



FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA DE INGENIERIA AMBIENTAL

**“APLICACION DE LA BENTONITA PARA LA REMOCION  
DEL PLOMO, CADMIO Y ZINC DE LAS PILAS DOMÉSTICAS”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. EDITH VANESSA ALAYO ATOCHE

ASESOR TEMATICO:

VERONICA TELLO MEDIVIL

LIMA-PERU

2011

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis de manera muy especial a mis padres Oscar y Editha, por darme la oportunidad de prepararme para la vida, no solo en mis estudios, sino en todo. Gracias por el apoyo constante, su amor, su comprensión y sobre todo por creer en mí.

También dedico este trabajo a todas las personas que cada día luchan por construir un mundo mejor que el de hoy.

## AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a Dios por darme la vida y la oportunidad de estar aquí. A mis padres y hermanos que confían en mí y a quienes les debo todo y tanto.

Quiero agradecer a todas las personas que me ayudaron y que hicieron posible llevar a cabo este trabajo, de manera muy especial al Director de Escuela Ing. Abner Chávez Leandro por su tiempo y apoyo.

A mi asesora Ing. Verónica Tello Mendivil por su guía en este trabajo de tesis.

A la Blga. Virginia Medina Mogrovejo por las enseñanzas y consejos a lo largo de mi carrera universitaria.

También quiero agradecer especialmente a la Química Ily Maza Mejía, por los conocimientos brindados, asesoría y apoyo en la realización de los análisis; me siento muy feliz del trabajo realizado.

A la Universidad Nacional de Ingeniería por los laboratorios utilizados para el análisis.

A la Municipalidad de Los Olivos por el apoyo en las encuestas.

A la familia Villanueva Quevedo, en especial a Aldo, por el apoyo en la maqueta de la planta piloto.

A todos mis amigos de la universidad y de la carrera por tantos buenos y bellos momentos compartidos durante este periodo de mi vida, gracias por todo Carolina, Verónica, Andrea, Liz, Dallin, Jonathan, Renzo, Junior, Javier, Eduardo, Flavio, Jesús, en fin todos.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>ii</b>
<b>PRESENTACION .....</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
 Introducción .....	 1
<b>Capítulo I.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1 Planteamiento del problema .....	3
1.2 Formulación del problema .....	4
1.3 Objetivos .....	4
1.3.1 General .....	4
1.3.2 Especifico .....	4
1.4 Justificación .....	5
1.5 Delimitación .....	5
 <b>Capítulo II.- MARCO TEÓRICO .....</b>	 <b>6</b>
2.1 Antecedentes de la investigación. ....	7
2.2 Marco Histórico.....	12
2.2.1 Historia de la pila.....	12
2.3 Bases Teóricas Científicas.....	13
2.3.1 Adsorción de Metales pesados.....	13
2.4 Marco Conceptual .....	14
2.4.1 Definición de términos básicos.....	14
a. Pilas .....	14
b. Tratamiento.....	14
c. Lixiviación .....	14
d. Adsorbentes .....	15
e. Metales Pesados.....	15
f. Arcillas.....	15
g. Bentonita.....	16
h. Monmorillonita.....	16
i. Zeolita .....	16
2.5 Marco referencial Comparativo.....	16
2.6 Hipótesis .....	17
 <b>Capítulo III.- MARCO METODOLÓGICO .....</b>	 <b>18</b>
3.1 variables .....	19
3.1.1 Definición conceptual .....	19
3.1.2 Definición operacional .....	20

3.2 Paradigma Metodológico.....	21
3.2.1 Tipo de estudio .....	21
3.2.3 Diseño de investigación .....	21
3.3 Población y muestra.....	22
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.4.1 Recolección de datos.....	23
3.5 Métodos de análisis de datos .....	24
<b>Capítulo IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>25</b>
4.1. Resultados de la encuesta .....	26
4.1.1 Tipo de pilas usadas .....	26
4.1.2 Cantidad de relojes.....	27
4.1.3 Cantidad de relojes de mano.....	28
4.1.4 Cantidad de control remotos.....	29
4.1.5 Cantidad de linternas.....	30
4.1.6 Artículos que usan pilas .....	31
4.1.7 Frecuencia de compra de pilas.....	32
4.1.8 Almacenamiento de las pilas .....	33
4.1.9 Disposición Final de las pilas .....	34
4.1.10 El proceso de reciclaje de pilas.....	35
4.1.11 Participación en un programa de reciclaje.....	36
4.2 Análisis e interpretación de datos obtenidos en laboratorio .....	37
4.3 Resultados de Análisis Estadístico “ANOVA” para la validación de las hipótesis.....	50
4.4 Discusión .....	62
<b>Capítulo V.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>63</b>
5.1. Conclusiones .....	64
<b>SUGERENCIAS .....</b>	<b>65</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>70</b>
ANEXO 1: Diagrama metodológico aplicada al trabajo .....	70
ANEXO 2: Encuesta.....	72
ANEXO 3: Fotos del Trabajo de Tesis.....	82

## INDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Muestras Examinadas .....	10
Tabla N°2 Resultados del porcentaje de adsorción de Zn a diferentes pH .....	38
Tabla N°3 Resultados del porcentaje de adsorción de Pb a diferentes pH.....	39
Tabla N°4 Resultados del porcentaje de adsorción de Cd a diferentes pH.....	40
Tabla N°5 Resumen de los resultados obtenidos de los pH óptimos de cada metal .....	40
Tabla N°6 Resultados del porcentaje de adsorción de Zn a diferentes concentraciones .	41
Tabla N° 7 Resultados del porcentaje de adsorción de Pb a diferentes concentraciones .	42
Tabla N° 8 Resultados del porcentaje de adsorción de Cd a diferentes concentraciones.	43
Tabla N°9 Resumen de los resultados obtenidos de las Concentraciones optimas para cada metal .....	44
Tabla N° 10 Resultados del porcentaje de Adsorción a diferentes cantidades de bentonita para cada metal.....	44
Tabla N° 11 Resultados del porcentaje de adsorción de los metales .....	45

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N°1	Tipos de pilas usadas .....	26
Gráfico N°2	Cantidad de relojes en casa .....	27
Gráfico N°3	Cantidad de relojes de mano que tienen en casa.....	28
Gráfico N°4	Cantidad de controles remoto que tienen en casa.....	29
Gráfico N°5	Cantidad de linternas que tienen en casa.....	30
Gráfico N°6	Los artículos que usan pilas .....	31
Gráfico N°7	Frecuencia de compra de pilas.....	32
Gráfico N°8	Almacenamiento de las pilas.....	33
Gráfico N°9	Disposición final de las pilas.....	34
Gráfico N°10	Proceso de reciclaje de las pilas.....	35
Gráfico N°11	Participación de un programa de reciclaje .....	36
Gráfico N°12	Determinación del pH óptimo para el Zn.....	38
Gráfico N°13	Determinación del pH óptimo para el Pb.....	39
Gráfico N°14	Determinación del pH optimo para el Cd.....	40
Gráfico N°15	Determinación de la concentración óptima para Zn.....	41
Gráfica N°16	Determinación de la concentración óptima para Pb.....	42
Gráfico N°17	Determinación de la concentración óptima para Cd.....	43
Gráfico N° 18	Determinación del % de adsorción de cada metal de la mezcla 1 .....	45
Gráfico N° 19	Determinación del % de adsorción de cada metal de la mezcla 2 .....	46
Gráfico N° 20	Determinación del % de adsorción de cada metal de la mezcla 3 .....	47
Gráfico N° 21	Comparación de la cantidad inicial y final de cada metal de la mezcla 4 ..	48
Gráfico N° 22	Comparación de la cant. inicial y final de cada metal en el agua lixiviada	49

## PRESENTACIÓN

En nuestro país existen escasos trabajos e información sobre el tratamiento de pilas de uso doméstico, que al desecharse se convierten en residuos peligrosos, estas contienen diversos metales que pueden afectar a las personas y al ambiente. Es por ello, que el presente trabajo se desarrollo con la finalidad de conocer parámetros que se necesitan para realizar el diseño de un proceso de tratamiento de pilas como alternativa de gestión de estos residuos peligrosos generados en la sociedad.

El estudio se llevo a cabo en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería. El financiamiento se realizo por fuente propia del autor con apoyo del Laboratorio de Química. El estudio tuvo una duración de 6 meses y el documento final escrito se divide en cuatro capítulos que se presentan a continuación.

## RESUMEN

La presente investigación para la obtención del título tiene como objetivo aplicar la bentonita para la remoción del Plomo, Cadmio y Zinc de las pilas domésticas, por consiguiente se disminuirá la concentración de estos metales. Para poder lograr el objetivo planteado se utiliza la información aportada por las variables independientes los cuales son el pH, la concentración, y la variable dependiente que es el porcentaje de adsorción de los metales.

El trabajo cuenta con dos etapas; la primera etapa se trata acerca de la recolección de información bibliográfica sobre las pilas domésticas; su clasificación, sus efectos, su uso, entre otros; también se realiza una encuesta en el distrito de los Olivos para poder estimar que tipo de pilas consumen y como es su manejo. En la segunda etapa se realizan pruebas en el laboratorio para determinar los parámetros óptimos, con los cuales se obtendrá el mayor porcentaje de adsorción del Plomo, Cadmio y Zinc en el material adsorbente. El material adsorbente que se utiliza es la bentonita, un tipo de arcilla.

Para poder obtener buenos resultados de remoción de plomo, cadmio y zinc en las pilas domésticas se empleó un proceso de lixiviación, el cual cuenta con las siguientes etapas: el chancado, el tamizado, la generación del agua lixiviada, la adsorción de los metales y el almacenamiento del agua tratada. Como aporte a esta investigación se elaboró una planta piloto que cuenta con algunas etapas del proceso. Así mismo este trabajo brinda mayor información a otras investigaciones similares que se realicen a futuro.

Palabras claves: pilas domésticas, adsorción, lixiviación, metales pesados, agua lixiviada.

## ABSTRACT

The present research to obtain the Degree has as an objective to apply the bentonite for removal of lead, cadmium and zinc from household batteries therefore will decrease the concentration of these metals. To achieve the goal set, its use the information provided by the independent variables which are pH, concentration; and the dependent variable that is the percentage of adsorption of metals.

This project has two stages: one stage is about gathering bibliographic information about domestic battery, its classification, its effects, and its use, among others; also, it involves the used of a survey in the Olives's district to estimate what kind of batteries they consume and how it is handling. The second stage is experimental because it is tested in the laboratory to determine the parameters with we can obtain a greater percentage of lead, cadmium and zinc in the absorbent material. The material used is bentonite, a type of clay.

To be successful in the results of the removal of lead, cadmium and zinc in household batteries, I use a leaching process, which has the following stages: crushing, sieving, the generation of leachate water, adsorption of metals and storage of treated water. As a contribution to this research, developed a pilot plant that has some stages. Also this work provides more information to other similar investigations to be carried forward.

Keywords: domestic battery, absorption, leaching, heavy metals, leaching water, treatment.