y empresas que depositen sus efluentes a los ríos y que son un foco de contaminación ambiental por la presencia de metales pesados como es el plomo

D. Delimitación Conceptual

Esta investigación abarca conceptos fundamentales como la adsorción de plomo utilizando biadsorbentes que nos

permitan la remoción de plomo en aguas contaminadas y puedan ser utilizadas para riego y bebida de animales

1.2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La biosorción de metales pesados utilizando diferentes biomásas (residuos agroindustriales o restos orgánicos que se consideran material de compostaje) aún está en etapa de investigación; a pesar de que en otros estudios ha presentado ventajas en comparación con las técnicas convencionales de remoción de metales pesados, es importante determinar cuáles son las biomásas con mayor capacidad de adsorción para poder ser aplicados en el futuro a nivel industrial. (Muñoz T, 2007).

En consecuencia, es importante encontrar materiales alternativos de bajo costo y no convencionales en lugar de biosorbentes tradicionales como el carbón activado, que si bien este ha demostrado tener éxito en la eliminación de metales pesados, su aplicación se ha limitado debido a sus dificultades de regeneración y su costosa adquisición (Khitous, Moussous, Selatnia, & Kherat, 2015; Villada, Hormaza, & Casis, 2014)(Villada et al., 2014).

Por esta razón se pretende estudiar el bagazo de caña, tusa de maíz y la fibra de coco para determinar su eficacia como bioadsorbente en la adsorción de plomo.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué eficacia tiene la adsorción, en la remoción de plomo en aguas de industria minera, utilizando bagazo de caña, tusa de maíz y fibra de coco?

1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general:

Determinar la eficacia en la adsorción de plomo de aguas de la industria minera utilizando como bioadsorbentes bagazo de caña, tusa de maíz y fibra de coco.

1.4.2. Objetivos específicos:

- a) Determinar el porcentaje de adsorción de Plomo utilizando bagazo de caña.
- b) Determinar el porcentaje de adsorción de Plomo utilizando tusa de maíz
- c) Determinar el porcentaje de adsorción de plomo utilizando fibra de coco
- d) Determinar el tiempo de contacto óptimo para la remoción de plomo en los bioadsorbentes.
- e) Determinar la eficacia de remoción de plomo para los biosorbentes.
- f) Determinar el mejor bioadsorbente para la remoción de plomo.

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Hipótesis general:

Es posible adsorber el plomo de aguas de los efluentes de la industria minera utilizando cascara de maíz, bagazo de caña y fibra de coco.

1.6. VARIABLES E INDICADORES

1.6.1. Variable Independiente:

- Tipo de Adsorbente (Cascara de maíz, bagazo de caña y cascara de coco.)
 - Indicador: Bagazo de caña, tusa de maíz, fibra de coco.
 - Índice: g/L.
- Tiempo de contacto (30, 60 y 90 min)
 - Indicador: tiempo
 - Índice: min.

1.6.2. Variable dependiente:

- Adsorción de Plomo en agua
 - Indicador: Concentración de plomo
 - Índice: mg/L

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Viabilidad técnica

El estudio tuvo viabilidad técnica en la medida que fue posible aplicar las técnicas e instrumentos estandarizados en el laboratorio para los análisis de muestras y obtener información relevante del estudio, procesarla, analizarla y llegar a formular conclusiones de interés técnico-científico.

Se ha contado con el profesional con la capacidad técnica y cognoscitiva para la conceptualización del modelo, diseño del sistema y herramienta de implementación.

1.7.2. Viabilidad operativa

El proyecto es viable operativamente puesto que es posible desarrollar e implementar el sistema piloto de tratamiento de agua para la adsorción de plomo dentro de los procesos propios del estudio del proyecto que se está llevando a cabo. Dada la naturaleza experimental del proyecto, este es completamente viable.

1.7.3. Viabilidad económica

El proyecto es viable en la medida que los costos que ocasione la ejecución del proyecto serán autofinanciados por el autor, dadas las razones académicas, es posible poner en práctica el proyecto con un bajo costo pues se tratara de utilizar material que esté al alcance de nuestra economía.

1.8. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1. Justificación

A. Justificación Teórica:

El presente proyecto de investigación se justifica teóricamente; puesto que, es posible determinar la eficacia para la adsorción de plomo en aguas contaminadas teniendo en cuenta la capacidad de adsorción de la materia prima utilizada

B. Justificación Metodológica:

El proyecto se justifica por el uso de la metodología de la investigación científica, por lo tanto, se deberá cumplir con los procesos establecidos como la formulación del problema hasta las conclusiones o recomendaciones.

C. Justificación Práctica:

El presente proyecto constituye un trabajo en el área de investigación aplicada, el cual propone establecer condiciones de operaciones en el tratamiento de efluentes de la industria minera utilizando bioadsorbentes a nivel de laboratorio para la adsorción de Plomo de tal forma que este conocimiento pueda ser aplicado en un tratamiento alternativo en los efluentes de la industria minera, la cual excede los ECA

D. Justificación Social:

El estudio permitirá mejorar la calidad de aguas con vertidos de efluentes mineros y mejorara las relaciones sociales, académicas y económicas de nuestra comunidad, y de la sociedad en su conjunto.

E. Justificación Ambiental:

El presente trabajo de investigación permitirá conocer la eficacia de remoción de plomo en el tratamiento de aguas provenientes de la industria minera de tal manera que se nos garantice tener aguas de calidad para el desarrollo humano y el mantenimiento de nuestro ecosistema

1.8.2. Importancia

Las aguas provenientes de la industrial minera contienen altos contenido de plomo siendo el proceso de adsorción un método efectivo y de bajo costo para la remoción del plomo con alto

grado de eficiencia que nos permite controlar los grados de contaminación de las aguas de los recursos hídricos

La importancia del presente proyecto radica en que se evaluará la eficacia de remoción de plomo en diferentes tiempos de agitación y que nos permite encontrar el tipo de adsorbente y tiempo de contacto óptimos para la remoción de plomo.

1.9. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las limitaciones que se presentaron fueron las siguientes:

- a) Dificultad en la disponibilidad de laboratorio, reactivos y equipos de medición.
- b) Dificultad para conseguir agua de la industria minera.

1.10. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

1.10.1. Tipo de Investigación:

Aplicada, siendo que la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad. (Murillo, W, 2008).

1.10.2. Nivel de Investigación:

De acuerdo al grado de profundidad de la presente investigación es correlacional, debido que se pretende determinar el grado de relación que pueden tener las variables.

1.11. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.11.1. Método de la Investigación:

El diseño empleado en la presente investigación es del tipo experimental puro, debido a que las variables independientes se manipularán intencionalmente, además se medirá el efecto en la variable dependiente.

1.11.2. Diseño de la Investigación:

Se aplicará el diseño experimental, tipo bifactorial, donde se presentan las variables de estudios, tipo de adsorbente y tiempo de contacto a 2 niveles (3x3) y se realizará 2 réplicas por cada una, más la prueba en blanco. Realizándose el siguiente número de pruebas: $3 \times 3 \times 2 = 18 + 2$ (prueba en blanco) = 20 pruebas las cuales se detallan en la tabla N° 1.

Tabla N° 1: Diseño de Investigación

VARIABLES DE ESTUDIO		TIEMPO DE CONTACTO (MINUTOS)		
		T1 (30)	T2 (60)	T3 (90)
TIPO DE ADSORVENTE	BAGAZO DE CAÑA (A)	AT1	AT2	AT3
		AT1	AT2	AT3
	TUSA DE MAIZ (B)	BT1	BT2	BT3
		BT1	BT2	BT3
	FIBRA DE COCO (C)	CT1	CT2	CT3
		CT1	CT2	CT3

Fuente: Elaboración propia

1.12. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

1.12.1. Técnicas:

- A. Observación:** Que consiste en trabajo de campo que es el contacto directo del investigador con la realidad, para la obtención de datos. (Hernández, 2014).
- B. Evaluación:** Permite obtener información sobre el Pre y del Post test, como resultados de haber aplicado el tratamiento piloto de las aguas de la industria minera en los diferentes procesos de estudio.

1.13. COBERTURA DEL ESTUDIO

1.13.1. Universo

El universo estuvo constituido por las aguas de los efluentes de la industria minera “CONSORCIO MINERO HORIZONTE”.

1.13.2. Muestra

La muestra estuvo constituida por las aguas de los efluentes del “CONSORCIO MINERO HORIZONTE”, del yacimiento aurífero de Parcoy ubicado en la provincia de Pataz, Región la Libertad.

1.14. Informe Final

El trabajo de investigación se desarrolló acorde a la estructura proporcionada por la Universidad Alas Peruanas.

1.15. Cronograma y Presupuesto:

1.15.1. Cronograma

ACTIVIDADES	AÑO 2017							
	Junio	Julio	Agosto	Setiembre				
Planificación	X							
Planteamiento del Problema	X							
Investigación Bibliográfica	x	X						
Elaboración del Marco Teórico	X	x						
Formulación del Proyecto		x						
Presentación del Proyecto		X						
Aprobación		x	X					
Elaboración de Instrumentos		x	X					
Gestión para el Apoyo Institucional		X	X					
Validación de Instrumentos		X	X					
Ejecución del Proyecto		x	x					
Aplicación de Instrumentos para el Levantamiento de la Información		x	x					
Análisis de Datos			X	X				
Organización y Tabulación de Datos			X	X				
Análisis e Interpretación de Datos			X	X				
Preparación del Informe				X				
Redacción del Informe de Tesis				X				
Revisión del Informe				X				
Presentación y Sustentación de Tesis				X				
Aprobación del Informe				X				

1.15.2 Presupuesto

El presupuesto será autofinanciado por el autor, sin embargo, es posible buscar donaciones dada a la utilidad del proyecto.

A. INGRESOS		INDIVIDUAL	TOTAL
Aporte de Tesista			2958.00
Donaciones			1042.00
Total			3990.00
B. EGRESOS			
B.1 MATERIALES			
MATERIALES	CANTIDAD	FREC. UNITAR	COSTO TOTAL
Papel bond A4	2 millares	11.00	22.00
Textos de investigación	3 textos	90.00	270.00
Textos de gestión	1 texto	100.00	100.00
Lapiceros	1 docena	5.00	5.00
Correctores	6 unidades	3.00	18.00
Materiales			650.00
Tinta para impresión	1 tóner	40.00	40.00
Memoria (USB)	2 Unidades	25.00	50.00
Lápices	1 Docena	5.00	5.00
SUB TOTAL A			1140.00
B.2 SERVICIOS			
Asesoramiento	1	1000.00	1000.00
Laboratorio	20 Análisis	45.00	900.00
Movilidad	1	300	300.00
Tipeo	1 Persona	60.00	50.00
Fotocopias	1 Kit	150.00	150.00
Impresión	1 Kit	300.00	300.00
Internet	Servicio	50.00	50.00
Empastado	6 ejemplares	50.00	300.00
Imprevistos			250.00
SUB TOTAL B			2850.00
TOTAL EGRESOS			4440.00

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

“Adsorción de metales pesados en residuos de café modificados químicamente”. Universidad Autónoma de Nuevo León. El efecto de la modificación química de los residuos de café (RC) sobre su capacidad de adsorción de Pb(II) y Cu(II) presentes en soluciones acuosas. Los RC se modificaron con ácido cítrico a diferentes concentraciones (0,1 y 0,6 M). Los adsorbentes modificados se caracterizaron mediante titulaciones potenciométricas para cuantificar los grupos funcionales y sus constantes de disociación y se realizaron experimentos en sistemas de lote, a diferentes valores de pH, para determinar su capacidad de adsorción de Pb(II) y Cu(II). Además se realizaron experimentos de cinética de adsorción para determinar el tiempo requerido para alcanzar el equilibrio. Basado en los estudios de cinética de adsorción, se requieren 8 y 10 horas para alcanzar el equilibrio de adsorción de Cu(II) y Pb(II) respectivamente. Las pruebas de desorción demuestran la factibilidad de reutilizar el biosorbente. Finalmente, se obtuvieron los espectros de infrarrojo con el fin de confirmar los grupos funcionales involucrados en el proceso de adsorción. (Bustamante E, 2011).

“Remoción de Pb²⁺ en disolución acuosa sobre carbón activado en polvo: Estudio por lote”. Universidad Autónoma del Caribe. Los iones Pb²⁺ en disolución acuosa se removieron sobre carbón activado (CA) a 25 ± 1 °C y a un pH de $4,0 \pm 0,1$. Experimentos por lotes se realizaron para determinar el efecto de la concentración inicial (20–1000 mg/dm³) y la cantidad de adsorbente (0,5-1,0g) sobre la capacidad de adsorción. Los datos de equilibrio se ajustan satisfactoriamente a la isoterma de Freundlich dando una capacidad máxima de adsorción de 37,5 mg/g de CA, para una dosis de 5 g/dm³. De los resultados se observa que el carbón activado mejora su capacidad de remoción cuando la concentración inicial aumenta y disminuye cuando la dosis de adsorbente se incrementa. (Castellar G., 2011)

“Electroadsorción de plomo sobre carbones activados”. Universidad de Alicante. Se ha realizado el estudio de la adsorción de plomo sobre los diferentes carbones activados donde se han presentado una elevada capacidad para adsorber el plomo, influenciada por el pH. El plomo sufre reacciones electroquímicas a potenciales de célula de 2 V a pH (2,0) y 1,5 V A pH (5,0) en ausencia de carbón activado. · La electroadsorción mejora la capacidad de adsorción de plomo en todos los carbones activados, obteniéndose porcentajes de eliminación muy importantes próximas al 99% comparando con la adsorción. El modelo cinético de pseudo-segundo orden presenta un mejor ajuste de los datos experimentales que el modelo de pseudo- primer orden para el proceso de electroadsorción del plomo a pH (2,0). La velocidad inicial de adsorción se ve fuertemente incrementada por aplicación de un campo eléctrico adecuado. La presencia de grupos oxigenados superficiales obtenidos electroquímicamente mejora la capacidad de adsorción del carbón activado y esta se mejora en presencia de un campo eléctrico. Además, los grupos ácidos introducidos electroquímicamente mejoran la capacidad de intercambio con el Pb^{2+} (Tabti Z., 2014)

Una evidencia la presenta el trabajo realizado por Bailey et al (1998) en el que se realiza un resumen de los adsorbentes potenciales de bajo costo para la remoción de metales pesados, dentro de este trabajo se cita el trabajo realizado por Srivastava et al (1994), quien estudia la adsorción de plomo y Zinc utilizando ligninas que fueron extraídas a partir de licores negros. Como resultado se obtuvo que la capacidad adsorptiva de la lignina para el plomo fue 1587 mg de Pb/g de lignina, lo cual representa según el resumen presentado por Bailey et al, la mayor capacidad adsorptiva registrada para este metal hasta ese momento.

Para Cheung et al 2001; Vaca – Meier et al., 2001 existen varios procesos para remover metales pesados disueltos en medio acuoso, entre los que se encuentran el intercambio iónico, precipitación, coprecipitación, ultrafiltración, adsorción, ósmosis inversa y electrodiálisis. La selección del

método de tratamiento para este tipo de contaminantes depende de la concentración del contaminante en el efluente y del costo del tratamiento. La adsorción es uno de los métodos más utilizados en la remoción de metales pesados de las aguas residuales.

En los últimos 15 años, se han realizado investigaciones para poder encontrar nuevos adsorbentes, eficientes y económicamente factibles de utilizar en la remoción de metales pesados de soluciones acuosas (Cheung et al., 2001). No obstante, muchos de estos procesos pueden ser altamente costosos o difíciles de implementar en países en vías de desarrollo. Por lo tanto, existe la necesidad de establecer estrategias de tratamiento que sean simples, consistentes y que involucren recursos locales (Vaca-Mier et al., 2001).

En las investigaciones de Boudrahem, et al. (2011) sobre la eficiencia de las hojas de la palma datilera como adsorbente de bajo costo para eliminar los iones plomo en soluciones acuosas. Se observó que el enfoque de los autores se centró en establecer los efectos de los principales parámetros en estos procesos de adsorción en la interfase sólido/líquido como son el tiempo de contacto, concentración inicial de Pb (11), dosis del adsorbente, pH de la solución, velocidad de agitación, fuerza iónica y temperatura del proceso.

Diferentes adsorbentes sólidos de origen natural se han utilizado para la adsorción de metales pesados presentes en solución acuosa como son la borra del té y café en las investigaciones de Dajti et al. (2006), el fruto del abeto (piñacón) molido reportado por Izanloo et al. (2005), la alga marina marrón, *Lobophora variegata* en las investigaciones de Bassha et al. (2008), la alga *Lessonia trabeculata* reportado por Navarro et al. (2006), el quitosano, café, té Verde, té, yuzu (naranja japonesa), sábila (aloe), té grueso japonés, carbón activado y zeolita en los estudios de Minamisawa et al. (2004), entre otros tanto materiales de esta índole natural han sido investigados a nivel mundial.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 ADSORCIÓN:

Es un fenómeno de atracción de partículas (átomos, iones, moléculas), que se encuentran en una determinada fase, por la superficie de un sólido o líquidos. La adsorción es un fenómeno espontáneo debido a la existencia de fuerzas no compensadas en la superficie de división de fases.

Para un determinado adsorbente podemos diferenciar la interacción con adsorbatos según:

Especies con distintos grados de polaridad se explican mediante las reglas de Rebinder y Traube que se resume en “lo polar adsorbe lo polar y lo apolar adsorbe lo apolar”.

En el caso de iones la interacción dependerá del tipo de ion (anión o catión), la carga y tamaño del mismo¹².

La adsorción implica un fenómeno de superficie¹⁶, en la actual secuestación del metal puede tener lugar fenómenos físicos (Adsorción física) o por enlaces químicos (quimisorción).

Adsorción Física:

Esta adsorción es no específica debido a que las fuerzas de atracción de las moléculas a las superficies sólidas son relativamente débiles. La energía de activación por adsorción física no es más de 1Kcal/gmol. Estas fuerzas decrecen rápidamente. ⁸

Quimisorción:

Esta adsorción es específica y las fuerzas de atracción son mucho más fuertes que la adsorción física, las moléculas adsorbidas son atraídas por fuerzas de valencia del mismo tipo como los que ocurren entre átomos en moléculas, estas son estudiadas utilizando el modelo de Langmuir.

2.2.2 METALES PESADOS.

Definición:

Existen amplias definiciones para los metales pesados basándose en el peso atómico, número atómico y toxicidad, las cuales están resumidas en la Tabla 1.

Tabla N° 2: Definiciones de los metales pesados según sus propiedades

Propiedades	Definiciones
Peso atómico	<ul style="list-style-type: none"> - Metales con peso molecular mayor que el sodio. - Elementos metálicos con pesos atómicos mayores a 40. - Metales de elevado peso atómico, particularmente aquellos metales de transición que son tóxicos y que no pueden ser procesados por organismos vivos.
Número atómico	<ul style="list-style-type: none"> - Cualquier metal con número atómico mayor que el del calcio.
Basadas en la toxicidad	<ul style="list-style-type: none"> - Elementos utilizados comúnmente en la industria y que genéricamente son tóxicos para animales y para procesos aerobios y anaerobios. - Término con el cual se denomina a elementos tales como el plomo, cadmio, mercurio; elementos que son de naturaleza tóxica.

Fuente: (Agouborde Manosalva, 2008)

Origen:

La presencia de metales pesados en aguas subterráneas y superficiales, puede ser resultado de procesos naturales y de actividades antropogénicas, siendo esta última la principal responsable del incremento de los niveles de metales pesados en el ambiente (Agouborde Manosalva, 2008).

Clasificación:

Según Navarro-Aviño, Aguilar Alonso, & López-Moya (2007), se pueden clasificar los metales en dos grupos:

- ***Oligoelementos o micronutrientes.***- Necesarios en pequeñas cantidades para los organismos, pero tóxicos una vez pasado cierto umbral.
- ***Sin función biológica conocida.***- Son aquellos que no son metabolizados por el organismo y se acumulan en los tejidos, produciendo efectos adversos en la salud.

Los elementos pertenecientes a estos dos grupos también varían según los diferentes autores. Además, cuando se habla de metales pesados tampoco se especifica el estado del elemento, es decir, si se trata del elemento puro, o de algunos o la totalidad de sus diversos estados de oxidación (compuestos), que no presentan las mismas propiedades físicas, químicas ni tóxicas. Este aspecto complica todavía más su clasificación.

"Los Metales pesados son aquellos elementos cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua. Tienen aplicación directa en numerosos procesos de producción de

bienes y servicios, podemos señalar a los siguientes: Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cobalto (Co), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Estaño (Sn) y Zinc (Zn). Algunos metales son indispensables en bajas concentraciones, ya que forman parte de sistemas enzimáticos, como el cobalto, zinc, molibdeno, o como el hierro que forma parte de la hemoglobina. Su ausencia causa enfermedades, su exceso intoxicaciones.

A ciertos metales pesados se los consideran como elementos tóxicos porque en elevadas concentraciones pueden provocar trastornos a nivel metabólico en seres vivos.

Debido principalmente a la asimilación de los mismos, ya sea por procesos de bioacumulación o biomagnificación, degenerando en enfermedades toxicológicas e incluso con la muerte si las concentraciones son elevadas.

Para evaluar el grado de toxicidad que un metal pesado presenta en el medio ambiente se deben considerar diversos factores. Algunos de los más relevantes son la propia naturaleza del metal, su biodisponibilidad (grado de absorción en los seres vivos) y las diversas fuentes que los introducen en el medio ambiente.

La biodisponibilidad de los metales pesados en el suelo está dada por las fracciones soluble y adsorbida; sólo cuando los metales se encuentran en solución o adsorbidos en los sitios activos de intercambio de los constituyentes inorgánicos del suelo están realmente disponibles para que las plantas los extraigan. Las características del suelo (pH, potencial redox, contenido y tipo de arcillas, materia orgánica, óxidos de Fe, Mn y Al y cationes/aniones en solución) y los procesos que tienen lugar en él (intercambio iónico, adsorción/desorción, precipitación/disolución

y formación de complejos) también afectan a la biodisponibilidad de los diferentes metales pesados.

En estudios anteriores se ha evaluado el grado de toxicidad de cada metal de forma similar a la comentada anteriormente y se propone un método gráfico basado en la procedencia y composición del metal.

Otro de los factores que determina la peligrosidad de estos elementos es que, aun cuando se encuentren presentes en cantidades bajas e indetectables, la inexistencia de vías naturales para su asimilación y su consiguiente persistencia en el agua, implica que a través de procesos naturales se produzca bioacumulación en los seres vivos, es decir, se da una concentración mayor que la del ambiente en el interior de los organismos debido a que su acumulación es más rápida que su metabolización o excreción. Esto genera un problema ecológico importante ya que, una vez que estos seres entran en la cadena trófica, se produce un proceso conocido como biomagnificación, haciendo que en los estados superiores de esta cadena, por ejemplo, en los seres humanos, la concentración de metales pesados puede llegar a ser tan elevada que empieza a ser tóxica, mientras que en el ambiente más próximo no existe un problema de contaminación por metales pesados.

Por todos estos efectos tóxicos para el medio ambiente y para el ser humano, la mayoría de los países han desarrollado una legislación bastante amplia y exigente.

2.2.3. Plomo.

Existen valores en la bibliografía que deben ser considerados con cierta reserva, así Patterson et al., (1974, 1976), Bewers et al., (1974) y Brewer et al., (1975) realizan

un estudio comparativo para estandarizar los métodos de análisis y Fourie & Peisach (1977) encuentran cómo al desecar las muestras a 110°C se pierde más del 20 % del contenido total de plomo en las muestras.

La atmósfera constituye el principal vehículo de transporte del plomo al mar, Patterson et al., (1976) estiman una entrada anual en los océanos de más de 400 000 Tm de plomo.

Aunque los volcanes aportan una cierta cantidad de Pb, se calculan en más de 150 000 los vertidos anuales de origen industrial transportado al mar como aerosol.

Parece ser que el plomo, no se concentra a través de la cadena trófica en animales superiores.

En el ecosistema marino se da una adsorción pasiva del Pb por las plantas mediante un mecanismo de quelación o bien un transporte de membrana activo. Parece ser que las macrofitas son capaces de formar un complejo entre el ácido algínico y el plomo. Patterson et al.,(1976).

Sobre estas algas macrofitas, Zavodnik, (1977) encontró que altas concentraciones de Pb alteran el mecanismo de la fotosíntesis en las especies infralitorales como *Padina pavonia* y *Laminaria obtusa*, siendo por el contrario de efectos casi nulos en especies típicamente mediolitorales como *Ulva rígida* y *Fucus visiroides*.

Como datos significativos, Prestan et al., (1972) observan en Irlanda hasta 85 ppm en peso seco en el alga *Porphyra umbilicaris* mientras que el fitoplancton tiene como máximo de 2 a 12 ppm sobre peso fresco y en túnidos tan sólo de 1 a 5 ppm.

Por otra parte Sharma & Shupe (1976) no encuentran relación alguna entre los contenidos en Pb del suelo y plantas y animales herbívoros terrestres.

Esto indica claramente cómo el mecanismo de acumulación del plomo discurre por diferentes caminos del Hg y Cd. Parece ser que este metal se concentra preferentemente en las algas marinas costeras y en moluscos fitófagos y sus depredadores Nickless et al.,(1972 encuentran una concentración de Pb en *Thais lapillus* de una zona muy polucionada del canal de Bristol, de 5 a 38 ppm, por el contrario la concentración de este metal en peces es muy baja, de menos de 1,2 ppm en el carcón (*Mugil cephalus*) , 2 ppm en el congrio, de 0,04 a 0, 1 en el bonito y 4,7 en la albacora como máximo.

Cáscara Corteza o cubierta exterior de los frutos, de varias frutas y de otras cosas. Iones de elementos rí-t-licos como cobre, zinc, hierro, cromo, mercurio y plomo los cuales generalmente son removidos del agua mediante la formación de precipitados insolubles, generalmente como hidróxidos metálicos. Como es sabido, la frase metales pesados se emplea para referirse, describir o definir de modo genérico a un conjunto de diversos elementos químicos, a los que se atribuyen diferentes efectos de contaminación, toxicidad y/o eco toxicidad. (Se emplea, a propósito, el término "conjunto", entendido como agregado, para evitar el uso de la palabra grupo, que podría implicar alguna relación con la Tabla Periódica).

Efectos ambientales del plomo

El Plomo ocurre de forma natural en el ambiente, pero las mayores concentraciones que son encontradas en el ambiente son el resultado de las actividades humanas.

Debido a la aplicación del plomo en gasolinas un ciclo no natural del Plomo tiene lugar. En los motores de los coches el Plomo es quemado, eso genera sales de Plomo (cloruros, bromuros, óxidos). Estas sales de Plomo entran en el ambiente a través de los tubos de escape de los coches. Las partículas grandes precipitarán en el suelo o la superficie de aguas, las pequeñas partículas viajarán largas distancias a través del aire y permanecerán en la atmósfera. Parte de este Plomo caerá de nuevo sobre la tierra cuando llueva. Este ciclo del Plomo causado por la producción humana está mucho más extendido que el ciclo natural del plomo. Este ha causado contaminación por plomo haciéndolo un tema mundial, no sólo la gasolina con plomo causa concentración de plomo en el ambiente. Otras actividades humanas, como la combustión del petróleo, procesos industriales, combustión de residuos sólidos, también contribuyen.

El plomo puede terminar en el agua y suelos a través de la corrosión de las tuberías de plomo en los sistemas de transportes y a través de la corrosión de pinturas que contienen plomo. No puede ser roto, pero puede convertirse en otros compuestos.

El plomo se acumula en los cuerpos de los organismos acuáticos y organismos del suelo. Estos experimentarán efectos en su salud por envenenamiento por plomo. Los efectos sobre la salud de los crustáceos pueden tener lugar incluso cuando sólo hay pequeñas concentraciones de plomo presente.

2.2.4. El plomo (Pb) y agua

Plomo y agua: mecanismos de reacción Impacto ambiental y Efectos en la salud.

El agua de mar contiene concentraciones traza de plomo (2-30 ppt). Los ríos contienen una media de 3 a 30 ppb. El fitoplancton contiene aproximadamente 5-10 ppm de plomo (en base seca), los peces de agua dulce aproximadamente 0,5-1000 ppb, y las ostras 500 ppb aproximadamente. La organización mundial de la salud (WHO) estableció en 1995 como límite legal 50 ppb de plomo, este límite decrecerá hasta 10 ppb en el 2010.

En condiciones normales el plomo no reacciona con el agua. Sin embargo, cuando el plomo se pone en contacto con aire húmedo, la reactividad con el agua aumenta. En la superficie del metal se forma una pequeña capa de óxido de plomo (PbO); en presencia de oxígeno y agua, el plomo metálico se convierte en hidróxido de plomo Pb(OH)₂:



Los efectos en la salud que produce el plomo en el agua

El cuerpo humano contiene aproximadamente 120 mg de plomo. Alrededor del 10-20% del plomo es absorbido por los intestinos. Los síntomas de la exposición al plomo incluyen cólicos, pigmentación de la piel y parálisis. Generalmente los efectos del envenenamiento por plomo son neurológicos o teratógenos. El plomo orgánico causa necrosis de neuronas. El plomo inorgánico crea degeneración axónica. Ambas especies de plomo causan edema - cerebral y congestión. Los compuestos orgánicos del plomo se absorben rápidamente y por lo tanto suponen un mayor riesgo. Los compuestos orgánicos del plomo pueden ser cancerígenos.

Las mujeres son generalmente más susceptibles al envenenamiento que los hombres. El plomo causa alteraciones menstruales, infertilidad y aumenta el riesgo de aborto. Los fetos

son más susceptibles al envenenamiento por plomo que las madres, e incluso los fetos protegen a la madre del envenenamiento por plomo. En tiempos pasados el plomo se aplicaba como medida del control de la natalidad, por ejemplo como espermicida y para inducir el aborto

2.3 METODOLOGIA

Muestra de Efluente

Como material de estudio se usó el efluente generado por la compañía minera Consorcio Minero Horizonte ubicada en el yacimiento minero Parcoy en la Provincia de Pataz, Región la Libertad. Se recolectó 5 litros de efluente en un recipiente cerrado y se transportó al laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Trujillo.

Secado y Molienda de Adsorbentes.

Se recolectó bagazo de caña, tusa de maíz y fibra de coco las mismas que fueron molidas para luego ser secadas en una estufa a 105 °C por un tiempo de 24 horas.

Después de haber secado las muestras estas fueron tamizadas en un tamiz de malla 40 con la finalidad de homogenizar la biomasa que se utilizaría para la adsorción de plomo.

Preparación de Muestras

Se utilizó 100 mL. de muestra de agua de efluente de industria minera “Consorcio Minero Horizonte” que contenía el metal pesado plomo para los tratamientos respectivos.

Se prepararon 9 muestras para su respectivo tratamiento utilizando 5 gramos de cada adsorbente para los tiempos de contacto de 30, 60 y 90 minutos cada muestra y a una velocidad de agitación de 120 rpm.

Una vez culminado el tiempo de contacto para la adsorción se procedió al filtrado respectivo de cada muestra.

Preparación de muestras para determinación de Plomo.

Se utilizó 45 mL. de muestra filtrada y 5 mL. de ácido nítrico para eliminación de carga orgánica mediante el uso de un biodigestor por un tiempo de una hora de tal manera que nos garantice que la muestra no tenga interferencias por compuestos orgánicos en la determinación del plomo.

Determinación de Plomo

Para la determinación de plomo se utilizó 10 mL de muestra el mismo que fueron llevados al equipo de ICP masas que nos hizo el análisis de plomo con dos repeticiones.

Mediante la espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo es posible determinar de forma cuantitativa la mayoría de los elementos de la tabla periódica a niveles de traza y ultratrazas, partiendo de muestras en disolución acuosa.

La muestra, en forma líquida, es transportada por medio de una bomba peristáltica hasta el sistema nebulizador donde es transformada en aerosol gracias a la acción de gas argón. Dicho aerosol es conducido a la zona de ionización que consiste en un plasma generado al someter un flujo de gas argón a la acción de un campo magnético oscilante inducido por una corriente de alta frecuencia. En el interior del plasma se pueden llegar a alcanzar temperaturas de hasta 8000 K. En estas condiciones, los átomos presentes en la muestra son ionizados.

Los iones pasan al interior del filtro cuadrupolar a través de una interfase de vacío creciente, allí son separados según su relación carga/masa. Cada una de las masas sintonizadas llega al detector donde se evalúa su abundancia en la muestra.

CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DE LA HERRAMIENTA

3.1. Generalidades

Se elaboró un plan de tratamiento de muestras de los diferentes adsorbentes adquiridos para el presente estudio y se siguió con la metodología establecida de tal manera que nos permitió tener en claro el diseño experimental que realizamos habiendo hecho 20 tratamientos de las cuales nos permitieron evaluar la cantidad de plomo que se absorbe y definir el porcentaje de adsorción en diferentes tiempos de contacto establecidos siguiendo con los protocolos de análisis establecidos por el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Trujillo.

3.2. Estudio de Factibilidad

3.2.1. Factibilidad Técnica

El estudio cumple con la normatividad técnica, es decir cumple con el desarrollo de los procesos exigidas en el estudio.

3.2.2. Factibilidad Operativa

El trabajo tiene factibilidad operativa puesto que ha permitido operacionalizar los procedimientos del método científico manipulando las variables de estudio correspondientes.

3.2.3 Factibilidad Económica

La inversión requerida fue de aproximadamente de 4 440 soles; sin embargo, los beneficios obtenidos son varios, porque nos permitieron evaluar el porcentaje de adsorción de plomo

empleando bioadsorbentes de fácil adquisición y bajo costo y que pueden ser aplicadas a la industria minera

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Análisis de Resultados

4.1.1 Resultados del análisis de plomo del efluente del Consorcio Minero Horizonte

Para la determinación de la concentración de plomo se realizaron dos pruebas que serían nuestras pruebas en blanco y de donde se iniciaría la evaluación de la adsorción de plomo la misma que se promedió y se encontró los resultados que se muestran en la tabla N°3

Tabla N°3: Concentración de Pb de efluente del Consorcio Minero Horizonte.

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° PRUEBA	CANTIDAD	UNIDAD
1	Conc. Plomo	Prueba 1	2.021	Ppm
2	Conc. Plomo	Prueba 2	2.129	Ppm
3	Conc. Plomo	Promedio	2.075	Ppm

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Resultados de análisis de Plomo después del proceso de adsorción con Bagazo de Caña.

Se determinó la concentración de plomo utilizando como biomasa el bagazo de caña con tiempo de contacto de 30, 60 y 90 minutos con dos repeticiones en cada muestra.

Tabla N° 4: Concentración de Plomo utilizando bagazo de caña y tiempo de contacto de 30 minutos.

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° PRUEBA	CANTIDAD	UNIDAD
1	Conc. Plomo	Prueba 1	0.625	Ppm
2	Conc. Plomo	Prueba 2	0.605	Ppm
3	Conc. Plomo	Promedio	0.615	Ppm

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5: Concentración de Plomo utilizando bagazo de caña y tiempo de contacto de 60 minutos.

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° PRUEBA	CANTIDAD	UNIDAD
1	Conc. Plomo	Prueba 1	0.121	Ppm
2	Conc. Plomo	Prueba 2	0.130	Ppm
3	Conc. Plomo	Promedio	0.125	Ppm

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 6: Concentración de Plomo utilizando bagazo de caña y tiempo de contacto de 90 minutos.

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° PRUEBA	CANTIDAD	UNIDAD
1	Conc. Plomo	Prueba 1	0.105	Ppm
2	Conc. Plomo	Prueba 2	0.111	Ppm
3	Conc. Plomo	Promedio	0.108	Ppm

Fuente: Elaboración propia

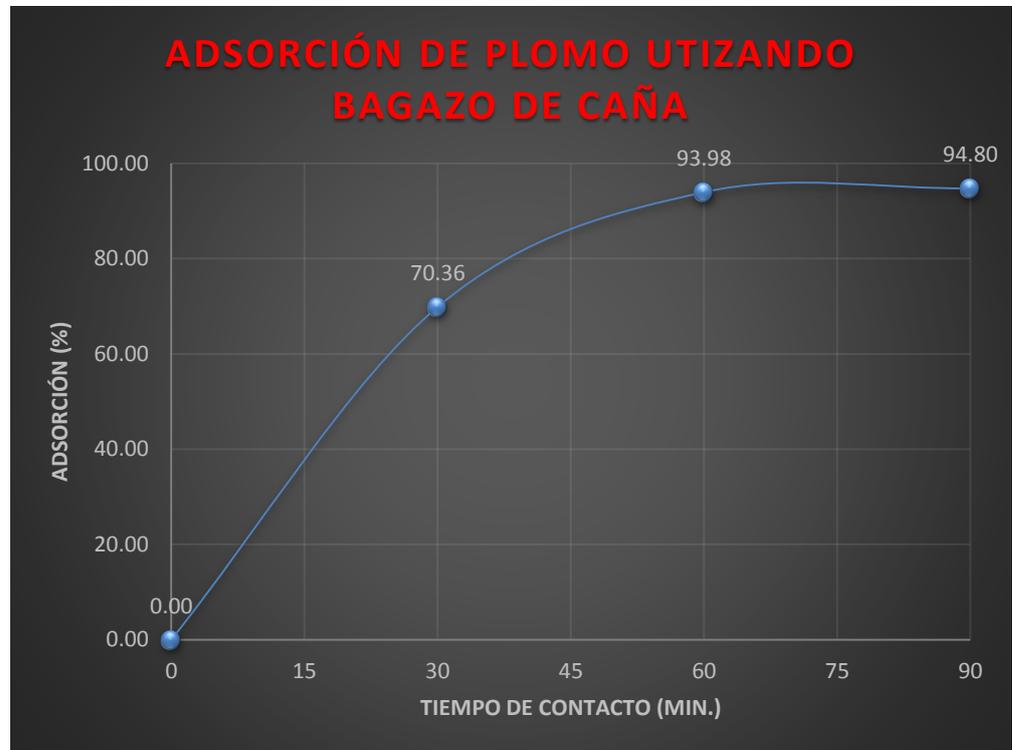
4.1.3. Influencia de la adsorción de plomo utilizando como adsorbente Bagazo de Caña.

Tabla N° 7: Porcentaje de adsorción de plomo utilizando bagazo de caña a diferentes tiempos de contacto

Tiempo de Contacto (min)	Concentración (ppm)	Adsorción (%)
0	2.075	0.00
30	0.615	70.36
60	0.125	93.98
90	0.108	94.80

Fuente: Elaboración propia

Grafico N° 1: Adsorción de Plomo utilizando bagazo de caña



Interpretación:

Como podemos observar en las Tablas N° 1 y 7 y gráfico N° 1 podemos apreciar que la concentración de plomo del efluente es de 2.075 ppm y que luego de someter a tratamiento con bagazo de caña nos damos cuenta que después de 30 minutos se adsorbe el plomo y la concentración baja a 0.615 ppm significando una adsorción de plomo de 70.36 %; después de 60 minutos, la concentración es de 0.125 ppm, que equivale al 93.98 % de adsorción de plomo; después de 90 minutos la concentración disminuye a 0.108 ppm que equivale a un 94.80 % de adsorción de plomo.

4.1.4. Resultados de análisis de Plomo después del proceso de adsorción con Tusa de Maíz.

Se determinó la concentración de plomo utilizando como biomasa la tusa del maíz con tiempo de contacto de 30, 60 y 90 minutos con dos repeticiones en cada muestra.

Tabla N°8: Concentración de Plomo utilizando tusa de maíz y tiempo de contacto de 30 minutos.

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° PRUEBA	CANTIDAD	UNIDAD
1	Conc. Plomo	Prueba 1	0.273	Ppm
2	Conc. Plomo	Prueba 2	0.284	Ppm
3	Conc. Plomo	Promedio	0.279	Ppm

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9: Concentración de Plomo utilizando tusa de maíz y tiempo de contacto de 60 minutos.

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° PRUEBA	CANTIDAD	UNIDAD
1	Conc. Plomo	Prueba 1	0.229	Ppm
2	Conc. Plomo	Prueba 2	0.265	Ppm
3	Conc. Plomo	Promedio	0.247	Ppm

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10: Concentración de Plomo utilizando tusa de maíz y tiempo de contacto de 90 minutos.

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° PRUEBA	CANTIDAD	UNIDAD
1	Conc. Plomo	Prueba 1	0.326	Ppm
2	Conc. Plomo	Prueba 2	0.341	Ppm
3	Conc. Plomo	Promedio	0.334	Ppm

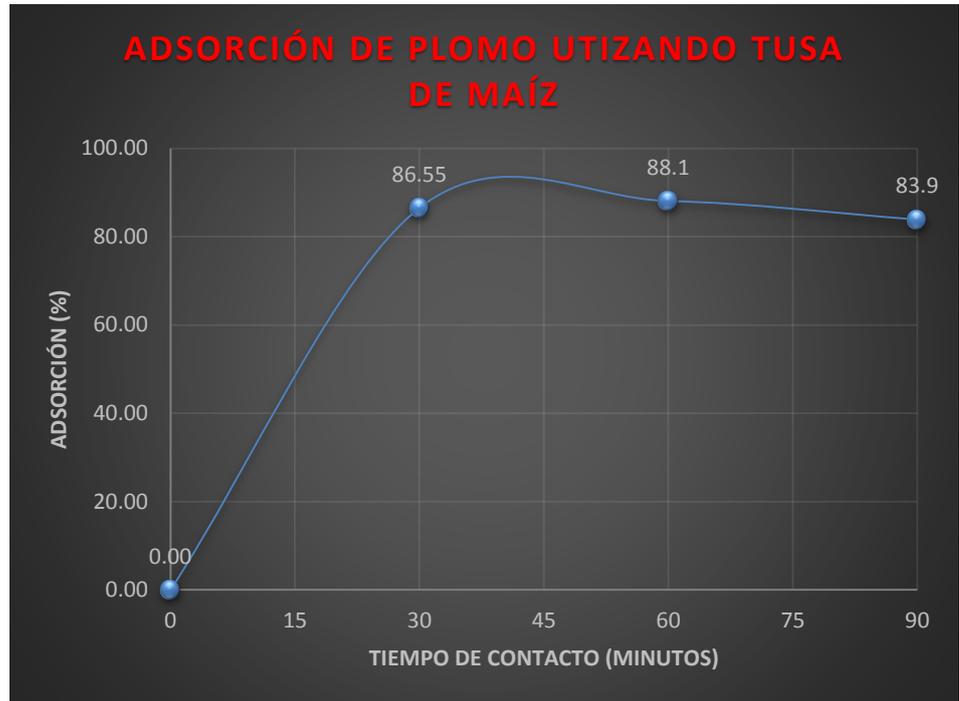
Fuente: Elaboración propia

4.1.5 Influencia de la adsorción de plomo utilizando como adsorbente Tusa de Maíz.

Tabla N° 11: Concentración de plomo utilizando tusa de maíz a diferentes tiempos de contacto

Tiempo de Contacto (min)	Concentración (ppm)	Adsorción (%)
0	2.075	0.00
30	0.279	86.55
60	0.247	88.10
90	0.334	83.90

Grafico N° 2: Adsorción de Plomo utilizando Tusa de Maíz.



Interpretación:

Teniendo en cuenta las Tablas N° 1 y 11 y gráfico N° 2 podemos apreciar que la concentración de plomo del efluente es de 2.075 ppm y que luego de someter a tratamiento con bagazo de caña nos damos cuenta que después de 30 minutos se adsorbe el plomo y la concentración disminuye a 0.279 ppm significando una adsorción de plomo de 86.55%; después de 60 minutos, la concentración es de 0.247 ppm, que equivale al 88.10 % de adsorción de plomo; después de 90 minutos la concentración disminuye a 0.334 ppm que equivale a un 83.9 % de adsorción de plomo.

4.1.6 Resultados de análisis de Plomo después del proceso de adsorción con Fibra de Coco.

Se determinó la concentración de plomo utilizando como biomasa la fibra de coco con tiempo de contacto de 30, 60 y 90 minutos con dos repeticiones en cada muestra.

Tabla N° 12: Concentración de Plomo utilizando fibra de coco y tiempo de contacto de 30 minutos.

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° PRUEBA	CANTIDAD	UNIDAD
1	Conc. Plomo	Prueba 1	0.160	Ppm
2	Conc. Plomo	Prueba 2	0.140	Ppm
3	Conc. Plomo	Promedio	0.150	Ppm

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 13: Concentración de Plomo utilizando fibra de coco y tiempo de contacto de 60 minutos.

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° PRUEBA	CANTIDAD	UNIDAD
1	Conc. Plomo	Prueba 1	0.039	Ppm
2	Conc. Plomo	Prueba 2	0.043	Ppm
3	Conc. Plomo	Promedio	0.041	Ppm

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 14: Concentración de Plomo utilizando fibra de coco y tiempo de contacto de 90 minutos.

ITEM	DESCRIPCIÓN	N° PRUEBA	CANTIDAD	UNIDAD
1	Conc. Plomo	Prueba 1	0.041	Ppm
2	Conc. Plomo	Prueba 2	0.044	Ppm
3	Conc. Plomo	Promedio	0.043	Ppm

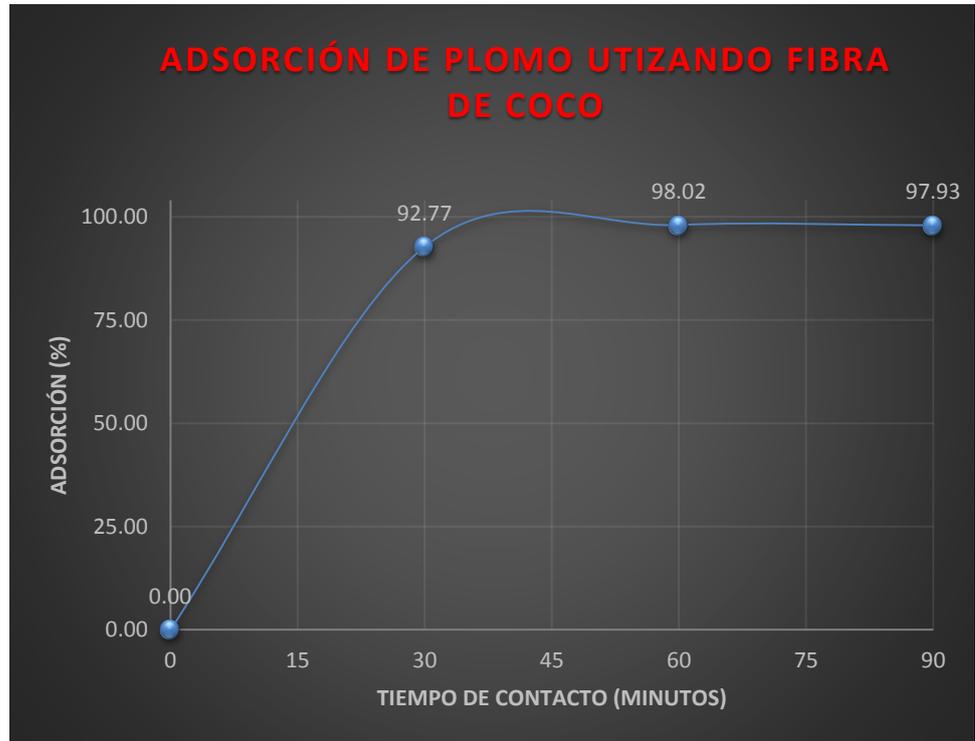
Fuente: Elaboración propia

4.1.7 Influencia de la adsorción de plomo utilizando como adsorbente Fibra de Coco.

Tabla N° 15: Concentración de plomo utilizando Fibra de Coco a diferentes tiempos de contacto

Tiempo de Contacto (min)	Concentración (ppm)	Adsorción (%)
0	2.075	0.00
30	0.150	92.77
60	0.041	98.02
90	0.043	97.93

Grafico N° 3: Adsorción de Plomo utilizando Fibra de Coco.



Interpretación:

Teniendo en cuenta las Tablas N° 1 y 15 y gráfico N° 3 podemos apreciar que la concentración de plomo del efluente es de 2.075 ppm y que luego de someter a tratamiento con fibra de coco damos cuenta que después de 30 minutos se adsorbe el plomo y la concentración baja a 0.150 ppm significando una adsorción de plomo de 92.77 %; después de 60 minutos, la concentración es de 0.041 ppm, que equivale al 98.02 % de adsorción de plomo; después de 90 minutos la concentración es de 0.043 ppm que equivale a un 97.93 % de adsorción de plomo.

4.1.8. Determinación del mejor adsorbente y el tiempo óptimo para la adsorción de plomo.

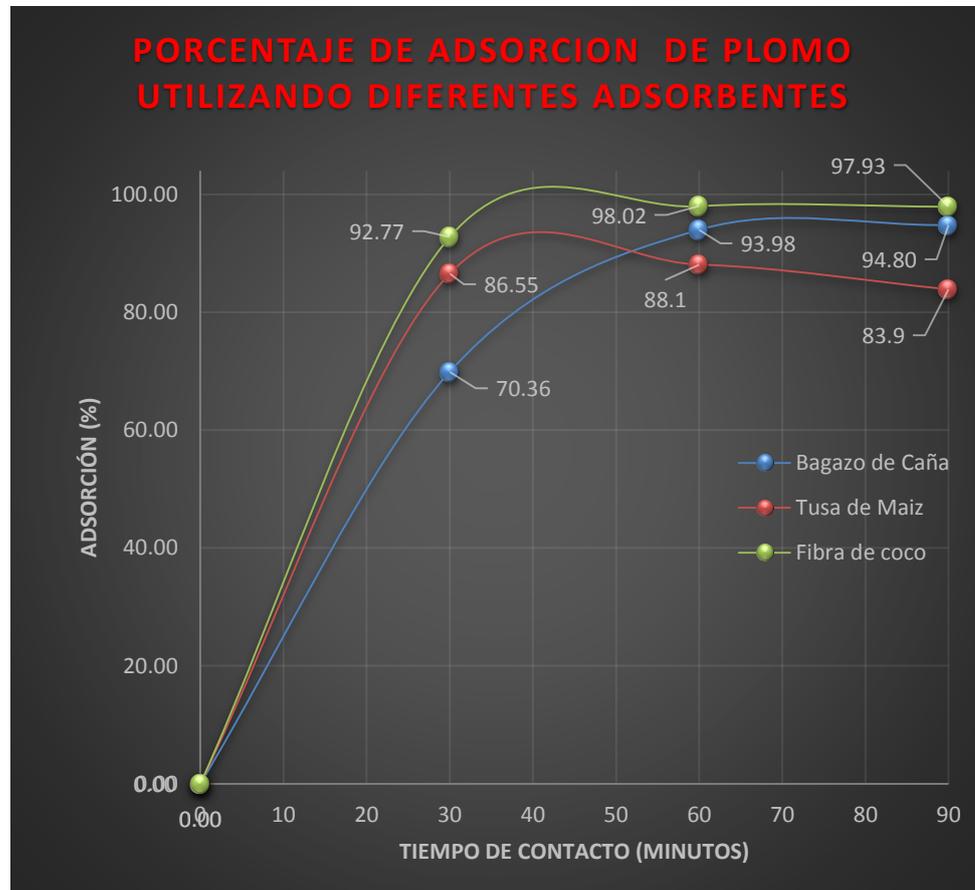
Para la determinación del mejor adsorbente y el tiempo óptimo de adsorción de plomo se tuvieron en cuenta los datos mostrados en la Tabla N° 16 y Grafico N° 4

Tabla N°16: Porcentaje de Adsorción de Plomo utilizando los diferentes adsorbentes

ADSORBENTE	TIEMPO DE CONTACTO (Min)	ADSORCIÓN (%)
Bagazo de caña	30	69.88
	60	93.98
	90	94.80
Tusa de Maíz	30	86.55
	60	88.10
	90	83.90
Fibra de coco	30	92.77
	60	98.02
	90	97.93

Fuente Elaboración propia

Grafico N° 4: Porcentaje de Adsorción de plomo utilizando diferentes adsorbentes



Interpretación:

Teniendo en cuenta la tabla N° 16 y gráfico N° 4 podemos observar que la fibra de coco es la que mayor porcentaje de adsorción presenta siendo su mejor tiempo de contacto a los 60 minutos con un 98.02 %. La tusa de maíz adquiere su mayor porcentaje de 88.1% a los 60 minutos; sin embargo, a los 90 minutos disminuye el porcentaje de adsorción por lo que podemos decir que no es recomendable tener más tiempo de contacto para este adsorbente. El bagazo de caña, al parecer su adsorción sigue en aumento hasta el tiempo de 90 minutos que es de 94.80%.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- 5.1.1.** El proceso de adsorción para la remoción de plomo de agua de efluentes de la industria minera es eficiente dado que de acuerdo los resultados obtenidos, en los tres tipos de bioadsorbentes utilizados se remueve un gran porcentaje de plomo presente en estas aguas (Bagazo de caña: 94.80%, tusa de maíz 88.10%, fibra de coco: 98.02%); siendo el más eficaz la fibra de coco.
- 5.1.2.** Se determinó que utilizando bagazo de caña, en un tiempo de contacto de 90 minutos, se adsorbe un 94.80 % de plomo de las aguas de efluentes de la industria minera.
- 5.1.3.** Se determinó que utilizando tusa de maíz, en un tiempo de contacto de 60 minutos, se adsorbe un 88.10 % de plomo de las aguas de efluentes de la industria minera.
- 5.1.4.** Se determinó que utilizando fibra de coco, en un tiempo de contacto de 60 minutos, se adsorbe un 98.02 % de plomo de las aguas de efluentes de la industria minera.
- 5.1.5.** Se determinó los tiempos de contacto optimos para la remoción de plomo siendo estos de 90 minutos para el bagazo de caña, 60 minutos para la tusa de maíz y 60 minutos para la fibra de coco

5.1.6. Se determinó que para la remoción de plomo el mejor bioadsorbente que funciona es la fibra de coco en la que obtuvimos el 98.02% de adsorción en un tiempo de 60 minutos.

5.2. RECOMENDACIONES

5.2.1. Realizar más estudios para la adsorción de plomo utilizando tiempos de contacto diferentes a las estudiadas y utilizando otros tipos de biomasa.

5.2.2. Realizar estudios para la remoción de otros metales pesados de la industria minera utilizando estos bioadsorventes.

5.2.3. A las empresas de la industria minera que se ponga en práctica estos métodos de adsorción dado a que tiene bajos costos para su aplicación y contribuye a cuidar la calidad de agua de nuestro ecosistema

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alessio L. "Human biological monitoring of industrial chemicals series". Luxembourg, Commission of the European Communities, 1983,107.
- Barry P. "Distribution and storage of lead in human tissues. The biogeochemistry of lead in the environment". Part B. Editorial Elseiver, North Holland Biomedical Press, Amsterdam, 1988, 97.
- Brierley J. Brierley C. "Treatment of Microorganisms with Alkaline solution to Enhace Metal Uptake Properties". U.S. Patent 4, 1987, 690, 874.
- Chang J. Law R. "Biosorption of Lead, copper and cadmium by biomass of *Pseudomona aeuginosa* PU21". *Water Res* 35, 1997, 1651-1658.
- Darnall D. Greene B. "Selective Recovery of Gold and Other Metals Ions from Algae Biomass" . *Environ. Sci. Tech* 20, 1986, 206. (17) Früz W. Merk W. "Competitive adsorption of two dissolved organics onto activated carbon-II. Adsorption kinetics in batch reactors". *Chem. Engineering Sci.* 36, 1981, 731-741.
- Dávila Guzmán, N. E. (2012). CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE BIOSORCIÓN DE METALES PESADOS MEDIANTE RESIDUOS SÓLIDOS DE CAFÉ. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Eiden C. Jewell C. "Interaction of lead and Chromium with chitin and chitosan". *J. appl. Polym. Sci* 25, 1980, 1587-1599.
- Flores J. "Biosorción del ión cúprico con el biopolímero Quitosano nativo y modificado en forma de perlas y entrecruzado: Estudio de Equilibrio y Cinética", Tesis para optar el grado de Master en Ciencias con mención en Química Analítica, 2003,UNMSM.

- Fourest E. Volesky B. "Alginate properties and heavy metal biosorption by marine algae". *Biochem. Biotechnol* 67, 1997, 215-226.
- Galán del Álamo, J. (2013). PREPARACIÓN Y SÍNTESIS DE MATERIALES ADSORBENTES PARA LA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EN EFLUENTES ACUOSOS. Universidad Complutense de Madrid
- Gardea J. Torres D. "Biosorption of Cadmium, Chromium, Lead and Zinc by Biomass of *Medicago sativa* (alfalfa)". HSRC/WERCJO, Conference on the Environment , May 1996, 1-10.
- Gavilan K. "Selección del mejor Biosorbente para la biosorción del Ion Zn(II): Modelamiento y Cinética". Tesis para optar el Título de Licenciado en Química, 2004, UPCH. (15) U.S Environmental Protection Agency : "Exposure to Lead in U.S drinking water" . Proceedings of the 23rd Annual Conference on Trace Substances in Environmental Health, Cincinnati, 1994, 20-26. 58
- Gerente C. "Removal of metal ions from aqueous solution on low cost natural polysaccharides: sorption mechanism approach". *Functional Polimers*, 2000, 135-144.
- Hang A. Smidsrod O. "Selectivity of Some Anionic Polymers for Divalent Metal Ions". *Acta Chem. Scand*, 24(3), 1970, 843-854. (22) Fourest E., Serre A. "Contribution of carboxyl groups to heavy metal binding sites in fungal wall". *Toxicol. Environmet. Chem* 54, 996, 1-10.
- Holand Z .Volesky B. "Biosorption of Lead and Nickel by biomass of marine algal". *J. Biotechnol. Bioengineering*, Vol 43, 1999, 1001-1009.
- Koges A. Payko A. "Laboratory Experiments of Lead Biosorption by Self-Immobilized *Rhizopus nigricans* pellets in the batch stirred tank reactor and the packed bed column", 1995, 7-15.

- Leusch A. Zdenek R. "Biosorption of heavy metals (Cd,Cu,Ni,Pb,Zn) by chemically-Reinforced biomass of Marine Algae" *J.Chem.Tech.Biotechnol*, 36, 1995, 279-288. 57
- Matheikal J. Yu Q. "Biosorption of Lead (II) and Cooper (II) from Aqueous Solutions by Pre-treated Biomass of Australian Marine Algae" . *Bioresource Tech*,67, 1999, 223-229.
- Mendoza, L. V., & Molina, N. F. (2015). BIOSORCIÓN DE Cd, Pb y Zn POR BIOMASA PRETRATADA DE ALGAS ROJAS, CÁSCARA DE NARANJA Y TUNA. *Ciencia E Ingeniería Neogranadina*, 25, 43–61. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v25n1/v25n1a04.pdf>
- Muzzarelli A. Tanfani F. "Chelating Films Forming and Coagulating Ability of the Chitosan Glucan Complexes from *Aspergillus niger* Industrial Waste". *Biotechnol Bioeng* 22, 1980, 885-896. (25) Nakajima A. Sakaguchi T. "Selective Accumulation of Heavy Metals by Microorganisms". *App. Microb. Biotech* 12, 1986, 24, 59.
- Oliveira J. "Estudio de la biosorción de cobre (II) por perlas de alginato de calcio" Tesis para optar el título de profesional Químico,2003,UNMSM.
- OMS. (2015). Intoxicación por plomo y salud. Retrieved May 15, 2016, from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs379/es/>.
- Plaza Cazón, J. (2012). Remoción de metales pesados empleando algas marinas. Universidad Nacional de la Plata.
- Sánchez Pina, J. (2014). Eliminación de Metales Pesados de Efluentes Líquidos por Adsorción en Materiales Naturales Residuales de Bajo Coste (Acículas de Pino). Universidad de Murcia. <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.2171.2482>
- Simon G. "Ion Exchange Training Manual". Editorial Nostrand Reinhold. New York, 1991, 5-22.

Tapia N. "Adsorción y Biosorción, mecanismo y principales modelos para describir el fenómeno de biosorción", Proyecto Palma PUCP, 3,5 y 6 de Agosto 2002,35-50. 59

Volesky B. "Removal and Recovery of Heavy Metals by Biosorption in Biosorption of Heavy Metals". Editorial CRC Press, USA, 1990, 7-43.
(20) Kirchmer C. Arboleda J. "Polímeros naturales y su aplicación como ayudantes de filtración CEPIS/OPS". Documento técnico N° 11. 1986, 2-9.

ANEXOS

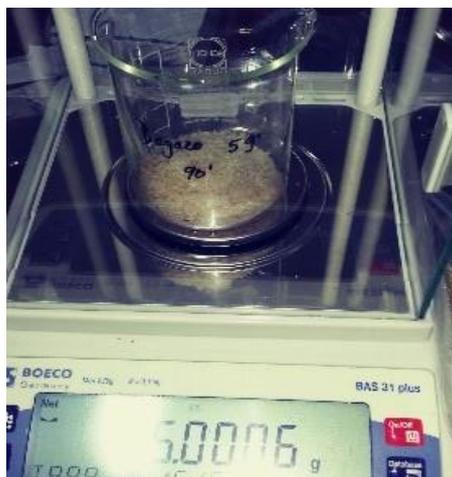
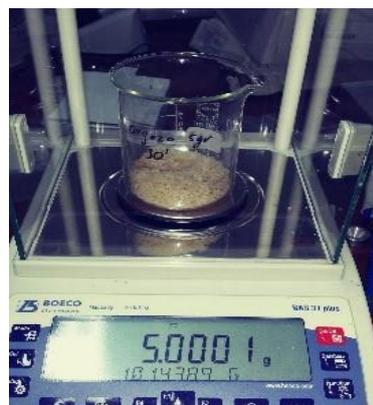
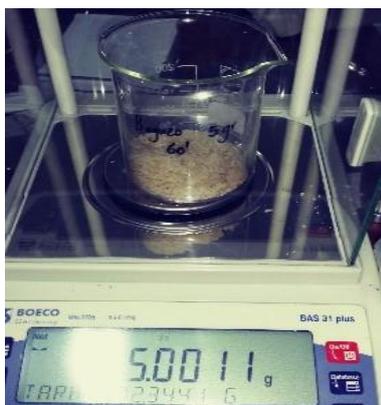
ANEXO N° 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INDICES	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<i>Problema</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Hipótesis</i>						
<i>Principal</i>	<i>General</i>	<i>General</i>						
¿Qué eficacia tiene la adsorción, en la remoción de plomo en aguas de industria minera, utilizando bagazo de caña, tusa de maíz y fibra de coco?	Determinar la eficacia en la adsorción de plomo de las aguas de la industria minera utilizando como bioadsorbentes bagazo de caña, tusa de maíz y fibra de coco.	Es posible adsorber el plomo de las aguas de los efluentes de la industria minera utilizando cascara de maíz, bagazo de caña y fibra de coco.	<p>Variable Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo de Adsorbente. - Tiempo de contacto <p>Variable Dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adsorción de Plomo en agua 	<ul style="list-style-type: none"> Indicador: Cascara de maíz, Bagazo de caña, cascara de coco. Tiempo. Concentración de plomo 	<ul style="list-style-type: none"> - Contenido de biomasa (g/L). - Minutos - Concentración de plomo (ppm) 	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>Cuantitativa y Aplicada</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>Experimental</p> <p>Diseño de la investigación:</p> <p>Experimental Bifactorial 3 x 3 con 2 repeticiones</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Observación: Que consiste en trabajo en campo que es el contacto directo del investigador con la realidad, para la obtención de datos. (Hernández, 2014). - Evaluación: Permite obtener información sobre el Pre y del Post test, como resultados de haber aplicado el tratamiento piloto de aguas de la industria minera en los diferentes procesos de estudio 	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de laboratorio, que se realizara en Universidad Nacional de Trujillo. - Medición de concentración de plomo de las muestras de agua de la industria minera antes y después del tratamiento de adsorción. - Analisis de los resultados para determinar el mejor adsorbente del plomo.

ANEXO N° 02. FOTOS

PESADO DE MUESTRAS (5 GRAMOS)



PREPARACION DE LAS 9 MUESTRAS



CONTACTO DE MUESTRA CON ADSORBENTES Y CON AGITACION



MUESTRAS DESPUES DE TIEMPO DE CONTACTO



FILTRADO DE LAS MUESTRAS



EN LABORATORIO MANIPULANDO LAS MUESTRAS



PREPARANDO MUESTRAS PARA EL BIODIGESTOR



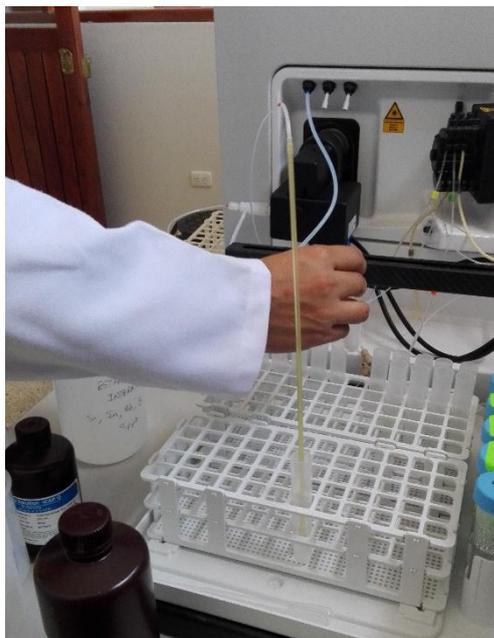
INGRESANDO MUESTRAS AL BIODIGESTOR



BIODIGESTOR



COLOCANDO MUESTRAS EN ICP PARA ANALISIS DE PLOMO



SACANDO LOS RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE PLOMO



GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. **Adsorbato:** Sustancia adsorbida en la superficie de un adsorbente.
2. **Adsorbente:** Sustancia, generalmente sólida, con una gran capacidad de adsorción. Suele tener estructura porosa.
3. **Adsorber:** Atraer y retener en la superficie de un cuerpo moléculas o iones de otro cuerpo.
4. **Adsorción:** Es un fenómeno de atracción de partículas (átomos, iones, moléculas), que se encuentran en una determinada fase, por la superficie de un sólido o líquidos.
5. **Bagazo de caña:** El bagazo es un residuo de la caña de azúcar y como tal, en la industria azucarera regularmente se desecha.
6. **Bagazo:** residuo de materia después de extraído su jugo.
7. **Fibra de coco:** La fibra de coco es un sustrato obtenido a partir de los residuos que genera el coco, es un producto ecológico, dada que su extracción no requiere ningún impacto medioambiental.
8. **Industria Minera:** actividad económica del sector primario representada por la explotación o extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y subsuelo en forma de yacimientos. Dependiendo del tipo de mineral a extraer la actividad se divide en minería metálica (cobre, oro, plata, aluminio, plomo, hierro, mercurio, etc.) que son empleados como materias primas básicas para la fabricación de una variedad de productos industriales.
9. **Metales pesados:** Metales pesados son aquellos cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua. Tienen aplicación directa en numerosos procesos de producción de bienes y servicios.

10.Plomo: Es un metal gris-azulado muy conocido, que existe naturalmente en pequeñas cantidades en la corteza terrestre. Se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente. La mayor parte proviene de actividades como la minería, manufactura industrial y de quemar combustibles fósiles.

11.Tusa de maíz: tusa u olote, residuo producido luego de desgranar la mazorca del maíz.