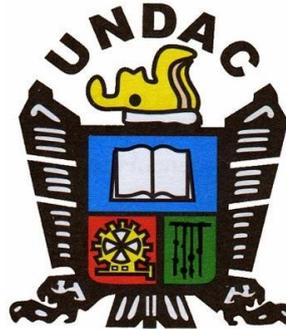


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Determinación de los niveles de concentración de plomo  
relacionado con los ECAs-Suelo en la zona urbana del  
distrito de Yanacancha**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach. Patricia MEZA ROJAS**

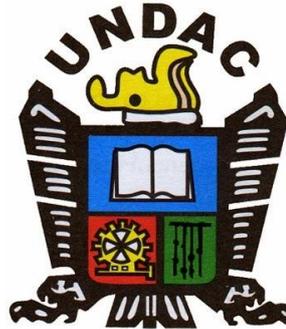
**Asesor: Mg. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ**

**Cerro de Pasco –Perú - 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Determinación de los niveles de concentración de plomo  
relacionado con los ECAs-Suelo en la zona urbana del  
distrito de Yanacancha**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN**

**PRESIDENTE**

---

**Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA**

**MIEMBRO**

---

**Mg. Lucio ROJAS VITOR**

**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A Dios en primer lugar y a mis seres más queridos por su apoyo incondicional en mi formación profesional.

## **RESUMEN**

La contaminación del suelo al contorno del Tajo Raúl Rojas y el botadero de desmontes mineros de Rumiallana de la empresa minera Volcán SAC es uno de los pasivos ambientales que de manera indirecta está afectando a la población de la zona urbana del distrito de Yanacancha y el ecosistema terrestre y paisajístico, ocasionando un impacto negativo, debido a la presencia del plomo en el suelo, producto de la modificación del sub suelo realizado en el tajo Raúl Rojas y el botadero de Rumiallana, debido que los factores ambientales del viento y las precipitaciones están influyendo en el arrastre y traslado de este metal del plomo hacia los suelos circundantes de las viviendas de la zona urbana del distrito de Yanacancha perjudicándoles indirectamente con este metal a los habitantes durante varias décadas, por la falta de conocimiento de la población y la irresponsabilidad de la empresa minera Volcán SAC.

Debido a que este problema puede persistir durante décadas, existe la necesidad de identificar cuanto es la concentración del metal de plomo presente en el suelo y compararlas con los estándares de calidad ambiental de suelos.

Palabras Claves: Pasivos Ambientales, Estándares de Calidad Ambiental.

## **ABSTRACT**

The contamination of the soil around the Tajo Raúl Rojas and the mining waste dump of Rumiallana of the mining company Volcán SAC is one of the environmental liabilities that is indirectly affecting the population of the urban area of the Yanacancha district and the ecosystem terrestrial and landscaping, causing a negative impact, due to the presence of lead in the soil, as a result of the modification of the subsoil made in the Raúl Rojas pit and the Rumiallana dump, because the environmental factors of the wind and rainfall are influencing in the drag and transfer of this metal from the lead to the surrounding soils of the dwellings of the urban area of Yanacancha district, indirectly damaging the metal to the inhabitants for several decades due to the lack of knowledge of the population and the irresponsibility of the mining company Volcán SAC.

Because this problem can persist for decades, there is a need to identify how much the lead metal concentration in the soil is and compare it with soil environmental quality standards.

**Key Words:** Environmental Liabilities, Environmental Quality Standards.

## **PRESENTACIÓN**

La contaminación ambiental constituye un grave problema en la actualidad, el cual tiene una gran repercusión en la salud pública, donde las emisiones generadas por diversas actividades económicas como la minería, así como por el parque automotor, alteran el entorno natural y deterioran la calidad de vida de la población. Cerro de Pasco, cuya tradición minera se remonta a la época preinca, es uno de las ciudades mineras con baja economía local, teniendo conocimiento que apporto al PBI del estado con minería de la provincia de Pasco y fue uno de los pilares de la economía peruana, representando anualmente 1.6 billones de dólares en exportaciones. En la década pasada, donde el 49% del total de productos de exportación correspondió a la minería, la cual constituye una fuente importante de divisas que debería impulsa el desarrollo socioeconómico alrededor del área de influencia, donde se ubica la actividad minera, pero que en la actualidad esta actividad solo trajo consigo contaminación ambiental y desempleo.

La contaminación del suelo al contorno del Tajo Raúl Rojas y el botadero de desmontes mineros de Rumiallana de la empresa minera

Volcán SAC es uno de los pasivos ambientales que dejó de manera indirecta la minería, debido que está afectando a la población de la zona urbana del distrito de Yanacancha, el ecosistema terrestre y paisajístico, ocasionando un impacto negativo, debido a la presencia del plomo en el suelo, producto de la modificación del sub suelo. A pesar de la introducción de lineamientos para la regulación de emisiones, la actividad minera continúa afectando a la población del contorno del tajo Raúl Rojas y de botadero de Rumiallana. Debido que en los últimos años la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) encontró que en los niños de 3-9 años de la zona urbana del distrito de Yanacancha valores de plomo en sangre que fluctuaron entre 1,9 ug/dl y 45,5ug/dl, con un promedio de 14.9 ug/dl. Siendo la causa la ingestión directa por el suelo identificándose la principal ruta de exposición. Si bien la gente no consume deliberadamente suelo contaminado, los niños frecuentemente llevan la suciedad de sus manos a la boca, y los adultos pueden ingerir el suelo contaminado en los vegetales teniendo entendido que el contaminante del suelo más comunes y tóxicos es el plomo, donde la inhalación de polvo es generalmente una ruta de exposición, pero podría significar la única ruta de exposición para la gente que vive cerca de un área contaminada.

## INDICE

DEDICATORIA.....	
RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	
PRESENTACIÓN.....	
INDICE.....	
CAPITULO I.....	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO II.....	3
MARCO TEORICO.....	3
2.1. Antecedentes de estudio.....	8
2.2. Bases Teóricas.....	8
2.2.1. Contaminación de suelos.....	8
2.2.2. Movilización natural de los metales.....	9
2.2.3. Contaminación del suelo por metales.....	9
2.2.4. Toxicidad de los metales.....	10
2.2.5. Dinámica de los metales en el suelo.....	10
2.2.6. Factores del suelo que afectan la acumulación de los metales.....	11
2.2.7. Biodisponibilidad de metales.....	15
2.2.8. Efecto de los metales en los seres vivos.....	15
2.2.9. El plomo.....	16
2.2.10. Características del Plomo.....	17
2.2.11. Efectos del plomo en la salud.....	19
2.2.12. Efectos del plomo en el ambiente.....	20
2.3. Definición de términos básicos.....	21
CAPITULO III.....	24
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	24
3.1. Tipo de investigación.....	24
3.2. Método de Investigación.....	24
3.3. Diseño de investigación.....	26
3.4. Población y Muestra.....	26
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5.1. Técnicas de recolección.....	26
3.5.2. Análisis de laboratorio.....	27
3.6. Técnicas de procesamientos y análisis de datos.....	27
3.7. Orientación Ética.....	27
CAPITULO IV.....	29
PRESENTACION DE RESULTADOS.....	29
4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	29
4.1.1. Ubicación y descripción de los puntos de muestra.....	29
4.1.2. Resultados del análisis de plomo obtenidos del suelo... ..	30
4.2. Discusión de Resultados.....	43

<b>CONCLUSIONES</b> .....	47
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	48
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	49
<b>ANEXOS</b> .....	

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

La contaminación de los suelos en la zona urbana del distrito de Yanacancha viene hacer un problema ambiental muy relevante, debido que los pasivos ambientales de la empresa minera Volcán SAC como son el tajo Raúl Rojas y el botadero de desmonte minero de Rumiallana está afectando de manera indirecta a la salud de los habitantes, esto se debe a que durante muchos años las actividades de extracción y concentración de minerales desarrollado por la empresa minera volcán SAC, donde estos metales procesados fueron depositados en suelos sin ninguna protección o recubrimiento necesario y por la influencia de los factores ambientales del viento y las precipitaciones, estos metales fueron arrastrados y trasladados de manera natural por los alrededores de la zona, específicamente en las áreas urbanas del distrito de Yanacancha, siendo el componente suelo receptor de estos residuos mineros. Si bien se vienen mejorando las leyes y normas ambientales en los últimos años por el gobierno estatal para atenuar la problemática ambiental asociada a la contaminación de suelos por la actividad minera, donde la preocupación de los efectos sobre la contaminación de los suelos es

relativamente reciente. Es por ello, que el presente trabajo de investigación realiza un análisis del suelo relacionado con el plomo en base a información y el análisis de campo a consecuencia de los efectos que viene generando de manera indirecta los pasivos ambientales de la minería irresponsable.

El presente trabajo de investigación está compuesto por cuatro capítulos; Capítulo I: Planteamiento del Problema de estudio; se plantea los problema específicos de cuánto es el nivel de concentración de plomo en el suelo de la zona urbana del distrito de Yanacancha y están los niveles de concentración de plomo dentro de los estándares de calidad ambiental para suelo en la zona urbana del distrito de Yanacancha, siendo los objetivos de analizar el nivel de concentración de plomo en el suelo de la zona urbana del distrito de Yanacancha y evaluar los niveles de concentración de plomo con los estándares de calidad ambiental para suelo en la zona urbana del distrito de Yanacancha y la justificación Capítulo II: Marco teórico, donde encontramos trabajos realizados anteriormente en estudios similares, y bases teóricas científicas, definición de términos y la hipótesis de la investigación; Capítulo III: Metodología de la Investigación; Capítulo IV: Presentación de Resultados y la Discusión, donde se observa los resultados obtenidos del análisis de campo entre otros. Finalmente, las conclusiones y las recomendaciones que llega la investigación que servirán de base para la búsqueda de soluciones inmediatas y para la continuidad de otras investigaciones relacionados con el tema.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes de estudio.

**“Modelo sistémico para evaluar la recuperación de suelos contaminados por plomo en el distrito de Concepción” José Luis Yarasca Bejarano Universidad Nacional del Centro del Perú Escuela de posgrado Huancayo – Perú 2015**

La utilización de metales pesados en la industria es altamente difundida, por lo que se ha desarrollado un grave problema de contaminación de los suelos, agua, y por medio de estos llegan a afectar al hombre. Los niveles de contaminación y su impacto en las diferentes áreas demandan nuevas alternativas para la reducción de los niveles de contaminación.

Por lo cual es importante que estas alternativas mantengan las condiciones físicas y biológicas del suelo. Por lo cual se ha utilizado varias especies para el proceso de Fitorremediación de suelos contaminados con metales pesados. Ya que este grupo de fitotecnologías reúne un gran número de ventajas, especialmente la limpieza y la economía; no utilizan reactivos químicos, ni afectan negativamente a la estructura del suelo, sólo aplican prácticas agrícolas comunes. El objetivo de este proyecto fue evaluar la capacidad de *Amaranto Hybridus* (Amaranto),

Beta Vulgaris (acelga) y Medicago Sativa (alfalfa), en la Fitoextracción de plomo en suelos contaminado. Con análisis y pruebas realizadas en el laboratorio se determinará las mejores especies de plantas para que la biorremediación sea efectiva, y los aspectos técnicos a ser tomados en cuenta para la aplicación de la biorremediación.

La remoción del plomo será cuantificada por espectrofotometría de absorción atómica, que es un método instrumental, capaz de detectar y determinar cuantitativamente la mayoría de los elementos del Sistema Periódico.

**“Fitorremediación con especies nativas en suelos contaminados por plomo” Luciana Chávez Rodríguez  
Universidad Nacional Agraria la Molina Lima – Perú 2014.**

Pese a la elevada contaminación de plomo en el suelo, hay muchas especies vegetales que han desarrollado estrategias para prosperar bajo condiciones adversas, lo cual las convierte en especies potenciales para ser utilizadas en procesos de fitorremediación. En este estudio, se recolectaron 37 muestras vegetales de 12 sitios localizados en la ciudad de La Oroya y lago Junín (departamentos de Cerro de Pasco y Junín - Perú), lugares con pasivos mineros, seleccionando 2 especies pertenecientes a los géneros Calamagrostis y Nicotiana para su cultivo bajo 3 niveles de plomo 700 ppm, 1000 y 1200 ppm, debido a su elevada

concentración de plomo encontrada en campo (3180 ppm radicular y 143 ppm aérea, y 1883 ppm en flores y 2136 ppm en Tallos respectivamente). Junto a estas fue cultivado Vetiver (*Vetiveria zizanoides*) a fin de comparar su potencial fitorremediador con el de las especies nativas mencionadas en invernadero bajo un diseño factorial con nivel de significancia de 0.01% durante 60 días en la Universidad Agraria - Lima.

Del estudio se concluyó que la *Nicotiana* tiene un mejor potencial de fitorremediación por su desarrollo de biomasa aérea, la elevada concentración de biomasa (276.7 ppm en zona radicular, y 96.5ppm en zona aérea), extracción del metal (0.3 mg de Pb), capacidad de natural de translocar el metal hacia las partes aéreas e inmovilización del metal en la raíz (Factor de Translocación: 0.39) y a su mejor adaptación a otras condiciones climáticas. Se pudo corroborar también la hipótesis de que las plantas nativas son las más adecuadas para fitorremediar espacios naturales.

Estos resultados podrían mejorarse con condiciones climáticas más favorables para las especies nativas, así como un mayor tiempo de evaluación. Podría incluirse también algunos otros metales pesados en la evaluación a fin de determinar si estas plantas pueden usarse para fitorremediar suelos con contaminación polimetálica.

**Contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera” Soraya Puga, Manuel Sosa, Toutcha Lebgue, Cesar Quintana y Alfredo Campos Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú 2006**

La extracción minera en el área data del año 1600, provocando disturbios al medioambiente y generando suelos con limitaciones físicas, químicas y biológicas para el establecimiento de vegetación y riesgos a la salud. El objetivo del estudio fue evaluar la contaminación en el suelo por Plomo, Cadmio, Cinc y Arsénico a diferentes distancias y niveles de profundidad y determinar su relación con características físico-químicas. El área se encuentra en San Francisco del Oro, Chih, en el área de influencia de la presa de Jales la cual es un área de confinamiento de los desechos de la industria minera, abarcó 3 km lineales en dirección de vientos dominantes a partir de la fuente de contaminación. Se extrajeron 30 muestras de suelo para análisis de concentraciones de metales y de características físico-químicas a tres diferentes profundidades: 0-40, 40-60 y 60-80 cm en 10 sitios la distancia entre sitios fue de 300 m. La concentración de metales se evaluó utilizando la técnica ICP, las muestras con pequeñas concentraciones se leyeron mediante absorción atómica. El análisis estadístico fue modelos de regresión entre características físico-químicas, distancias, profundidades y concentraciones de metales pesados.

Los resultados muestran que la mayor concentración se da en sitios cercanos a los jales, disminuyendo la concentración a medida que se aleja de ellos. Todos los elementos sobrepasan los rangos establecidos por las agencias internacionales. El Arsénico se asoció con distancia a la fuente, textura y materia orgánica; el Plomo con la distancia a la fuente y textura; el Cinc con distancia a la fuente y el Cadmio con la distancia a la fuente, pH y profundidad de suelo.

**“Metales pesados en suelos y sus efectos sobre la salud” Noelia Barrio Vega Universidad Complutense**

El sistema edáfico es un medio muy heterogéneo, formado por material orgánico y material inorgánico, que en condiciones naturales se encuentra en equilibrio dinámico.

Este equilibrio puede romperse por acción natural o antrópica, siendo esta última la que va a influir más negativamente produciendo así una contaminación. El suelo tiene capacidad de autodepuración lo que le permite asimilar una cierta cantidad de contaminantes. Esta contaminación puede producirse de forma natural (un incendio, erupción volcánica) o antrópica donde cabe destacar la contaminación industrial.

La concentración de metales pesados en el suelo debería provenir únicamente de la composición de la roca, sin embargo, por acción humana se produce un continuo vertido de metales pesados al medio ambiente cuyos efectos pueden repercutir gravemente en la salud de las personas.

Un ejemplo de metal pesado es el plomo, que se encuentra disperso en el medio ambiente y tiene la capacidad de bioacumularse en animales y plantas. Para las personas la principal vía de exposición es la alimentaria, ya que diariamente ingerimos de 0,3 a 0,5 mg de plomo sin estar directamente expuestos a él.

Sus efectos tóxicos en el organismo afectan al SNC, a la síntesis del grupo HEMO y pueden provocar saturnismo entre otras dolencias. Se elimina principalmente por orina y solo en casos insuficiencia renal o cuando la concentración es excesiva puede llegar a acumularse en el organismo.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Contaminación de suelos.**

La contaminación de los suelos es la consecuencia de la actividad antropogénica como la minería, ocasiona la modificación de las características fisicoquímicas del suelo es debido a los agentes contaminantes causada por los metales pesados siendo uno de los mayores problemas ambientales del mundo.

Los metales pesados, en pequeñas cantidades, pueden ser beneficiosos y hasta imprescindibles para los organismos vivos. Sin embargo, pasado cierto umbral pueden convertirse en elementos muy peligrosos, debido a que no pueden ser degradados y tienen una lenta y difícil eliminación.

### **2.2.2. Movilización natural de los metales.**

El suelo es un componente del ambiente, y la movilidad natural de los metales en los suelos en el caso de los residuos procedentes de la actividad minera, la movilización natural de metales puede tener lugar por la acción del viento, las precipitaciones que arrastran a las partículas por escorrentía, y pudiendo alcanzar hasta la napa freática y así contaminar las aguas subterráneas.

### **2.2.3. Contaminación del suelo por metales.**

El contenido de metales pesados en suelos, debería ser únicamente función de la composición del material original y de los procesos edafogénicos que dan lugar al suelo, pero la actividad humana incrementa el contenido de estos metales en cantidades considerables, siendo esta, la causa más frecuente de su presencia a niveles tóxicos.

### **Tipos de procedencia para los metales:**

**Origen natural:** Los metales pesados al meteorizarse, se concentran en los suelos. Sin embargo, en el proceso natural de transformación de las rocas para originar los suelos, los metales pesados aunque se encuentren a elevadas concentraciones, no suelen rebasar los umbrales de toxicidad y además se encuentran bajo formas muy poco asimilables para los organismos.

**Origen Antropogénico:** En muchos casos el contenido y la movilidad de los metales pesados en suelos se incrementa por causas antropogénicas, siendo las actividades que provocan una modificación del contenido natural debido a los vertidos procedentes de actividades mineras, aplicación de productos químicos agrícolas y lodos residuales, gases de combustión, emisión de partículas del tráfico rodado y otros.

#### **2.2.4. Toxicidad de los metales.**

El grado de toxicidad de los metales pesados en el suelo tiene una especial incidencia en la forma química o física en que se presenta, ya que regula su disponibilidad y por tanto el efecto contaminante producido.

#### **2.2.5. Dinámica de los metales en el suelo.**

Cuando un contaminante se incorpora al suelo se desencadena una serie de procesos físicos, químicos o biológicos que condicionan los efectos que éste puede causar no sólo sobre el sistema suelo sino también sobre el resto de los componentes

ambientales, así los metales pesados incorporados al suelo pueden seguir cuatro diferentes vías:

- Quedar retenidos en el suelo, ya sea disueltos en la solución del suelo o bien fijados por procesos de adsorción y precipitación.
- Pueden ser absorbidos por las plantas y así ingresar a las cadenas tróficas.
- Pueden pasar a la atmósfera por el proceso de volatilización.
- Pueden movilizarse a las aguas superficiales o subterráneas.

Los contaminantes pueden salir del suelo por: volatilización, bioasimilación, disueltos en el agua y erosión.

Los contaminantes se diluyen más o menos rápidamente en los ríos o en el aire. Sin embargo, en los suelos tienden a acumularse. Por esta razón, el suelo actúa como un sumidero de la mayor parte de los contaminantes, incluidos los metales.

#### **2.2.6. Factores del suelo que afectan la acumulación de los metales**

**Capacidad de intercambio catiónico (CIC).**- La CIC se define como la cantidad de cationes reversiblemente adsorbidos por unidad de peso del mineral y está muy condicionada por la cantidad y tipo de arcilla y la materia orgánica.

En general, cuanto mayor sea la capacidad de intercambio catiónico, mayor será la capacidad del suelo de fijar metales. El poder de adsorción de los distintos metales pesados depende de su valencia y del radio iónico hidratado; a mayor tamaño y menor valencia, menos fuertemente quedan retenidos.

**Carbonatos.-** La presencia de carbonatos garantiza el mantenimiento de altos valores de pH, los cuales tienden a precipitar los metales pesados. Donde el Cadmio y otros metales, presentan una marcada tendencia a quedar adsorbido por los carbonatos.

**Condiciones redox.-** El potencial de oxidación-reducción es responsable de que el metal se encuentre en estado oxidado o reducido y del cambio directo en la valencia de ciertos metales; por ejemplo, en condiciones reductoras el  $\text{Fe}^{3+}$  se transforma en  $\text{Fe}^{2+}$ . Generalmente, las condiciones redox afectan indirectamente la movilidad de los metales, siendo más solubles en medios reducidos. Cuando esto ocurre, todos los metales asociados o adsorbidos a estos hidróxidos se movilizan. La movilidad de metales pesados, especialmente Cd, Cu, Cr y Zn, aumenta en suelos pobremente aireados con un bajo estado de oxidación.

**Materia Orgánica.-** La materia orgánica reacciona con los metales dando lugar a complejos de cambio, de esta forma los metales migran con más facilidad a lo largo del perfil.

La materia orgánica puede adsorber tan fuertemente a algunos metales que pueden quedar en posición no disponible para las plantas. Por este motivo, algunas plantas de suelos con contenidos elevados en materia orgánica presentan carencias de elementos como el cobre.

La materia orgánica representa una parte pequeña en peso de un suelo y sin embargo juega un papel importante al determinar la fertilidad del suelo. Sirve como fuente de alimento a las plantas y microorganismos y participa en diversos procesos químicos edáficos afectando a las propiedades físicas del suelo.

La variación del contenido en materia orgánica en gran medida depende del tipo del suelo.

**pH.** - Es uno de los parámetros de más influencia en los procesos edáficos, en la reactividad del suelo y en la movilidad de los contaminantes.

La concentración de un metal en la disolución del suelo y por tanto su biodisponibilidad y su toxicidad potencial, está controlada por las reacciones de adsorción y desorción que ocurren en la materia coloidal del suelo.

Estos procesos de adsorción de metales por el suelo se ven fuertemente influenciados por diversos parámetros edáficos y en concreto por el pH como se pone de manifiesto en numerosos estudios, en los que se comprueba que en general los suelos de pH más básicos presentan adsorción más fuerte para los metales pesados que los de pH más ácidos.

**Textura y estructura.**- Tanto la estructura como la textura juegan un papel importante en la entrada, infiltración, adsorción y/o pérdida de los metales pesados en el suelo.

Las arcillas pueden retener los metales pesados en las posiciones de cambio, impidiendo su paso a los niveles freáticos. Cada especie mineral tiene unos determinados valores de superficie específica y descompensación eléctrica. Ambas características son las responsables del poder de adsorción de estos minerales y la reducción de su pérdida por lixiviación.

Ese hecho es de vital importancia puesto a este proceso de adsorción, los cationes están disponibles para la vegetación. Por tanto, los suelos arcillosos, con un claro predominio de los minerales de arcilla, presentan una mayor capacidad de retención de agua y contaminantes, una mayor microporosidad y, por tanto, una reducción del drenaje interno del suelo. Por el contrario, en los suelos arenosos, con menor de capacidad de fijación y una macroporosidad dominante, los metales pesados se infiltran rápidamente al subsuelo y pueden contaminar los niveles freáticos.

**Salinidad.** - Aunque la presencia de salinidad, en general, incrementa el pH del suelo, su aumento puede favorecer la movilización de metales pesados por dos mecanismos. En primer lugar, los cationes asociados con las sales ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) pueden reemplazar a metales pesados en lugares de adsorción. En segundo lugar, los aniones cloruro pueden formar complejos solubles estables con metales pesados tales como Cd, Zn y Hg.

### **2.2.7. Biodisponibilidad de metales.**

Es la capacidad de un elemento para pasar de un compartimento cualquiera del suelo a un ser vivo. Esta movilidad, que se define como la aptitud de transferencia de metales pesados entre compartimentos, está determinada por la forma, el número de cargas y la energía de retención de los metales pesados y se ve influenciada por factores externos (pH, temperatura, humedad, ambiente químico, etc.) aunque también se puede asociar con el uso del suelo. La toxicidad de un suelo debido a los metales pesados y elementos asociados es una consecuencia directa de sus concentraciones en las fases bioasimilables, es decir, la solución del suelo y las formas adsorbidas. Pero por la dificultad de extracción, es por lo que las normativas prefieren evaluar la cantidad total de elemento tóxico presente.

### **2.2.8. Efecto de los metales en los seres vivos**

Una creciente concentración de estos elementos en la cadena alimenticia puede provocar daños en la salud (cancerígenos o mutagénicos), los síntomas de la toxicidad de Pb han sido bien documentados tanto en animales como en humanos. Muchos animales han muerto producto de un envenenamiento con Pb ya sea por la inhalación del polvo tóxico en la hierba o bien por el consumo de plantas con un alto contenido de metales.

En niños se pueden presentar síntomas de toxicidad con niveles bajos de Pb, que causan daños cerebrales selectivos. Dentro de las enfermedades más graves está el cáncer de esófago, laringe, pulmón y vejiga (As), cáncer a la próstata e infertilidad (Cd), cáncer al riñón (Pb), alteraciones neurológicas (Cd, Hg, Pb), afecciones respiratorias (Cd, Hg) y bronquitis (As, Cd), entre otras.

#### **2.2.9. El plomo.**

Es un elemento químico cuya nomenclatura es Pb, número atómico 82, peso atómico 207.19 y valencias químicas 2 y 4. El plomo es un metal pesado de color azulado, que se oscurece para adquirir un color gris mate, es flexible, inelástico, se funde con facilidad y es relativamente resistente al ataque de los ácidos sulfúrico y clorhídrico, pero se disuelve con lentitud en ácido nítrico.

Industrialmente, el plomo se utiliza tanto en forma sólida como líquida siendo las aleaciones con Sn, Cu, As, Sb, Bi, Cd y Na las más utilizadas; el uso de estos productos genera polvo, humos o vapores y sus compuestos más importantes son los óxidos de plomo y el tetra-etilo de plomo.

El material particulado fino de plomo (10-100  $\mu\text{m}$ ) puede ser extremadamente peligroso por:

- Se adhiere más fuertemente a la piel.
- Es más soluble en el tracto gastrointestinal.
- Es fácilmente absorbible a través del sistema respiratorio.

## **2.2.10. Características del Plomo.**

### **Distribución y usos**

Los minerales de plomo se encuentran en muchos lugares del mundo. El mineral más rico es la galena (sulfuro de plomo) y constituye la fuente principal de producción comercial de este metal.

Otros minerales de plomo son: la cerusita (carbonato), la anglesita (sulfato), la corcoita (cromato), la wulfenita (molibdato), la piromorfita (fosfato), la mutlockita (cloruro) y la vanadinita (vanadato). En muchos casos, los minerales de plomo pueden contener otros metales tóxicos.

### **Riesgos**

El principal riesgo del plomo es su toxicidad. La intoxicación por plomo ha sido siempre una de las enfermedades profesionales más importantes.

En la minería del plomo se produce una absorción considerable de este elemento a través del aparato digestivo; en consecuencia, el grado de riesgo en esta industria depende, en parte, de la solubilidad de los minerales que se manipulen.

El sulfuro de plomo (PbS) en la galena es insoluble y su absorción por vía pulmonar es limitada; sin embargo, en el estómago, parte del sulfuro de plomo puede convertirse en cloruro de plomo

ligeramente soluble y llegar a absorberse en cantidades moderadas.

En las fundiciones de plomo, los riesgos principales son los derivados del polvo de plomo que se produce durante las operaciones de triturado y molienda en seco y los humos y óxidos de plomo que se liberan durante la sinterización, la reducción en hornos altos y el refinado.

### **Vías de entrada en el organismo**

En la industria, la principal vía de entrada es el aparato respiratorio. Puede absorberse cierta cantidad por las vías aéreas superiores, pero la proporción mayor se absorbe a través de la circulación pulmonar.

El grado de absorción depende de la proporción de polvo en forma de partículas de un tamaño inferior a 5 micras y del volumen/minuto respiratorio del trabajador. Por ello, una mayor carga de trabajo produce una mayor absorción de plomo.

### **Destino biológico**

En el organismo humano, el plomo inorgánico no se metaboliza, sino que se absorbe, se distribuye y se excreta directamente. La velocidad a que se absorbe el plomo depende de su forma química y física y de las características fisiológicas de la persona expuesta (edad y estado nutricional). El plomo inhalado y depositado en las vías respiratorias bajas se absorbe por completo.

La cantidad de plomo absorbida en el tracto gastrointestinal de los adultos suele estar comprendida entre el 10 y el 15 % de la cantidad ingerida; en los niños y las mujeres embarazadas, la cantidad absorbida puede aumentar hasta en un 50 %. También se incrementa significativamente en condiciones de ayuno y en casos de déficit de hierro o calcio.

### **Medidas de salud y seguridad**

La finalidad de estas precauciones es, en primer lugar, prevenir la inhalación del plomo y, en segundo lugar, evitar su ingestión. La forma más eficaz de alcanzar estos objetivos es sustituir los compuestos de plomo por sustancias menos tóxicas. El uso de polisilicatos de plomo en la alfarería es un buen ejemplo. El abandono del uso de pinturas de carbonato de plomo para el interior de los edificios ha resultado muy eficaz para reducir los cólicos de los pintores; para estos usos, han aparecido sustitutos eficaces del plomo tan rápidamente que en algunos países se ha considerado razonable prohibir el uso de pinturas con plomo en el interior de los edificios.

#### **2.2.11. Efectos del plomo en la salud**

El plomo a través de los años se ha utilizado en la fabricación de tuberías, pigmentos, pinturas, gasolina, pesticida, cables y productos metálicos, convirtiéndose en la fuente de contaminación

de alimentos, agua de consumo y aire, constituyendo el cuarto metal con mayor efecto perjudicial sobre la salud humana.

Los compuestos del plomo son tóxicos y han producido envenenamiento de trabajadores por su uso inadecuado y por una exposición excesiva a los mismos, en general, la absorción de plomo puede constituir un grave riesgo para la salud dado que puede provocar un retraso del desarrollo mental e intelectual de los niños y causar hipertensión y enfermedades cardiovasculares en los adultos.

#### **2.2.12. Efectos del plomo en el ambiente**

El plomo se encuentra en pequeñas cantidades en el ambiente, pero en mayores concentraciones son el resultado de las actividades humanas generan que las partículas de plomo se depositen en el suelo, la superficie del agua y viajen a través del aire permaneciendo en la atmósfera.

Entre los principales deterioros al medio ambiente se tiene la pérdida de fertilidad del suelo limitando la síntesis clorofílica de las plantas, más del 90% de la contaminación ambiental producida es retenida en las partículas de suelo y cerca del 9% es interceptada en los sedimentos acuáticos. La contaminación de un suelo con Pb es preocupante ya que éste presenta un alto tiempo de residencia en el suelo, estableciéndose un equilibrio dinámico con la hidrosfera, atmósfera y biosfera y de esta forma alterando el ecosistema, incluyendo al ser humano.

### 2.3. Definición de términos básicos

**Concentración:** Cantidad de soluto presente en una determinada cantidad de disolución.

**Evaluación:** está relacionado a la supervisión y/o auditoria con la finalidad de determinar si el trabajo realizado esta correctamente ejecutado asegurándose que se cumplieron con todos los procedimientos y estándares establecidos por la organización.

**Metal pesado:** Metal de masa atómica relativa elevada, por ejemplo el plomo. En la literatura sobre la contaminación del aire, el término ha sido utilizado de manera más amplia para incluir en él metales como el cobre y el zinc e incluso elementos, como el arsénico y que no son metales.

**Muestra puntual:** Es aquella muestra que representa la composición del suelo original para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizó su colección.

**Parámetro:** Cualquier elemento o sustancia química del suelo que define su calidad y que se encuentra regulado por un Decreto Supremo.

**Permeabilidad:** Es una propiedad del suelo, asociada a la porosidad. Es la facilidad que tiene el suelo para dejarse penetrar por los fluidos.

**Porosidad:** Es una propiedad del suelo, determinada como consecuencia de la textura y estructura del suelo, es decir su sistema de espacios vacíos o poros.

**Plomo (Pb):** en la mayoría de los casos está en forma de compuestos bivalentes. El plomo metálico en suelos se convierte en hidrox-carbonato de plomo y en sulfato de plomo. El plomo tiene una mayor capacidad para ser absorbido en sustancias húmicas o adsorbidos sobre óxidos de manganeso y hierro que otros metales pesados. Estos compuestos de plomo tienen muy baja disponibilidad para las plantas. La solubilidad del hidrox carbonato de plomo y del sulfato de plomo es mínima entre pH entre 6.5 y 8.5, pero aumenta cuando los valores de pH están por debajo de 4.

**Suelo:** El suelo desde el punto de vista físico es la interface entre la biosfera y la litosfera, está constituido por una mezcla variable de partículas minerales, materia orgánica, aire y una disolución acuosa. El suelo formado por meteorización sobre el medio rocoso original constituye el soporte material para el desarrollo de organismos vivos.

**Suelo contaminado:** aquél que ha sufrido un cambio en sus características físicas, químicas o biológicas que por su naturaleza, dimensión o duración en el tiempo resulte incompatible con sus propiedades funcionales de uso o suponga una amenaza grave para la salud pública o el medio ambiente.

**Textura:** Es una propiedad del suelo, determinada por la proporción en la que se encuentran las partículas elementales de varias dimensiones que lo conforman.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1. Tipo de investigación**

De acuerdo a la naturaleza de nuestra temática de investigación, el estudio es de tipo descriptivo porque observará en la realidad como se presentan y relacionan las variables intentando establecer una comparación objetiva entre éstas del plomo en el suelo.

#### **3.2. Método de Investigación**

La metodología para la selección de la toma de muestras se realizará tomando en cuenta como criterio a aquellos sectores que se encuentran cerca al contorno del tajo Raúl rojas y alrededores colindantes con la zona urbana del distrito de Yanacancha.

### **A. Trabajo Preliminar:**

Consiste en la recopilación de información referido al tema de contaminación de suelo basado en estudios existentes relacionados con el tipo de investigación a desarrollar, para ello se almaceno toda la información necesaria para el presente estudio, destacando lo referente a la información de los estudios de impacto ambiental del sector minería.

### **B. Trabajo De Campo:**

En esta etapa se evalúa específicamente la zona del contorno del de la zona urbana del distrito de Yanacancha en la cual se desarrollará el estudio de investigación:

Reconocimiento sobre el tipo de toma de muestra a desarrollarse en el contorno la zona del Tajo Raúl Rojas en relación a la concentración del plomo presentes en el suelo.

### **C. Trabajo De Gabinete:**

Esta etapa se desarrolla la obtención de resultados e interpretación de las muestras tomas en campo y serán comparadas con las normas vigentes, en función sobre la base de la información preliminar y de campo obtenida respectivamente para la interpretación final que se busca con el estudio de investigación.

### **3.3. Diseño de investigación**

El diseño de investigación no experimental porque se realizará el análisis de los niveles de plomo en el suelo de la zona urbana del distrito de Yanacancha empleándose los métodos de análisis de laboratorios.

### **3.4. Población y Muestra**

**Población(N)** Suelo del distrito de Yanacancha (ubicado entre la región Pasco).

**Muestra(n)** Se realizó el análisis de suelo en 13 puntos estratégicos de la zona urbana del distrito de Yanacancha.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Materiales**

- Cámara fotográfica.
- Bolsa de 5 kilos para tomar muestras de suelo
- Picota y lampas jardineras
- GPS para ubicación de puntos.

#### **3.5.1. Técnicas de recolección**

En el caso de las muestras de suelos se eligieron en zonas de suelos no pavimentadas de manera aleatoria, se establecieron los puntos, dado que no existe data histórica confiable, de forma eventual. En el caso de las muestras de suelos se eligieron las calles y avenidas con suelos sin asfaltar en la zona urbana del

distrito de Yanacancha próximos donde se desarrolla dicha actividad minera, de manera aleatoria se establecieron los puntos en diferentes lugares para el análisis de suelo, dado que no existe data histórica confiable, se determinaron con una muestra de 13 puntos, eligiendo aleatoriamente.

### **3.5.2. Análisis de laboratorio**

- **Determinación de metales pesados**

Las muestras fueron analizadas a través del equipo de espectrofotometría de absorción atómica y/o visible en la empresa una privada.

### **3.6. Técnicas de procesamientos y análisis de datos**

- **Codificación textual de datos.** - La codificación de datos es un método de orden para elaborar los cuadros del estudio y obtener los resultados esperados y contrastarlos con la hipótesis.
- **Interpretación de datos.** - Una vez ordenados los datos se pasó a interpretarlos de acuerdo con la realidad del estudio.

### **3.7. Orientación Ética**

Lo más valioso para nuestras vidas debe ser nuestra familia y el cuidado que implica tener por ellos nos encamina valorar nuestro medio ambiente ya que de este fluctúa la salud y calidad de vida.

Construyamos hábitos medioambientales, luchemos por nuestro ambiente,  
busquemos el desarrollo sostenible, apostemos por las tecnologías limpias  
y sobre todo construyamos un mundo mejor

## **CAPITULO IV**

### **PRESENTACION DE RESULTADOS**

#### **4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados**

Los parámetros estudiados en el suelo corresponden al metal de plomo, y han sido contrastados con los ECAs de suelos de tipo residencial.

##### **4.1.1. Ubicación y descripción de los puntos de muestra.**

La Tabla N. ° 1 resume los puntos de monitoreo, realizándose la evaluación de la calidad del suelo en la zona urbana del distrito de Yanacancha, eligiéndose trece puntos ubicados en las casas y calles no pavimentadas más cercanas en referencia a los puntos.

**TABLA N.º 1**  
**Descripción y Ubicación de puntos de Monitoreo.**

Código	UBICACIÓN	DATOS		COORDENADAS UTM		ALTITUD (msnm)
		DIA	HORA	NORTE	ESTE	
E-1	Campamento 1ro de mayo	04/04/2019	9:47	8820186	362438	4348
E-2	Calle Los Angeles s/n bodega frente al cementerio	05/04/2019	9:30	8819728	363105	4408
E-3	Cruce de Calle Huancavelica con goyllarisquizca	05/04/2019	11:05	8819964	363403	4420
E-4	Cruce de calle Piura con Av. Simón Bolívar	05/04/2019	12:00	8820292	363503	4408
E-5	Cruce Av. los Incas con José de San Martín	05/04/2019	13:00	8820564	363052	4373
E-6	Av. 6 de diciembre N.º 58, frente frigorífico	05/04/2019	15:00	8820370	362549	4355
E-7	Av. Micaela Bastidas N.º 510	05/04/2019	15:30	8824008	362240	4344
E-8	Calle Grau s/n última casa	06/04/2019	9:30	8819546	363080	4422
E-9	Av. Simón Bolívar 416	06/04/2019	10:30	8820906	362548	4372
E-10	Calle los Abetos s/n	06/04/2019	11:30	8820784	363173	4384
E-11	Calle Yanahuanca s/n Sector 4 Mza18	06/04/2019	13:00	8820690	363414	4423
E-12	Av las Begonias Mza H Lt 5	06/04/2019	15:25	8821410	363087	4393
E-13	Calle 28 de Julio, frente a Iglesia Yanacancha	06/04/2019	17:30	8819832	362667	4369

*FUENTE: Elaboración propia de investigador, 2019*

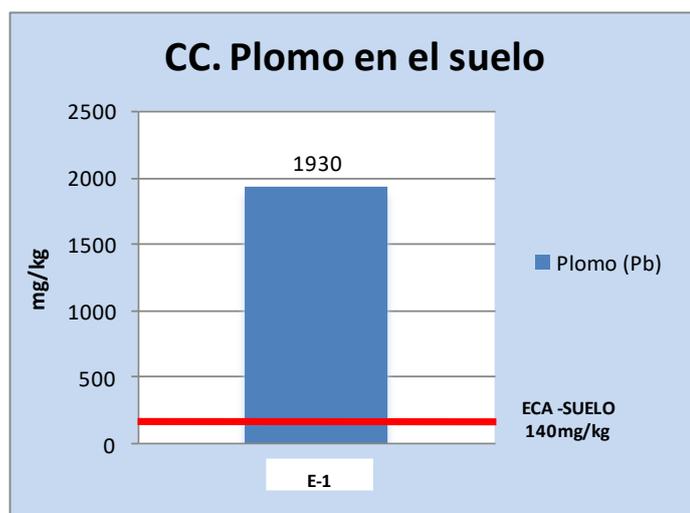
#### 4.1.2. Resultados del análisis de plomo obtenidos del suelo.

A continuación, se presentan los cuadros comparativos de los datos tomados en campo y analizados en el laboratorio para compararlos con los ECA Suelo:

**Cuadro N° 2**  
**Resultados obtenidos de plomo para tipo de suelo residencial**

Punto de Muestreo	Parámetros de Plomo	
	Pb (mg/Kg)	ECA suelo (residencial) mg/Kg
Campamento 1ro de mayo	1930	140

*FUENTE: Propias del investigador; D.S.002-2013 MINAM-ECA- Suelo*



**GRÁFICO N° 01**  
**Resultados de la CC. de plomo en el Suelo del campamento 1ro de mayo**  
*FUENTE: propias del investigador*

En el cuadro N° 02 y grafica N° 01 se observa la concentración de plomo presente en el suelo de 1ro de mayo, con valores muy altos a lo que establece la calidad para suelos de uso residencial. Solo en la estación 01 donde el análisis presenta 1930 mg/kg de plomo existiendo contaminación de plomo en el suelo debido a la cercanía del tajo abierto Raúl Rojas.

**Cuadro N° 3**  
**Resultados obtenidos de plomo para tipo de suelo residencial**

Punto de Muestreo	Parámetros de Plomo	
	Pb (mg/Kg)	ECA suelo (residencial) mg/Kg
Calle Los Ángeles s/n bodega frente al cementerio	1556	140

*FUENTE: Propias del investigador; D.S.002-2013 MINAM-ECA- Suelo*

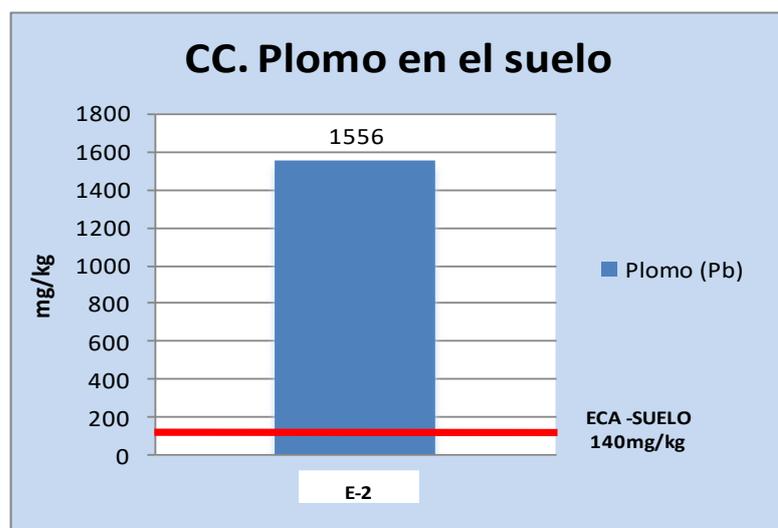


GRÁFICO N° 02

**Resultados de la CC. de plomo en el Suelo de la calle Los Ángeles s/n bodega frente al cementerio**

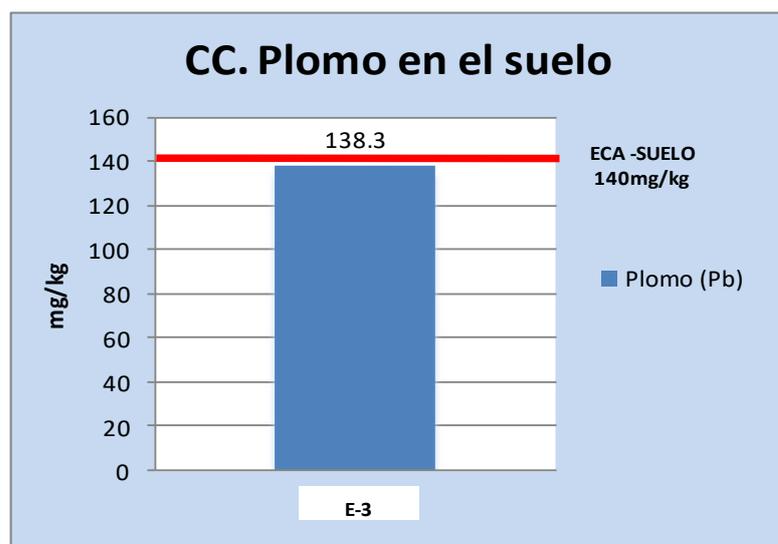
*FUENTE: propias del investigador*

En el cuadro N° 03 y grafica N° 02 se observa la concentración de plomo presente en el suelo de calle Los Ángeles s/n bodega frente al cementerio, con valores muy altos a lo que establece la calidad para suelos de uso residencial, en la estación 02 el análisis presenta 1556 mg/kg de plomo existiendo contaminación de plomo en el suelo debido a la cercanía del tajo abierto Raúl Rojas.

**Cuadro N° 4**  
**Resultados obtenidos de plomo para tipo de suelo residencial**

Punto de Muestreo	Parámetros de Plomo	
	Pb (mg/Kg)	ECA suelo (residencial) mg/Kg
Cruce de Calle Huancavelica con gollarisquizca	138.3	140

*FUENTE: Propias del investigador; D.S.002-2013 MINAM-ECA- Suelo*



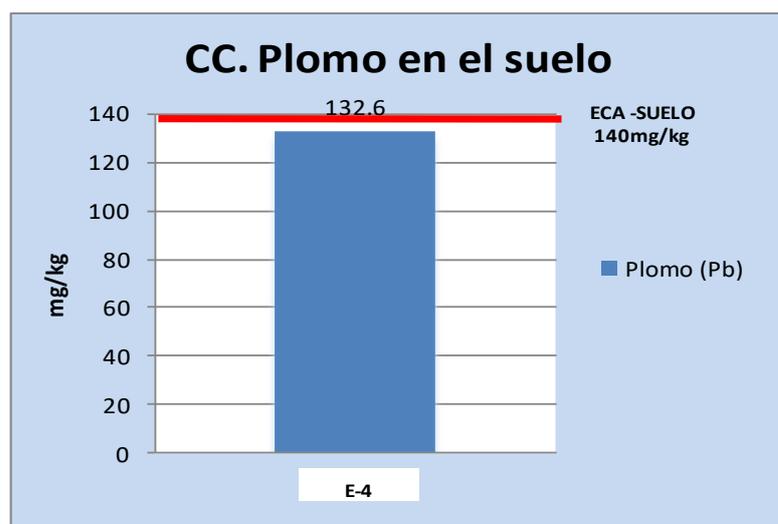
**GRÁFICO N° 03**  
**Resultados de la CC. de plomo en el Suelo de Cruce de Calle Huancavelica con Goyllarisquizca**  
*FUENTE: propias del investigador*

En el cuadro N° 04 y grafica N° 03 se observa la concentración de plomo presente en el suelo de Cruce de Calle Huancavelica con Goyllarisquizca, con valores bajos a lo que establece la calidad para suelos de uso residencial. Solo en la estación 03 donde el análisis presenta 138.3 mg/kg de plomo no existiendo contaminación de plomo en el suelo debido a la lejanía con el tajo abierto Raúl Rojas.

**Cuadro N° 5**  
**Resultados obtenidos de plomo para tipo de suelo residencial**

Punto de Muestreo	Parámetros de Plomo	
	Pb (mg/Kg)	ECA suelo (residencial) mg/Kg
Cruce de calle Piura con Av. Simón Bolívar	132.6	140

*FUENTE: Propias del investigador; D.S.002-2013 MINAM-ECA- Suelo*



**GRÁFICO N° 04**

**Resultados de la CC. de plomo en el Suelo de Cruce de calle Piura con Av. Simón Bolívar**

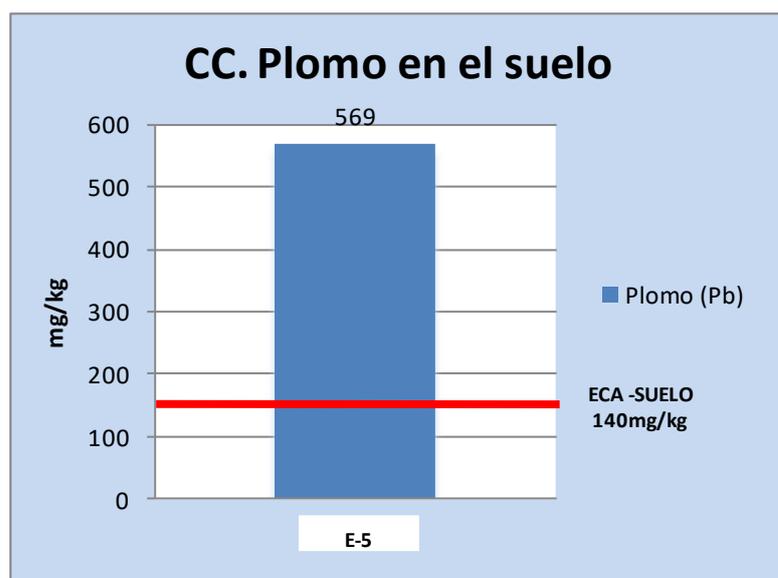
*FUENTE: propias del investigador*

En el cuadro N° 05 y grafica N° 04 se observa la concentración de plomo presente en el suelo de Cruce de calle Piura con Av. Simón Bolívar, con valores bajos a lo que establece la calidad para suelos de uso residencial. Solo en la estación 04 donde el análisis presenta 132.6 mg/kg de plomo no existiendo contaminación de plomo en el suelo debido a la lejanía con el tajo abierto Raúl Rojas.

**Cuadro N° 6**  
**Resultados obtenidos de plomo para tipo de suelo residencial**

punto de Muestreo	Parámetros de Plomo	
	Pb (mg/Kg)	ECA suelo (residencial) mg/Kg
Cruce Av. los Incas con José de San Martín	569	140

*FUENTE: Propias del investigador; D.S.002-2013 MINAM-ECA- Suelo*



**GRÁFICO N° 05**  
**Resultados de la CC. de plomo en el Suelo de Cruce Av. los Incas con José de San Martín**  
*FUENTE: propias del investigador*

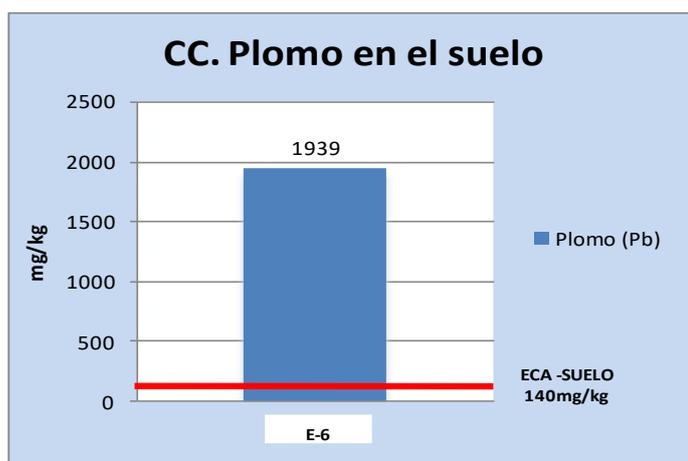
En el cuadro N° 06 y grafica N° 05 se observa la concentración de plomo presente en el suelo de Cruce Av. los Incas con José de San Martín, con valores bajos a lo que establece la calidad para suelos de uso residencial. Solo en la estación 05 donde el análisis presenta 569 mg/kg de plomo existiendo contaminación de plomo en el suelo debido que por esta zona transitan vehículos que trasladan mineral de la zona de Milpo.

**Cuadro N° 7**

**Resultados obtenidos de plomo para tipo de suelo residencial**

punto de Muestreo	Parámetros de Plomo	
	Pb (mg/Kg)	ECA suelo (residencial) mg/Kg
Av. 6 de diciembre N° 58, frente frigorífico	1939	140

*FUENTE: Propias del investigador; D.S.002-2013 MINAM-ECA- Suelo*



**GRÁFICO Nº 06**

**Resultados de la CC. de plomo en el Suelo de la Av. 6 de diciembre Nº 58, frente frigorífico**

*FUENTE: propias del investigador*

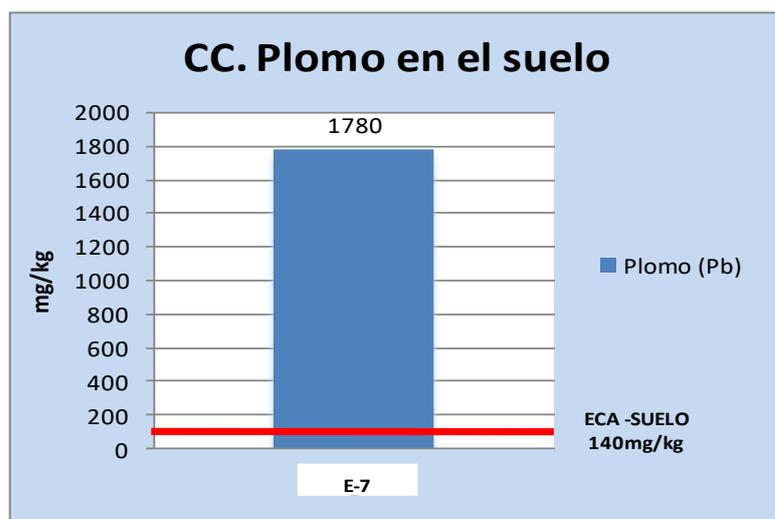
En el cuadro Nº 07 y grafica Nº 06 se observa la concentración de plomo presente en el suelo de la Av. 6 de diciembre Nº 58, frente frigorífico, con valores muy altos a lo que establece la calidad para suelos de uso residencial, en la estación 06 el análisis presenta 1939 mg/kg de plomo existiendo contaminación de plomo en el suelo debido a la cercanía del tajo abierto Raúl Rojas y el tránsito de vehículos pesados.

**Cuadro Nº 8**

**Resultados obtenidos de plomo para tipo de suelo residencial**

punto de Muestreo	Parámetros de Plomo	
	Pb (mg/Kg)	ECA suelo (residencial) mg/Kg
Av. Micaela Bastidas Nº 510	1780	140

*FUENTE: Propias del investigador; D.S.002-2013 MINAM-ECA- Suelo*



**GRÁFICO Nº 07**

**Resultados de la CC. de plomo en el Suelo de la Av. Micaela Bastidas Nº 510**

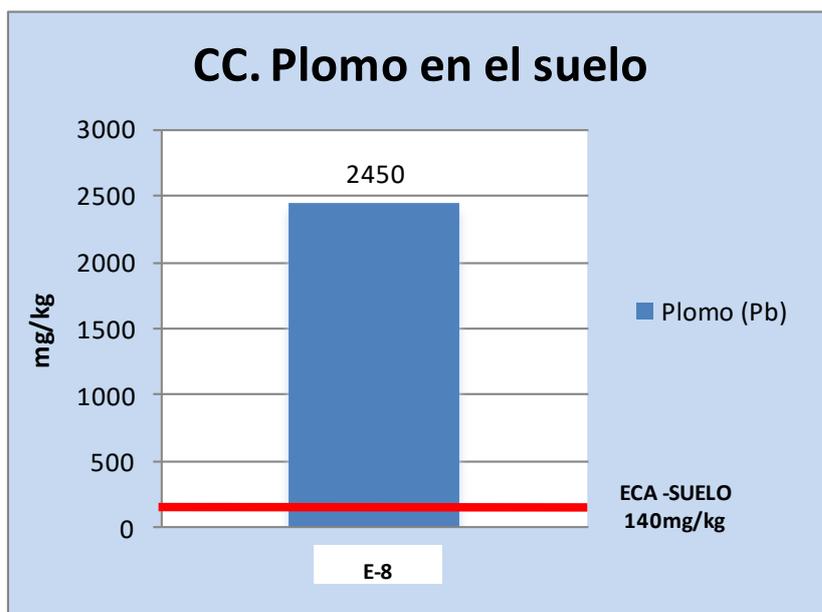
*FUENTE: propias del investigador*

En el cuadro Nº 08 y grafica Nº 07 se observa la concentración de plomo presente en el suelo de Av. Micaela Bastidas Nº 510, con valores muy altos a lo que establece la calidad para suelos de uso residencial, en la estación 07 el análisis presenta 1780 mg/kg de plomo existiendo contaminación de plomo en el suelo debido a la cercanía del botadero de desmonte de Rumiallana.

**Cuadro Nº 09**  
**Resultados obtenidos de plomo para tipo de suelo residencial**

punto de Muestreo	Parámetros de Plomo	
	Pb (mg/Kg)	ECA suelo (residencial) mg/Kg
Calle Grau s/n última casa	2450	140

*FUENTE: Propias del investigador; D.S.002-2013 MINAM-ECA- Suelo*



**GRÁFICO N° 08**

**Resultados de la CC. de plomo en el Suelo de Calle Grau s/n ultima casa**

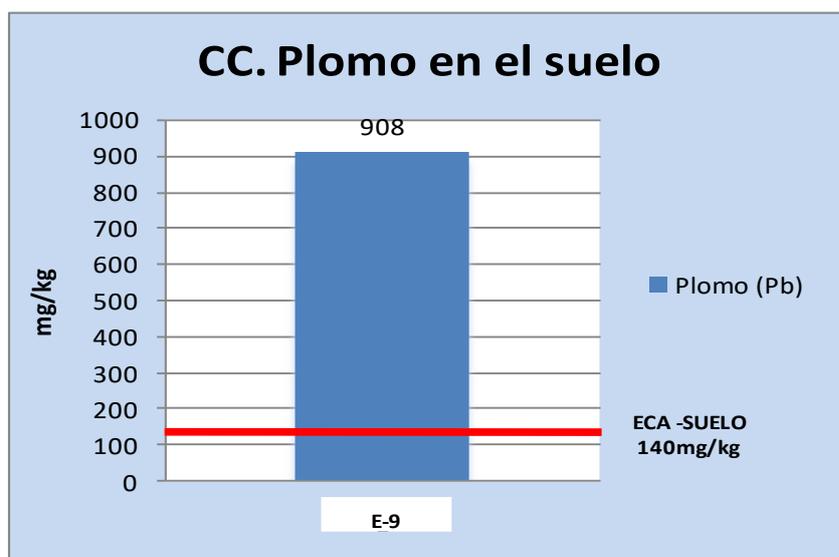
*FUENTE: propias del investigador*

En el cuadro N° 09 y grafica N° 08 se observa la concentración de plomo presente en el suelo de la Calle Grau s/n ultima casa, con valores muy altos a lo que establece la calidad para suelos de uso residencial, en la estación 08 el análisis presenta 2450 mg/kg de plomo existiendo contaminación de plomo en el suelo debido a la cercanía del tajo abierto Raúl Rojas y el tránsito de vehículos.

**Cuadro N° 10**  
**Resultados obtenidos de plomo para tipo de suelo residencial**

punto de Muestreo	Parámetros de Plomo	
	Pb (mg/Kg)	ECA suelo (residencial) mg/Kg
Av. Simón Bolívar 416	908	140

*FUENTE: Propias del investigador; D.S.002-2013 MINAM-ECA- Suelo*



**GRÁFICO Nº 09**

**Resultados de la CC. de plomo en el Suelo de Av Simón Bolívar 416**

*FUENTE: propias del investigador*

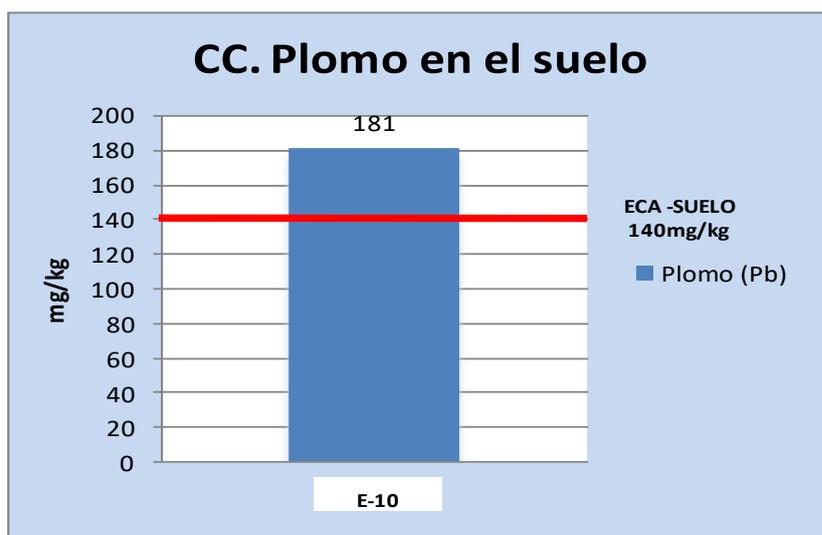
En el cuadro N° 10 y grafica N° 09 se observa la concentración de plomo presente en el suelo de la Av. Simón Bolívar 416, con valores muy altos a lo que establece la calidad para suelos de uso residencial, en la estación 09 el análisis presenta 908 mg/kg de plomo existiendo contaminación de plomo en el suelo debido a la cercanía del tajo abierto Raúl Rojas y Botadero de Rumiallana.

**Cuadro Nº 11**

**Resultados obtenidos de plomo para tipo de suelo residencial**

punto de Muestreo	Parámetros de Plomo	
	Pb (mg/Kg)	ECA suelo (residencial) mg/Kg
Calle los Abetos s/n	181	140

*FUENTE: Propias del investigador; D.S.002-2013 MINAM-ECA- Suelo*



**GRÁFICO N° 10**

**Resultados de la CC. de plomo en el Suelo de Calle los Abetos s/n**

*FUENTE: propias del investigador*

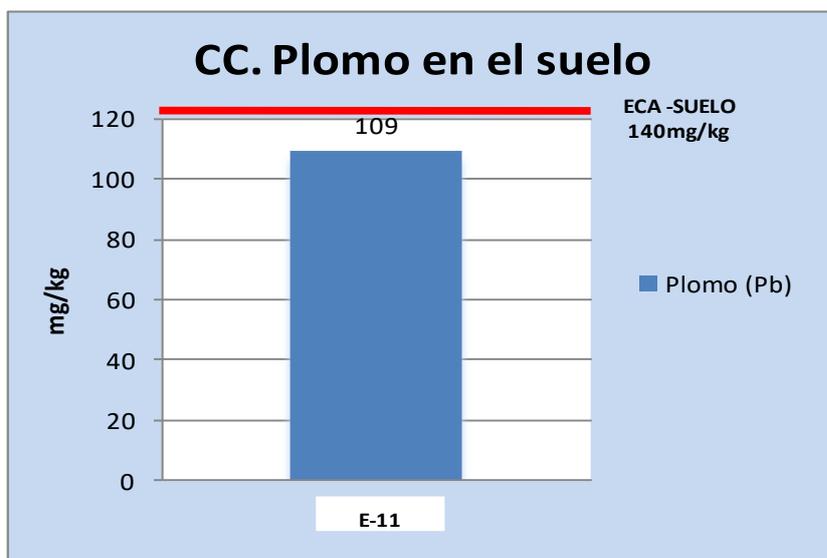
En el cuadro N° 11 y grafica N° 10 se observa la concentración de plomo presente en el suelo de Calle los Abetos s/n con valores bajos a lo que establece la calidad para suelos de uso residencial. Solo en la estación 10 donde el análisis presenta 181 mg/kg de plomo existiendo contaminación de plomo en el suelo debido a la transito de semi tráiler que trasladan mineral de la localidad de Milpo.

**Cuadro N° 12**

**Resultados obtenidos de plomo para tipo de suelo residencial**

punto de Muestreo	Parámetros de Plomo	
	Pb (mg/Kg)	ECA suelo (residencial) mg/Kg
Calle Yanahuanca s/n Sector 4 Mza18	109	140

*FUENTE: Propias del investigador; D.S.002-2013 MINAM-ECA- Suelo*



**GRÁFICO N° 011**

**Resultados de la CC. de plomo en el Suelo de Calle Yanahuanca s/n Sector 4 Mza18**

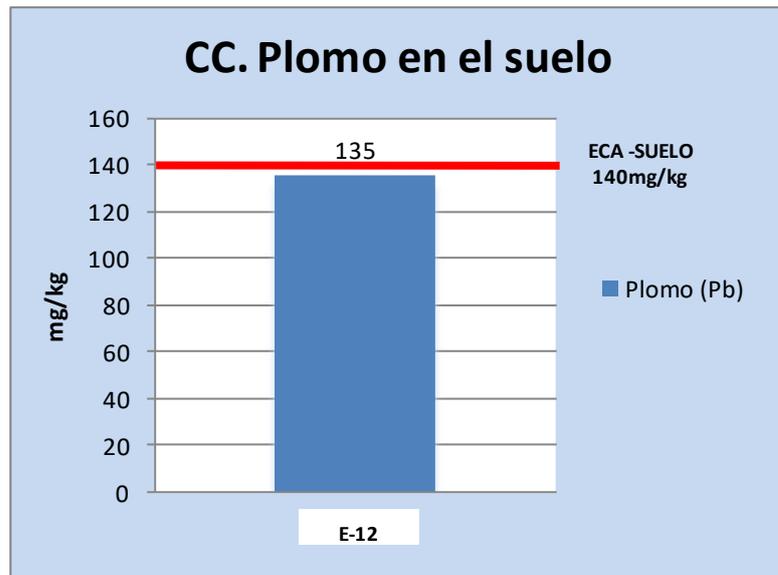
*FUENTE: propias del investigador*

En el cuadro N° 12 y grafica N° 11 se observa la concentración de plomo presente en el suelo de Calle Yanahuanca s/n Sector 4 Mza18, con valores bajos a lo que establece la calidad para suelos de uso residencial. Solo en la estación 11 donde el análisis presenta 109 mg/kg de plomo no existiendo contaminación de plomo en el suelo debido a la alejanía con el tajo abierto Raúl Rojas.

**Cuadro N° 13**  
**Resultados obtenidos de plomo para tipo de suelo residencial**

punto de Muestreo	Parámetros de Plomo	
	Pb (mg/Kg)	ECA suelo (residencial) mg/Kg
Av las Begonias Mza H Lt 5	135	140

*FUENTE: Propias del investigador; D.S.002-2013 MINAM-ECA- Suelo*



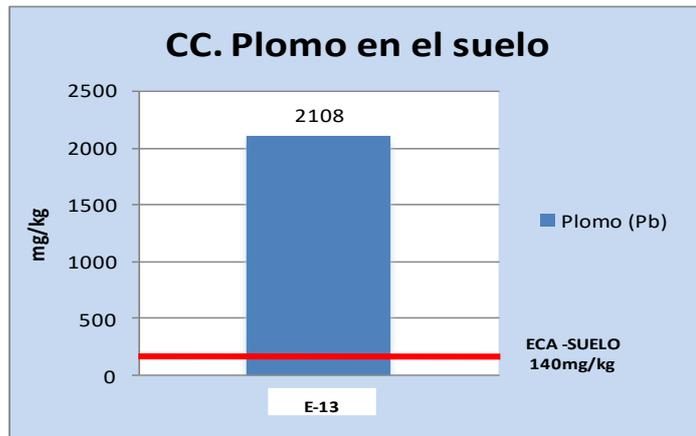
**GRÁFICO N° 12**  
**Resultados de la CC. de plomo en el Suelo de Av las Begonias Mza H Lt 5**  
*FUENTE: propias del investigador*

En el cuadro N° 13 y grafica N° 12 se observa la concentración de plomo presente en el suelo de Av las Begonias Mza H Lt 5, con valores bajos a lo que establece la calidad para suelos de uso residencial. Solo en la estación 12 donde el análisis presenta 135 mg/kg de plomo no existiendo contaminación de plomo en el suelo debido a la alejanía con el tajo abierto Raúl Rojas.

**Cuadro N° 14**  
**Resultados obtenidos de plomo para tipo de suelo residencial**

Punto de Muestreo	Parámetros de Plomo	
	Pb (mg/Kg)	ECA suelo (residencial) mg/Kg
Calle 28 de Julio, frente a Iglesia Yanacancha	<b>2108</b>	<b>140</b>

*FUENTE: Propias del investigador; D.S.002-2013 MINAM-ECA- Suelo*



**GRÁFICO N° 13**

**Resultados de la CC. de plomo en el Suelo de la Calle 28 de Julio, frente a Iglesia Yanacancha**

*FUENTE: propias del investigador*

En el cuadro N° 14 y grafica N° 13 se observa la concentración de plomo presente en la suelo de Calle 28 de Julio, frente a Iglesia Yanacancha, con valores muy altos a lo que establece la calidad para suelos de uso residencial, en la estación 13 el análisis presenta 2108 mg/kg de plomo existiendo contaminación de plomo en el suelo debido a la cercanía del tajo abierto Raúl Rojas.

**4.2. Discusión de Resultados.**

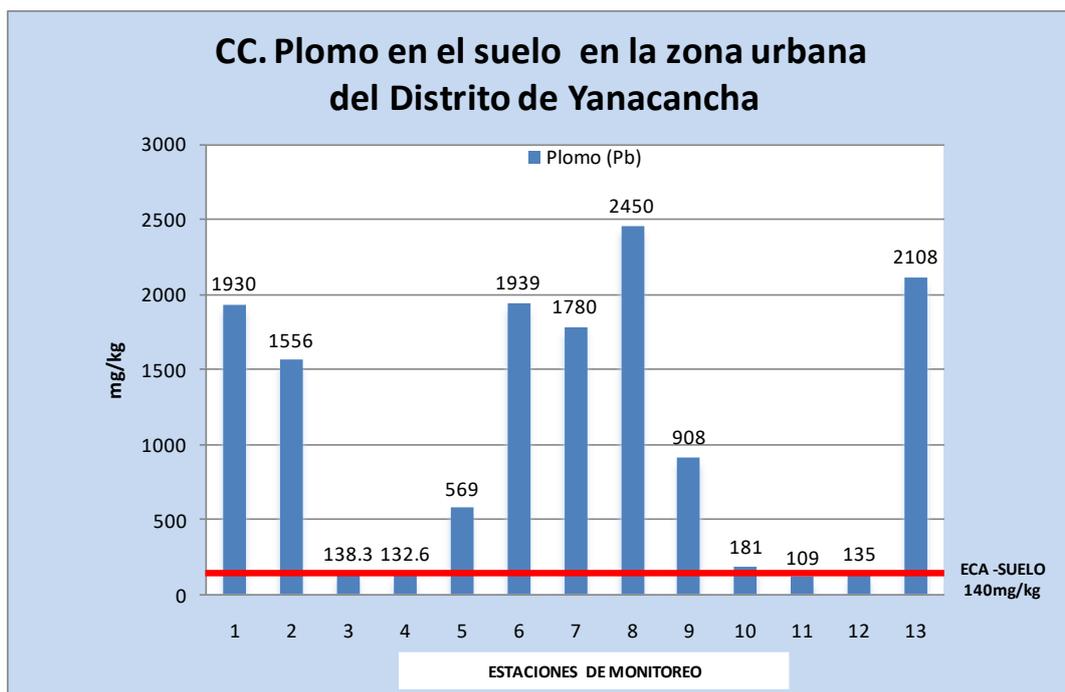
Conforme a los resultados obtenidos, en la zona urbana del distrito de Yanacancha son muy preocupantes las concentraciones de plomo en el suelo. El análisis que se observó en los suelos residenciales del contorno del tajo Raúl Rojas del botadero de Rumiallana existe la presencia de metales pesados de plomo en suelos y esto se debe principalmente a los pasivos ambientales mineros de la compañía minera Volcán SAC.

**Cuadro N° 15**

**Resultados obtenidos de la Calidad de metales de plomo obtenidos en suelos residenciales**

Código	UBICACIÓN	PARAMETROS		COORDENADAS UTM		ALTITUD (msnm)
		Pb (mg/Kg)	ECA suelo (residencial) mg/Kg	NORTE	ESTE	
E-1	Campamento 1ro de mayo	1930	140	8820186	362438	4348
E-2	Calle Los Ángeles s/n bodega frente al cementerio	1556	140	8819728	363105	4408
E-3	Cruce de Calle Huancavelica con goyllarisquizca	138.3	140	8819964	363403	4420
E-4	Cruce de calle Piura con Av. Simón Bolívar	132.6	140	8820292	363503	4408
E-5	Cruce Av los Incas con José de San Martín	569	140	8820564	363052	4373
E-6	Av. 6 de diciembre N° 58, frente frigorífico	1939	140	8820370	362549	4355
E-7	Av. Micaela Bastidas N° 510	1780	140	8824008	362240	4344
E-8	Calle Grau s/n ultima casa	2450	140	8819546	363080	4422
E-9	Av. Simón Bolívar 416	908	140	8820906	362548	4372
E-10	Calle los Abetos s/n	181	140	8820784	363173	4384
E-11	Calle Yanahuanca s/n Sector 4 Mza18	109	140	8820690	363414	4423
E-12	Av. las Begonias Mza H Lt 5	135	140	8821410	363087	4393
E-13	Calle 28 de Julio, frente a Iglesia Yanacancha	2108	140	8819832	362667	4369

Contaminando de esta manera los suelos residenciales, ocasionando daños a la salud de los niños y adultos y la biodiversidad de la zona; Por lo tanto, es de urgencia una especial atención a fin de establecer medidas correctivas de su remediación de algunos de suelos.



**GRÁFICO Nº 13**

**Resultados de la CC. de plomo en el Suelo de Yanacancha**

*FUENTE: Propias del investigador; D.S.002-2013 MINAM-ECA- Suelo*

En relación a la calidad de suelo, los valores encontrados son de preocupación para la salud de las personas en especial de los niños de la zona urbana del distrito de Yanacancha, debido que en la mayor parte de los suelos analizados existe presencia de plomo que; presentando valores mayores a la norma de referencia superando en las estaciones de monitoreo E-1, E-2, E-5, E-6, E-7, E-8, E-9, E-10, E-13 los ECAs para suelo residencial, el **plomo** presenta el valor más alto a la norma en referencia en las estaciones E-8 con (2450 mg/kg de plomo), mientras tanto el valor más bajo a la norma en referencia en las estaciones en la E-11 (109 mg/kg de plomo), a los ECAs para suelo residencial.

El suelo de la zona urbana del distrito de Yanacancha, como resultado de la actividad minera y factores ambientales como el viento y las precipitaciones están originando la erosión del suelo degradado lo está ocasionando que partículas en el suelo con contenido de plomo o mediante la conversión en sulfato de plomo, forma relativamente soluble, en la superficie del suelo de Yanacancha.

Debido a sus efectos tóxicos, puede dañar al sistema nervioso central y reducción de la inteligencia a bajas exposiciones como de provocar anemia y lesiones renales graves a exposiciones mayores

## **CONCLUSIONES**

Se llegó a las siguientes conclusiones de la investigación:

1. El suelo analizado de la zona urbana del distrito de Yanacancha en comparación a los suelos residenciales las concentraciones de plomo están por encima de los estándares más del 50 % de suelos analizados.
2. La contaminación con plomo en el suelo se debe a que durante muchos años la empresa minera ha venido explotando a cielo abierto estos minerales y debido a las condiciones climáticas estos metales se transportaron a la zona urbana.
3. Las concentraciones de plomo presentan un alto riesgo a la calidad del suelo, debido que está por encima de los ECAS suelo residencial identificándose una concentración elevada de 2450 mg/kg de plomo.
4. La concentración de los metales presentes en el suelo residencial debería ser tomados en cuenta en el distrito de Yanacancha, debido que el incremento de estos metales viene perjudicando de manera directa a la población.

## **RECOMENDACIONES**

Se llegó a las siguientes recomendaciones

1. Se recomienda hacer trabajos tratamiento de suelos residenciales en la zona urbana del distrito de Yanacancha para reducir la concentración de estos metales de plomo.
2. Se recomienda exigir al estado el cumplimiento de PAMA a la empresa minera para reducir el nivel de contaminación en el distrito de Yanacancha.
3. Se recomienda realizar monitoreos de suelo en la zona del urbana del distrito de Yanacancha para llevar un control continuo de los metales presentes en el suelo.
4. Se recomienda a la empresa realizar una minería responsable con el cierre de estos pasivos ambiental ubicados en el distrito de Yanacancha.

## BIBLIOGRAFIA

1. BECERRIL, J. M., BARRUTIA, O., GARCÍA PLAZAOLA, J.I., HERNÁNDEZ, A., OLANO, J.M y GARBISU, C. (2007). *Especies nativas de suelos contaminados por metales: Aspectos ecofisiológicos y su uso en fitorremediación*. Ecosistemas, 2007/2.
2. ABOLLINO O., ACETO M., MALANDRINO M, MENTASTI E., SARZANINI C., PETRELLA (2000b): *Heavy metals in agricultural soils from Piedmont, Italy. Distribution, speciation and chemometric data treatment*. Chemosphere, 49, 545-557
3. DOMÉNECH, X. (1995). *La Química del Suelo. El impacto de los contaminantes*, Ed. Mirahuano- Madrid.
4. Paola Andrea Durán Cuevas (2010) *Transferencia de metales de suelo a planta en áreas mineras: Ejemplos de los Andes peruanos y de la Cordillera Prelitoral Catalana tesis doctoral de la universidad de Barcelona- España*.
5. MINAM (2013): *Decreto Supremo N°002-2013-MINAM; Aprueban Estandares de Calidad (ECA) para Suelo; Ministerio del Ambiente; Lima-Perú; <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/D-S-N-002-2013-MINAM.pdf>*.
6. MINAM-PERU (2014): *Guía para el muestreo de suelos, en el marco del D.S. N°002-2013-MINAM, Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelos; Ministerio del Ambiente; Lima, Perú;*
  - a. [http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO\\_MINAM1.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.pdf)
7. Isabel Sánchez Bascones (2003) *Determinación de metales pesados en suelos de Mediana del Campo (Valladolid): contenidos extraíbles, niveles fondos y de referencia tesis doctoral de la universidad Valladolid- España*
8. GIL, C., RAMOS-MIRAS. y J., BOLUDA, R. 2002. *Niveles estándar de Cu, Zn y Co y evaluación de la contaminación en los suelos de los invernaderos de la comarca del poniente (Almería-España)*. Edafología 9 (3) pp. 283-294.
9. ZHOU, Q.X. y SONG, Y.F. (2004). *Principles and Methods of Contaminated Soil Remediation*. Science Press, Beijing, China.
10. GARCÍA, I. y DORRONSORO, C. (2005). *Contaminación por metales pesados*. En: *Tecnología de Suelos*. Universidad de Granada. Departamento de Edafología y Química Agrícola. <http://edafologia.ugr.es/conta/tema15/introd.HTML>
11. CAMPOS FERNANDEZ-FIGARES E. (1997): *Estudio de la contaminación y fraccionamiento químico de metales pesados en suelos de la Vega de Granada*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
12. PARDO R., SANCHEZ M.I., VAZQUEZ M.D., SANCHEZ J. (1987b): *Determinación de metales pesados en suelos*. X Reunión grupo de Electroquímica R. S. E. De Química. San Sebastián (España).

# **ANEXOS**

**ANEXO 01:  
MATRIZ DE CONSISTENCIA  
TITULO: “EVALUACION DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SUELO RELACIONADO A LA CONCENTRACION DE METALES  
PRESENTES AL CONTORNO DEL LAGO CHINCHAYCOCHA”**

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL:	VARIABLES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	DISEÑO METODOLÓGICO
¿Cuáles son los niveles de concentración de plomo relacionado con los ECA-Suelo en la zona urbana del distrito de Yanacancha?	Determinar los niveles de concentración de plomo relacionado con los ECA-Suelo en la zona urbana del distrito de Yanacancha.	Los niveles de concentración de plomo en la zona urbana del distrito de Yanacancha tienen relación con los ECA-Suelo.	<b>Variable Independiente</b> ECA- suelo	<b>Técnicas</b> monitoreo (campo). Mediciones (gabinete).	De acuerdo a la naturaleza de nuestra temática de investigación el estudio es de <b>tipo descriptivo</b> .
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECIFICA:</b>	<b>Variable dependiente:</b> Análisis del suelo de la zona urbana del distrito de Yanacancha.	<b>Instrumentos</b> ✓ GPS ✓ Cámara fotográfica ✓ Imágenes Satélite ✓ Equipo de absorción atómica	Se emplearon los métodos de análisis de laboratorios y el <b>Diseño de investigación</b> es no experimental.
¿Cuánto es el nivel de concentración de plomo en el suelo de la zona urbana del distrito de Yanacancha?	Analizar el nivel de concentración de plomo en el suelo de la zona urbana del distrito de Yanacancha.	Los niveles de concentración de plomo repercutiendo en la calidad en el suelo de la zona urbana del distrito de Yanacancha.			
¿Están los niveles de concentración de plomo dentro de los estándares de calidad ambiental para suelo en la zona urbana del distrito de Yanacancha?	Evaluar los niveles de concentración de plomo con los estándares de calidad ambiental para suelo en la zona urbana del distrito de Yanacancha.	Los niveles de concentración de plomo en el suelo se adhieren a las normas que establece el ministerio del ambiente referidos a suelos residenciales			

**ANEXO 02:**  
**REGISTRO DE NORMAS LEGALES**

**ANEXO II**  
**DECRETO SUPREMO N°002-2013-MINAM**  
**ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL SUELO**

N°	Parámetros	Usos del Suelo			Método de ensayo
		Suelo Agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivos	
<b>I Orgánicos</b>					
1	Benceno (mg/kg MS)	0,03	0,03	0,03	EPA 8260-B EPA 8021-B
2	Tolueno (mg/kg MS)	0,37	0,37	0,37	EPA 8260-B EPA 8021-B
3	Etilbenceno (mg/kg MS)	0,082	0,082	0,082	EPA 8260-B EPA 8021-B
4	Xileno (mg/kg MS)	11	11	11	EPA 8260-B EPA 8021-B
5	Naftaleno (mg/kg MS)	0,1	0,6	22	EPA 8260-B
6	Fracción de hidrocarburos F1 (C5-C10) (mg/kg MS)	200	200	500	EPA 8015-B
7	Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28) (mg/kg MS)	1 200	1 200	5 000	EPA 8015-M
8	Fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40) (mg/kg MS)	3 000	3 000	6 000	EPA 8015-D
9	Benzo(a) pireno (mg/kg MS)	0,1	0,7	0,7	EPA 8270-D
10	Bifenilos policlorados - PCB (mg/kg MS)	0,5	1,3	33	EPA 8270-D
11	Aldrin (mg/kg MS) <sup>(1)</sup>	2	4	10	EPA 8270-D
12	Endrin (mg/kg MS) <sup>(1)</sup>	0,01	0,01	0,01	EPA 8270-D
13	DDT (mg/kg MS) <sup>(1)</sup>	0,7	0,7	12	EPA 8270-D
14	Heptacloro (mg/kg MS) <sup>(1)</sup>	0,01	0,01	0,01	EPA 8270-D
<b>II Inorgánicos</b>					
15	Cianuro libre (mg/kg MS)	0,9	0,9	8	EPA 9013-A/APHA-AWWA-WEF 4500 CN F
16	Arsénico total (mg/kg MS) <sup>(2)</sup>	50	50	140	EPA 3050-B EPA 3051
17	Bario total (mg/kg MS) <sup>(2)</sup>	750	500	2 000	EPA 3050-B EPA 3051
18	Cádmio total (mg/kg MS) <sup>(2)</sup>	1,4	10	22	EPA 3050-B EPA 3051
19	Cromo VI (mg/kg MS)	0,4	0,4	1,4	DIN 19734
20	Mercurio total (mg/kg MS) <sup>(2)</sup>	6,6	6,6	24	EPA 7471-B
21	Plomo total (mg/kg MS) <sup>(2)</sup>	70	140	1 200	EPA 3050-B EPA 3051

**EPA:** Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos)

**DIN:** German Institute for Standardization

**MS:** materia seca a 105 C°, excepto para compuestos orgánicos y mercurio no debe exceder 40 °C, para cianuro libre se debe realizar el secado de muestra fresca en una estufa a menos de 10 °C por 4 días. Luego de secada la muestra debe ser tamizada con malla de 2 mm. Para el análisis se emplea la muestra tamizada < 2mm.

**ANEXO 03:**  
**REGISTRO FOTOGRAFICO**



Foto N° 1. Vista de rutina diaria de los pobladores de la zona urbana del distrito de Yanacancha



Foto N° 2. Toma de las muestra del suelo de la zona urbana del distrito de Yanacancha



Foto N° 3. Excavación de hoyos de 30 cm para la toma de muestra de suelo

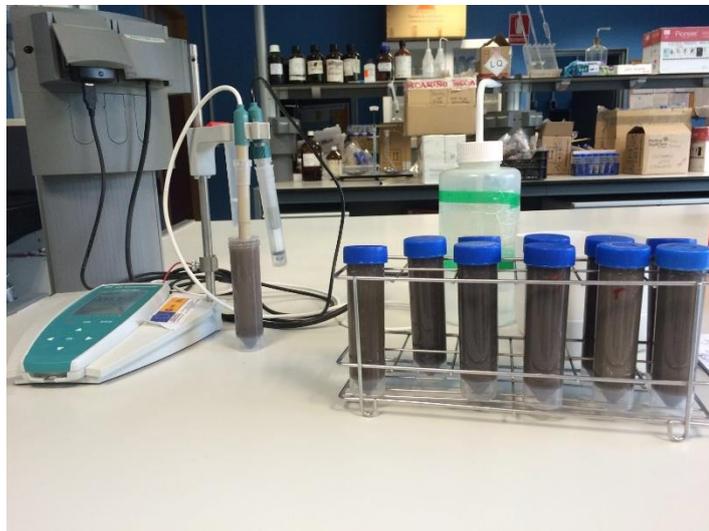


Foto N° 4. Análisis de los suelos en un laboratorio autorizado