

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



**“CUANTIFICACIÓN DE PLOMO EN SUELOS DE UNA  
COMUNIDAD EN EL DISTRITO DE ATE - LIMA”**

**TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL**

**FLOR ISABEL HUANAY PÁEZ**

**LIMA – PERÚ**

**2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“CUANTIFICACIÓN DE PLOMO EN SUELOS DE UNA  
COMUNIDAD EN EL DISTRITO DE ATE - LIMA”**

Presentada por:

**Flor Isabel Huanay Páez**

Trabajo Académico para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERA AMBIENTAL**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Dr. Ernesto Ever Menacho Casimiro  
PRESIDENTE

---

Ph.D. Lizardo Visitación Figueroa  
MIEMBRO

---

Ph.D. Julio Cesar Alegre Orihuela  
MIEMBRO

---

Mg. Quím. Mary Flor Cesare Coral  
ASESORA

---

Dr. Johny Ponce Canchihuamán  
CO-ASESOR

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivo Principal .....	2
1.2. Objetivos Específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. EL SUELO .....	3
2.2. CONTAMINACION DE SUELO .....	3
2.3. LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA SUELO ...	4
2.4. FUENTES DE CONTAMINACIÓN .....	5
2.4.1. NATURALES .....	5
2.4.2. ANTROPOGÉNICAS .....	5
III. METODOLOGÍA.....	8
3.1. MATERIALES .....	8
3.1.1. ÁREA DE ESTUDIO .....	8
3.1.2. MATERIALES .....	8
3.2. MÉTODOS .....	9
3.2.1. MUESTREO.....	9
a. Objetivo del plan de muestreo .....	9
b. Plan de muestreo.....	9
c. Ubicación y localización geográfica de los puntos de muestreo .....	11
3.2.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DE SUELO .....	12
3.2.3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO.....	15
3.2.4. EVALUACIÓN DE RIESGO TOXICOLÓGICO .....	16

3.2.5. ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN .....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....	23
4.1. ANÁLISIS DE PLOMO TOTAL.....	23
4.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO .....	27
4.3. EVALUACIÓN DE RIESGO TOXICOLÓGICO .....	30
4.4. MAPA DE RIESGO DE EXPOSICIÓN AL PLOMO Y ESTANDARES DE CALIDAD DE SUELO EN EL PERÚ.....	38
V. CONCLUSIONES.....	39
VI. RECOMENDACIONES .....	40
VII. BIBLIOGRAFIA.....	41
VII ANEXOS .....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número mínimo de puntos de muestreo para el Muestreo de Identificación....	10
Tabla 2: Profundidad del muestreo según el uso del suelo.....	10
Tabla 3: Identificación y ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de suelo	12
Tabla 4: Parámetro Analizado .....	13
Tabla 5: Métodos en los análisis de caracterización de suelo .....	14
Tabla 6: Valores por defecto para la ingestión de suelo y polvo.....	18
Tabla 7: Análisis estadístico de las concentraciones de Pb en el suelo del área en estudio.....	24
Tabla 8: Resultados del Monitoreo de Suelos y Comparación con ECA de Suelos (D.S. N° 011-2017-MINAM) .....	25
Tabla 9: Comparación de resultados de caracterización de suelo .....	33
Tabla 10: Valor Igeo con clasificación de 7 grados .....	34
Tabla 11: Clases de factores de enriquecimiento de un metal pesado.....	35
Tabla 12: Resultados comparativos del Índice de Geoacumulación y Factor de Enriquecimiento con las concentraciones de Pb resultantes. ....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudio.....	8
Figura 2: Ubicación de los puntos de muestreo de suelo .....	11
Figura 3. Comparación de las concentraciones de plomo en las muestras de suelo de la comunidad de Ate, con los ECA para suelo del Perú y el Límite de plomo en suelos residenciales y recreacionales según US EPA.....	26
Figura 4: Resultados de Estadísticas respecto a vías de exposición.....	27
Figura 5 Resultados de Estadísticas respecto a medios de transporte de plomo .....	28
Figura 6: Resultados de Estadísticas respecto frecuencia de exposición .....	28
Figura 7: Resultados de Estadísticas respecto a factores de exposición.....	29
Figura 8: Resultados de Estadísticas respecto a prevención.....	30
Figura 9: Residuos y suelo húmedo alrededor de la cancha de tierra cerca al punto SU- 7 de muestreo .....	31
Figura 10: Suelo húmedo alrededor y dentro de la cancha de tierra, cerca al punto SU-7 de muestreo .....	32
Figura 11: Humedad aledaña a un establecimiento y al parque Huerto de Santa Lucía cerca al punto SU-3 de muestreo.....	32

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 GRAFICA GAMA Q-Q PLOTEO PARA PLOMO .....	48
ANEXO 2: ESTADISTICA GENERAL Y CÁLCULO DE UCL 95.....	49
ANEXO 3: FOTOS .....	50
ANEXO 4: PLANO - MUESTREO DE SUELO.....	52
ANEXO 5: MAPA DE RIESGO DE EXPOSICIÓN AL PLOMO .....	54
ANEXO 6: FICHA TÉCNICA – PUNTO DE CONTROL DE MONITOREOS.....	56
ANEXO 7: CADENA DE CUSTODIA PARA MUESTRAS SOLIDAS .....	72
ANEXO 8: RESULTADOS DE ENSAYO.....	76
ANEXO 9: RESULTADOS FISICOQUIMICOS.....	80
ANEXO 10 DATOS PARA INTERPRETACIÓN UTILIZADO POR EL LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA DE LA UNALM.....	83
ANEXO 11: NORMATIVA DE ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA SUELO D.S. N° 011 – 2017 - MINAM.....	85
ANEXO 12: COMPARACIÓN CON EL ESTUDIO “EVALUACION DEL RIESGO TOXICOLÓGICO EN PERSONAS EXPUESTAS A SUELOS CON PLOMO (Pb) Y CADMIO (Cd) EN LOS ALREDEDORES DEL PARQUE INDUSTRIAL INFANTAS EN LIMA – PERÚ” .....	90

## RESUMEN

La exposición al plomo depositado en los suelos es una de las problemáticas en zonas urbanas. Los niños son especialmente vulnerables porque el plomo puede afectar gravemente su sistema nervioso central, que se encuentra en pleno desarrollo. El objetivo del presente estudio es realizar un muestreo de identificación de plomo en los suelos de una comunidad de Ate, que se encuentra aledaña a fábricas y comercios, para conocer la contaminación que existe e identificar las zonas con alto nivel de contaminación para la prevención en la salud de la población más vulnerable. Se tomaron 15 muestras de suelo, y se analizó el plomo mediante la técnica Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP –MS). Se realizó la caracterización fisicoquímica de muestras del parque Huerto Santa Lucía, y de muestras dentro y alrededor de una cancha deportiva de tierra, se compararon los resultados con el Estándar de Calidad Ambiental de Suelo en Perú y se realizó la evaluación de riesgo toxicológico, para la ingesta de suelos por niños. El promedio de las concentraciones de plomo en los suelos de la comunidad de Ate fue 1018.81 mg/kg, sobrepasando tanto el ECA para suelo residencial/ parque, como para suelo industrial/comercial/extractivo. Además se obtuvo un índice de peligrosidad no cancerígeno de 8.087 y un índice de riesgo cancerígeno de  $3.322 \times 10^{-5}$  basado en la Guía ERSA del MINAM; y un índice de geoacumulación de 5.76, y un factor de enriquecimiento de 178.52.

**Palabras clave:** Salud ambiental, ICP-MS, suelo residencial, parque, ECA, riesgo toxicológico, índice de contaminación.

## ABSTRACT

Exposure to lead deposited in soils is one of the problems in urban areas. Children are especially vulnerable because lead can seriously affect their nervous system, which is in full development. The objective of the present study is to carry out a sampling of lead identification in the soils of a community of Ate, which is adjacent to factories and shops, to know the contamination that exists and to identify the areas with high level of contamination for prevention in the health of the most vulnerable population. In 15 soil samples, analyze lead using the (Inductively coupled plasma mass spectrometry) ICP – MS technique. The physicochemical characterization of samples from the Huerto Santa Lucía park and samples in and around a sports ground was carried out, the results were compared with the Standard of Environmental Quality of Soil in Peru and the toxicological risk assessment for soil intake by children was performed. The average amount of lead in the soils of the Ate community was 1018.81 mg / kg, exceeding both the ECA for residential / park soil, as well as for industrial / commercial / extractive land. In addition, a non-carcinogenic hazard index of 8,087, a carcinogenic risk index of  $3.3218 \times 10^{-5}$ , a geoaccumulation index of 5,764, and an Enrichment factor of 178,524 were obtained.

**Keywords:** Environmental health, ICP-MS, residential soil, park, ECA, toxicological risk, pollution index.

*El contenido completo está bajo embargo provisional, hasta la recepción del ejemplar impreso. Esto debido a la restricción de atención presencial por el COVID-19*