



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Aplicación de radiación microondas para remediar suelos contaminados por plomo de una fábrica nacional de acumuladores, Independencia 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Br. Romero Olórtegui, Edwin Hernán (ORCID: 0000-0003-3604-1747)

Br. Rubio Jara, María Anali (ORCID: 0000-0001-7532-3531)

ASESORA:

Mgtr. Maria Paulina Aliaga Martinez (ORCID: 0000-0003-2767-4825)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA – PERÚ
2019

Dedicatoria:

Se lo dedicamos a Dios por brindarnos la sabiduría y fortaleza necesaria para afrontar cualquier tropiezo. A nuestros padres por inculcarnos valores y formar personas de bien. A nuestros hermanos por el apoyo incondicional y amigos por permitir que la vida universitaria sea una de las experiencias más especiales.

Agradecimiento:

Agradecemos a nuestra Alma Mater la Universidad Cesar Vallejo por formarnos como buenos profesionales y facilitarnos sus laboratorios para el desarrollo de nuestra tesis. A nuestra Asesora Mgtr. María Paulina Aliaga Martínez por guiarnos con rectitud y paciencia en esta investigación, compartiéndonos sus experiencias y conocimientos. A nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por sus enseñanzas a lo largo de nuestra formación profesional.

Índice

Caratula	i
Dedicatoria:	ii
Agradecimiento:	iii
Índice	vi
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Índice de anexos	ix
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	18
2.1 Tipo de investigación:.....	18
2.1.1 El tipo de investigación	18
2.1.2 Diseño de investigación	18
2.2 Variables, Operacionalización.....	18
2.2.1 Variables	18
2.2.2 Matriz Operacionalización de las variables	19
2.3 Población y muestra	20
2.3.1 Población	20
2.3.2 Muestra	20
2.3.3 Unidad de análisis	20
2.3.4 Muestreo	20
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	20
2.4.1 Técnica	20
2.4.2 Instrumento de recolección de datos	21
2.4.3 Validez	21
2.4.4 Confiabilidad	22
2.5 Métodos de análisis de datos	22
2.6 Materiales y equipos	22
2.7 Aspectos éticos	23
2.8 Procedimiento.....	24

III. RESULTADOS.....	27
IV. DISCUSIÓN	35
V. CONCLUSIONES	36
VI. RECOMENDACIONES	37
VII. REFERENCIAS	38
Anexos.....	43

Índice de tablas

Tabla 1: Estándares de Calidad Ambiental del Perú para Suelos-----	16
Tabla 2: Matriz Operacionalización de variables -----	19
Tabla 3: Validación de los instrumentos de medición-----	22
Tabla 4: Materiales y equipos-----	24
Tabla 5: Características de CH ₃ COOH -----	25
Tabla 6: Características de EDTA-----	25
Tabla 7: Distribución por tratamiento -----	26
Tabla 8: Concentración inicial de plomo en las 3 muestras de suelo obtenidas en la -----	27
Tabla 9: Resultados iniciales de humedad en las 3 muestras de suelo obtenidas en la fábrica de acumuladores -----	28
Tabla 10: Resultados iniciales de pH en las 3 muestras de suelo obtenidas en la fábrica de acumuladores -----	28
Tabla 11: Resultados iniciales de CE en las 3 muestras de suelo obtenidas en la fábrica de acumuladores -----	29
Tabla 12: Concentración final en las 3 muestras de suelo obtenidas en la fábrica de acumuladores. -----	30
Tabla 13: Resultados finales de humedad en las 3 muestras de suelo obtenidos en la fábrica de acumuladores -----	31
Tabla 14: Resultados finales de pH en las muestras 3 de suelo obtenidas en la fábrica de acumuladores. -----	32
Tabla 15: Resultados finales de CE en las muestras 3 de suelo obtenidas en la fábrica de acumuladores -----	33
Tabla 16: Anova para el plomo por tratamiento -----	34
Tabla 17: Comparación múltiple (TUKEY) -----	34

Índice de figuras

Figura 1: Tratamientos físico-químicos contra metales-----	10
Figura 2: Técnica de extracción del agua. -----	12
Figura 3: Espectro Electromagnético. Fuente: Fernández (2010)-----	13
Figura 4: Montaje extracción asistida por microondas-----	14
Figura 5: Esquema del procedimiento para el tratamiento de los metales pesados-----	24
Figura 6: Concentración inicial de plomo-----	27

Índice de anexos

Anexo 1: Ficha de recolección de datos en campo. -----	43
Anexo 2: Ficha extracción de plomo asistida por radiación microondas -----	44
Anexo 3: Ficha de validación de instrumento recolección de datos en campo.-----	45
Anexo 4: Ficha de validación de instrumento recolección de datos en campo -----	46
Anexo 5: Ficha de validación de instrumento recolección de datos en campo -----	47
Anexo 6: Ficha de validación de instrumento de extracción de plomo asistido por radiación microondas-----	48
Anexo 7: Ficha de validación de instrumento de extracción de plomo asistido por radiación microondas. -----	49
Anexo 8: Ficha de validación de instrumento de extracción de plomo asistido por radiación microondas. -----	50
Anexo 9: Punto de muestreo-----	51
Anexo 10: Matriz de Consistencia -----	52
Anexo 11: Resultados de los análisis de las muestras (conductividad eléctrica y Pb). -----	53
Anexo 12: Resultados de los análisis de las muestras (concentración de plomo). -----	54
Anexo 13: Reporte de similitud con el programa turniting -----	55
Anexo 14: Muestreo Inicial de suelo contaminado por plomo. -----	56
Anexo 15: Adaptación de instrumentos de laboratorio en el microondas para la extracción de plomo -----	56
Anexo 16: Peso de las muestras para realizar el tratamiento -----	57
Anexo 17: Proceso de medición de pH y CE en el laboratorio-----	58
Anexo 18: Mezclado de muestras de suelo más disolventes-----	59
Anexo 19: Proceso de filtración -----	59
Anexo 20: Muestras post tratamiento -----	60

Resumen

La aplicación de radiación microondas es una novedosa técnica que sirve para extraer metales pesados en suelos contaminados. El objetivo de la investigación fue evaluar la aplicación de la radiación microondas en suelos contaminados por plomo para su remediación. La investigación fue de tipo aplicada, con un diseño experimental y de enfoque cuantitativo, su población fue representada por una parcela de 30 m², de una fábrica de acumuladores, en el distrito de Independencia y la muestra fue de 0.500kg. Para la evaluación de los indicadores se tomó como instrumentos: Ficha de recolección de datos en campo y extracción de plomo asistida por radiación microondas. Para la remediación de suelos contaminados por plomo se empleó el método de radiación microondas, mezclándose el suelo contaminado con el disolvente (EDTA, ácido acético), puestos dentro del microondas a una temperatura de 40°C y una potencia de 160W, en tiempos de 2, 6 y 10 minutos. Los resultados obtenidos en el tratamiento con el disolvente EDTA en el tiempo de 10 minutos para la muestra 1(M1) presentó una concentración de 279 mg/kg, lo que significa que se removió 586 mg/kg con respecto a la muestra inicial y presenta una remoción de 67.75%. Finalmente se determinó la validez del método de extracción asistida por microondas (MAE) como método apto para la descontaminación de suelos contaminados por metales pesados. Se logró comprobar que este método tiene un rendimiento del 60 % (promedio) en la extracción de plomo, por ello la efectividad del método quedó constatada.

Palabras claves: Radiación, microondas, disolvente, plomo.

Abstract

The application of microwave radiation is a novel technique used to extract heavy metals from contaminated soils. The objective of the research was to evaluate the application of microwave radiation in soils contaminated by lead for remediation. The investigation was of applied type, with an experimental design and quantitative approach, its population was represented by a plot of 30 m², next to the factory of accumulators, in the district of Independencia and the sample was of 0.500kg. For the evaluation of the indicators was taken as instruments: Data collection sheet in the field and lead extraction assisted by microwave radiation. For the remediation of soils contaminated by lead the method of microwave radiation was used, mixing the soil contaminated with the solvent (EDTA, acetic acid), placed inside the microwave at a temperature of 40°C and a power of 160W, in times of 2, 6 and 10 minutes. The results obtained in the treatment with EDTA solvent in 10 minutes time for sample 1(M1) showed a concentration of 279 mg/kg, which means that 586 mg/kg was removed with respect to the initial sample and presents a removal of 67.75%. Finally, the validity of the microwave-assisted extraction (MAE) method was determined as a suitable method for the decontamination of soils contaminated by heavy metals. It was proved that this method has a yield of 60% (average) in the extraction of lead, so the effectiveness of the method was confirmed.

Keywords: Radiation, microwave, solvent, lead.

I. INTRODUCCIÓN

El mundo ha sufrido grandes consecuencias de actividades humanas sin control, siendo el suelo uno de los recursos más perjudicados. Las concentraciones de plomo en el suelo mayores a 70 mg/kg resultan dañina para el ser humano y para todo el ecosistema.

El suelo constituye el hábitat para muchas especies, es el soporte para el crecimiento de la vegetación y sirve como plataforma para el desarrollo humano, es por ello que se motiva la conciencia mundial sobre establecer medidas ambientales para su protección. De acuerdo a lo expuesto por García (2018), la contaminación de suelo por plomo origina la pérdida parcial o total del rendimiento del suelo y asimismo debilita la fuerza natural de este recurso.

En el Perú se tiene una concentración progresiva de plomo en los suelos, ya que el desarrollo de la industria, la minería y la agricultura contaminan cada vez más este recurso. Esta contaminación se origina con el uso de pesticidas, mediante la filtración de rellenos sanitarios o de acumulación directa de residuos industriales (Ortiz et al 2007).

Según la Organización Mundial de la Salud (2019), el consumo es del 75 % de plomo que compete a la fabricación de baterías de plomo ácido para vehículos de motor y el 25% se usa en pinturas, material de soldadura, municiones, tuberías, artículos de joyería entre otros.

Por consiguiente, en esta tesis se buscó remediar los suelos contaminados por plomo con el uso de disolventes, aplicando radiación microondas, una novedosa técnica que busca la eliminación de metales pesados, es de fácil aplicación, segura a largo plazo, económicamente efectiva y requiere cortos periodos de tiempo.

El desarrollo de este proyecto de investigación se inició con la verificación de los diferentes trabajos que guardan relación, dentro de ellos destacan: GARCIA, Darío (2018), Donde se tuvo la aprobación de usar el método de extracción mediante el microondas para la restauración de suelos que están contaminados con metales pesados. Los resultados conseguidos fueron viables, ya que en esta técnica se logró extraer grandes cantidades de Cu, se pudo notar que este metal tuvo una preferencia por el AEDT como disolvente. De igual modo, comparado con otros métodos, lo que significó que este método es más efectivo para extraer el cobre de suelos contaminados. Se llegó a la conclusión, tras haber realizado 40 pruebas, de que la técnica es efectiva para la extracción metálica del suelo ya que la mayoría de las veces daba una productividad aproximado de 100% en la extracción de cobre.

GONZALES, Jaime (2017), estudió la eficiencia de los métodos de extracción asistida tanto por ultrasonidos como microondas en la descontaminación de suelos que contienen hidrocarburos. El resultado obtenido entre los disolventes explicados, es que el hexano resultó ser el mejor disolvente para esta técnica de extracción. En cuanto a la efectividad, se podría confirmar que los tres métodos obtuvieron resultados similares, en alrededor del 80%. Se llegó a la conclusión, que la técnica de extracción por ultrasonidos, el tiempo es determinante en el rendimiento. Por lo tanto, el tiempo y la potencia son variables que afectan el rendimiento de estos proyectos.

DENGSHENG, M; ZHANG, S y XIRUI, Q (2017), estudió las estrategias para obtener mayor rendimiento en el método de microondas para la contaminación de suelos. El resultado obtenido fue que una muestra da mayor tasa de amortización, después de durar 30 minutos a 1300 grados Celsius a través de microondas. Por lo tanto, esto proporciona una base experimental en el tratamiento de suelos contaminados por tecnología de microondas. Se llegó a la conclusión, que la mejor tecnología de proceso de purificación del suelo fue creada combinando ortogonales diseños experimentales con el método microondas.

FALCIGLIA, P y MALARBI, D. et al. (2017), estudió la capacidad de eliminación de Mercurio por medio del tratamiento de calentamiento por microondas (MWH) para la remediación de sedimentos marinos. Se obtuvo como resultado una eliminación de Hg muy alta de ~99% para el tratamiento que incluye la adición simultánea de agente surfactante, en un tiempo de irradiación de 7 minutos. Se concluyó que los datos cinéticos son adecuados para una evaluación preliminar de la efectividad de las actividades de limpieza, y como base para estudios de escalamiento de calentamiento por microondas de sedimentos contaminados con Mercurio.

FALCIGLIA, P; GUIDIB, C; CATALFOB, A y VAGLIASINDI, F (2017), tuvo como objetivo aplicar un tratamiento de MWH a escala de banco de suelos contaminados con HAP. Como resultado obtuvieron que el MWH para la eliminación de HAP del suelo contaminado es eficiente, se observó a rango de efectividad entre 70% a 100%. Se llegó a la conclusión que la eliminación de las sustancias contaminantes podría deberse a cuatro efectos diferentes: vaporización térmica; ruptura de enlaces moleculares; vaporización por

calentamiento selectivo.

LOMAS, Leticia, AZCUE, Luis, NEGRÓN, Guillermo, FLORES, Jorge y CLÉMENT, Rene (2000), se estudió las reacciones orgánicas a través de radiaciones microondas, así como hidrólisis esterificación, fueron altamente estudiadas pero en química inorgánica, se prefirió en polímeros. Los resultados que se tuvo fueron que en las mediciones del inverso de la susceptibilidad magnética (χ^{-1}) en función de la temperatura T(K) de la fase mixta muestran un comportamiento anti ferromagnético a bajas temperaturas, en las temperaturas de Néel de $\sim 90\text{K}$. Se concluye que los productos obtenidos por intercalación de la fase mixta $\text{Fe}_{0.86}\text{Mn}_{0.18}\text{PS}_3$ con clorhidrato de piridina, que se realiza utilizando la radiación de microondas presentan menor cristalinidad que los preparados por el método tradicional de intercambio de iones.

ZEGADA, Vanesa (2015), su objetivo fue comparar dos métodos de extracción de pectina a partir de los residuos de cáscara de naranja: el método por hidrólisis ácida convencional y el método de extracción por hidrólisis ácida asistida por microondas (HMO). Los resultados que obtuvieron, fue que se establecieron los siguientes valores óptimos para la operación de hidrólisis mediante ambos métodos, dentro de los rangos analizados: 2,17 para el pH y 18:1 para la proporción de solvente: materia prima (mL:g). Se logró concluir que aplicando este método se pretende generar un ahorro de energía y tiempo en el proceso de producción de pectina.

PRIETO, Judith, GONZÁLES, César, ROMÁN, Alma y Prieto, Francisco (2009), tienen como objetivo identificar los niveles altos de metales pesados como de Pb, Ni, Cd y Mg, que se encuentran en los suelos y en las aguas negras, que se vienen utilizando para el riego agrícola. El resultado fue que pueden tener graves problemas por su acumulación en los suelos del sector agrícola, se utilizó la sensibilidad de las plantas pero también sirvió como acumuladora e indicador para establecer la presencia de algún metal pesado. La relación de las características físicoquímica de los suelos y la fitotoxicidad por metales fue lo que más se estudió y se concluyó las industrias en general están teniendo mayor interés de mejoras mediante lineamientos básicos de gestión y manejo ambiental de los cultivos.

CALA, Victoria, KUNIMINE, Yukihiro (2017), su objetivo fue calcular los niveles de concentración de Pb, Cd, Cu, Ni y Zn, así como la distribución de Pb en suelos en un área adyacente a una planta de reciclaje de baterías ácidas en Madrid. Los resultados fueron que las concentraciones totales de Pb y Cd en los suelos se redujeron con la distancia a la planta (5906 a 171 mg Pb / kg de suelo y 11.0 a 1.58 mg Cd / kg de suelo) en muestras tomadas de 40 a 400 m. Respecto a la planta de reciclaje. Llegaron a concluir que la extracción química secuencial mostró, que en estos suelos el plomo aparece en fracciones no residuales, que representan más del 96% del contenido total en los suelos más contaminados.

COVARRUBIAS, Sergio y PEÑA, Juan (2017), tiene como objetivo identificar estrategias accesibles para la contaminación por metales pesados. Los resultados fueron promisorios cuando se emplearon los tratamientos, como el uso de hongos micorrízicos arbusculares específicamente del género identificado como *Glomus*. En conclusión, se identificó una estrategia de mejorar el proceso de fitoextracción de metales mediante la inoculación de microorganismos del suelo. Teniéndose las bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Agrobacterium*, *Arthrobacter*, *Curtobacterium*, *Rhodococcus*, *Microbacterium* y *Rhizobium*.

FALCIGLIA, P y GUIDI, D. et al. (2016), se aplicó un tratamiento para el suelos que se encuentran contaminados por hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y nitro-HAP (N-PAH) por medio del calentamiento por microondas (MW). Los resultados demostraron que la polaridad y otras propiedades de los contaminantes, influyen considerablemente en la temperatura máxima alcanzable durante los procesos de calentamiento y la cinética de eliminación de contaminantes. Los autores concluyen que el mecanismo de eliminación de PAH / N- PAH podría ser de ayuda para mejorar el desarrollo de nuevas tecnologías de remediación basadas en radiación por microondas para suelos contaminados con HAP y sus derivados.

ZHANG, S y DING, Y. et al. (2016), aprovechó la tecnología de sinterización por microondas para vitrificar los desechos del suelo contaminados con radiación e inmovilizar el radionúclido. Los resultados fueron que el suelo contaminado radiactivo fue sinterizado por microondas y procesos convencionales ya que las muestras sinterizadas

convencionalmente a una temperatura más alta (1500° C) durante el tiempo más largo (2 h) fueron menos densas que las muestras sinterizadas en microondas. Se concluye que la sinterización por microondas a baja temperatura (1300° C) durante un corto tiempo (30 min) produce formas de residuos de vidrio.

ABDELGWAD, A y SAID, T (2016), investigó la conducta del suelo arenoso contaminado por aceite lubricante a una frecuencia de microondas. Los resultados indicaron que el potencial técnico de la tecnología de microondas para la inspección remota y rápida de la contaminación del suelo. Se llegó a la conclusión que un suelo arenoso contaminado y no contaminado preparado artificialmente se miden en un amplio rango de frecuencia de microondas usando el analizador vectorial de redes microondas.

LI, J y XUE, Q. et al. (2015), aplicó el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y el lavado con microondas para la eliminación de Cr (VI) de suelo contaminado. Sus resultados obtenidos mostraron un aumento en los porcentajes de eliminación de Cr (VI) al agregar ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y luego someterlo a radiación microondas (900 W, 5 minutos). Las conclusiones fueron, la cantidad final de Cr en el suelo, fue menor del permitido en China para un área de exposición. Por otro lado, se redujo el tiempo de eliminación para obtener la misma eficiencia, de 8 horas a 5 minutos.

WANG, L y YUAN, X. et al. (2014), tuvo como objetivo un proceso de liberación de metales pesados del sedimento tratado con oxidación con peróxido de hidrógeno asistida por microondas (MW- H₂O₂), para eso se recogieron sedimentos dragados del río Xiawan en la provincia de Hunan, China. Como resultados obtuvieron que la eficiencia de liberación de Cu y Pb aumentó considerablemente al aumentar la temperatura del microondas de 25° C a 85° C y el tiempo de microondas de 0 min a 6 min. Se concluyó que los metales en el sedimento tienen una mayor estabilidad y un menor riesgo para el medio ambiente luego de ser sometidos al proceso de oxidación de peróxido de hidrógeno asistido por microondas.

RODRÍGUEZ, Carlos y HEREDIA, Wendy (2013), esta tesis tuvieron como objetivo principal, optimizar y establecer una técnica de extracción de hidrocarburos en suelo usando extracción asistida por microondas y realizando la detección de los analitos por espectrofotometría de infrarrojo. Los resultados fueron de los parámetros de validez, como

la linealidad de las curvas de calibración $R^2 > 0.99$; rango de trabajo 100 – 7500 mg/ kg; límite de detección 25 mg/ kg ; límite de cuantificación 100 mg/ kg ;precisión de repetibilidad C.V <10% precisión de reproductibilidad C.V <10% . Se concluyó que, empleando la técnica de extracción asistida por microondas, permitió establecer una técnica eficiente tanto en la etapa de preparación de la muestra y extracción de los analitos, como también en la cuantificación de los mismos.

MARTINEZ, Aristides (2001), evaluó la remoción de hidrocarburos que contaminan un suelo intemperizado al utilizar la técnica de electroremediación. Los resultados que obtuvieron fueron, cuando el tratamiento después de reposar el suelo 24hrs con agua destilada, la distribución de pH se hace estable a lo largo (distancia del ánodo) y ancho (segmento) de la celda después de las 6 horas. En el suelo reposado con sulfato de amonio, es muy notorio el aumento progresivo de pH después de 6 horas, estas diferencias deben de influir notablemente en la electroremediación. En conclusión, la electroremediación es un proceso relativamente fácil, pero el análisis de su comportamiento nos lleva a explorar un mundo de posibilidades.

NEGRON, Guillermo, et. al (2000), demostró la aplicación de radiación de microondas en la síntesis de sólidos con este tipo de estructura resulta atractiva ya que los tiempos de reacción son más cortos y en muchos de los casos la cristalinidad de los materiales preparados por este método es conservada. En sus resultados se determinaron los parámetros de red a y c de la celda unitaria de las hidrotalcitas $Mg-Al-CO_3$ obtenidas por radiación de microondas a partir de las reflexiones (110) y (006), respectivamente, utilizando α -alúmina como patrón interno. Su conclusión fue que los espectros de infrarrojo y de los análisis de rayos X, se demostró que los compuestos preparados por el método convencional y el de microondas poseen estructura laminar tipo hidrotalcita.

DE LA ROSA, David, et. al (2007), aplicó la tecnología de electroremediación para la restauración de suelos contaminados con compuestos inorgánicos y orgánicos, esta investigación contiene un fundamento técnico de los mecanismos para la remoción del contaminante y los factores principales que influyen en el proceso. En los resultados se obtuvo como factor importante el pH; el cual estuvo cambiando esto origina reacciones de los metales con algunas sustancias que se encuentran en el estado normal del suelo; este es

un factor que regula la dispersión de los contaminantes en el proceso de electroremediación, además dependerá de las características del suelo, el tipo de contaminante y la técnica utilizada. Se concluyó que esta tecnología tiene un gran potencial para recuperar diversos tipos de suelos contaminados en diferentes concentraciones de los compuestos orgánicos e inorgánicos.

PRADO, Jesús y MORAN, Emilio (2011), utilizó la radiación microondas para la síntesis de sólidos inorgánicos. En sus resultados, se muestran diferentes rutas de síntesis para la radiación microondas: estado sólido con un microondas doméstico (NiO, LaMO₃, TRCr O₃), síntesis solvotermal empleando un aparato más sofisticado (γ -AlOOH, BiFe O₃). También se describen casos en los que se combina sol-gel o combustión con microondas. Se logró concluir, La interacción de la materia con la radiación microondas, y las diferencias existentes en el calentamiento microondas respecto al convencional, tal y como se ha detallado en el presente trabajo, permiten la síntesis de numerosos materiales en tiempos entre 10 y 1.000 veces inferiores a los necesarios cuando se realiza la síntesis a través del método convencional.

PUERTAS, Miguel; RÍOS, Yersica y ROJANO, Benjamín (2013), tuvo como objetivo comparar el contenido de antocianinas del pericarpio del fruto de frijol de diferentes variedades con respecto al método de extracción, en el cual se analizó la piel del fruto de frijol deshidratado y macerada la que fue sometida a extracciones sólido - líquido y a su vez fue sometida al microondas con metanol acidulado. Los resultados que obtuvieron son, que los extractos presentaron un contenido de antocianinas entre 8,33 y 25,5 mg cianidin-3-glucósido/L, sin embargo, el efecto de protección antioxidante resultó similar entre ellos y comparable con el de las sustancias de referencia. Se concluyó que, la técnica de extracción asistida por microondas (MAE) mostró una mayor eficiencia respecto a la convencional, ya que disminuyó notoriamente la cantidad del solvente, de muestra empleada y los tiempos de extracción.

BORJA, M; OSCA, J; JORDA, C; MARZAL, A (2003), realizó estudios de los efectos térmicos sobre semillas de malas hierbas en suelos típicos de huerta irradiados asistida con microondas por su superficie. Los resultados obtenidos fueron, un tratamiento previo en un horno microondas doméstico usando 660 vatios de potencia. Con este horno de laboratorio

se han investigado tres tipos de malas hierbas: Loliumperenne. Este aplicador esta alimentado con un magnetron de 4 kilovatios de potencia a través de un guía de ondas ranurado. Llegaron a concluir que La energía de las microondas a partir de la cual se produce una disminución de la germinación es de 1000 Jcm² en Lolium y 1500 Jcm² en colza.

ZAVALA, [et al.]. (2011), mencionó que la degradación como un descenso temporal y en ocasiones permanente de la producción de la tierra, así como también la pérdida de su utilidad potencial, sus funciones del suelo y la pérdida de sus cualidades. El proceso de degradación por intervención del hombre se llega a producir comúnmente de una manera muy acelerada; mientras que la degradación sin intervención del hombre, se produce a una velocidad que se encuentra en equilibrio con la velocidad de restauración natural.

YSAMBERTT, F; DELGADO, N; GONZALES, T; BRAVO, B; CHAVEZ, G; MARQUEZ, N; INFANTE, M (2009), esta investigación tuvo como objetivo la modificación de la lignina a través de reacciones de esterificación con anhídrido maleico en deserción del solvente y su posterior sulfonación, se empleó la asistencia de radiación microondas. Los resultados muestran la alteración de la lignina al reaccionar por la esterificación con el anhídrido maleico, al darse en la estructura lignica un mayor carácter anfílico .Se concluyó que, la radiación MW tiende a ser un método efectivo y rápido y con gran eficiencia para llevar a cabo reacciones de esterificación y sulfonación de lignina. Los diferentes tamaños moleculares de las fracciones lignicas esterificadas y sulfonadas hacen que se muestren un leve traslado hacia una zona de baja masa molar. Luego de una minuciosa revisión de los trabajos previos, se presentó los siguientes trabajos como principales teorías relacionadas a esta investigación.

El suelo es denominado un sistema organizado con atributos biológicamente activos ya que es la capa superficial de la corteza terrestre. Según Volke et al (2005), el suelo es un recurso natural importante, puesto que se desempeña en la superficie terrestre como reactor natural, como hábitat de diversos microorganismos y organismos, así mismo como fuente de materiales no renovables y de soporte de infraestructura. Esto se puede definir, como la capa exterior de la tierra que conforma los seres bióticos y abióticos, partículas minerales y la materia orgánica,. Para Galán y Romero (2008), esto resulta de las actividades que se tiene en la atmósfera biosfera, hidrosfera, además de la meteorización de las rocas y las reacciones

microbiológicas. La meteorización esta es controlada principalmente por la energía emitida por el sol y las condiciones de un clima estable con esto se tienen un equilibrio. Si ese equilibrio se deteriora, debido principalmente por las actividades del ser humano se puede generar la progresiva degradación del suelo. La degradación implica una variación en las condiciones naturales del suelo, en algunos casos estas alteraciones de los componentes del suelo es producido por una posible contaminación.

Según Galán y Romero (2008), se denomina contaminación de suelo, cuando se verifica la presencia de compuestos químicos generados de manera antropogénica o debido a cambios generados al medio ambiente que de tal manera afectan a este recurso natural. Tal es el caso que los metales pesados entran en contacto con el suelo a través de las partículas arrástradas por el viento, por contacto con aguas residuales industriales, riegos de cultivo que pueden contener pocas concentraciones de este metal aguas provenientes de zonas minerales. Por su parte, el plomo en el suelo soporta una gran afinidad con las sustancias húmicas y el pH, necesita de estos para fijarse en el suelo. No obstante, la acumulación de plomo en la superficie produce variaciones en el dinamismo biológico de los suelos irrumpiendo procesos y perturbando el medio ambiente. Por tanto, altas concentraciones de este metal soluble en el suelo pueden provocar una absorción radicular de este elemento y una posible toxicidad en los animales y población en general.

Se llama metal pesado a aquel elemento metálico que presenta una densidad superior a 5 g/cm³, una parte de estos son fundamentales para el organismo en concentración pequeñas básicamente, aquí se encuentra el hierro, manganeso, zinc, el boro, cobalto, el arsénico, níquel, el cobre entre otros .Pero se tornan peligrosos cuando se muestran en concentraciones elevadas, otros no desempeñan ninguna función y resultan altamente nocivos, como el cadmio, mercurio o el plomo (Ortiz et al, 2007).

El plomo se presenta de manera natural en el ambiente, pero las concentraciones que son introducidas en el medio ambiente, son los resultados de actividades antropogénicas. Debido al empleo de este metal en gasolinas combustión de petróleo y ciertos procesos industriales (Saucedo, 2014).

Los metales pesados introducidos en el suelo pueden seguir tres accesos de retención, (Orozco et al., 2011): Procesos de retención de adsorción en la superficie de partículas coloidales minerales u orgánicas, la formación de complejos húmicas en el suelo y la reacción de precipitación en forma de sales insolubles.

Los métodos que existen para la recuperación de suelos son:

Tecnología térmica: Se utilizan Son off-site, consideran la extracción de contaminantes mediante elevadas temperaturas. Los más importantes son:

Incineración: Se suele realizar en hornos giratorios. Consiste en una combustión examinada del suelo en escenarios de exceso de oxígeno y a temperaturas de 870- 1200°C).

Deserción térmica: Es similar a la incineración, salvo a temperatura no tan elevadas, (150- 600°C).

Tratamiento térmico con rayos infrarrojos: El calentamiento se produce en una unidad calentada por radiación infrarrojo.

Tecnología Biológica: Se basan en técnicas de biodegradación mediante microorganismos: Las principales son:

Compostaje: El suelo contaminado se combina con suelo altamente biodegradable (paja, astillas de madera, etc.) y se procede a su degradación biológica aerobias en contextos vigiladas. Esto puede realizarse en pilas de volteo, en reactor, etc.

Biorrestauración o biorremediación in situ: Esta consiste en promover la biodegradación de los contaminantes mediante la estimulación de poblaciones microbianas, autóctonas o externas.

El método de tecnología Físico-Químicas: se utiliza en caso los contaminantes sean muy tóxicos o cuando los niveles de concentración son altos. De acuerdo con Volke y Velasco (2002), este método se encuentra en esta categoría debido a que emplean tratamientos físicos y químicos utilizando factores como gravedad o reacciones químicas, para eliminar, reducir o separar el contaminante en el suelo.

Estos métodos son prácticos, emplean cortos periodos de tiempo en comparación a otros tratamientos. En la Figura 1, se muestran los tratamientos más resaltantes:

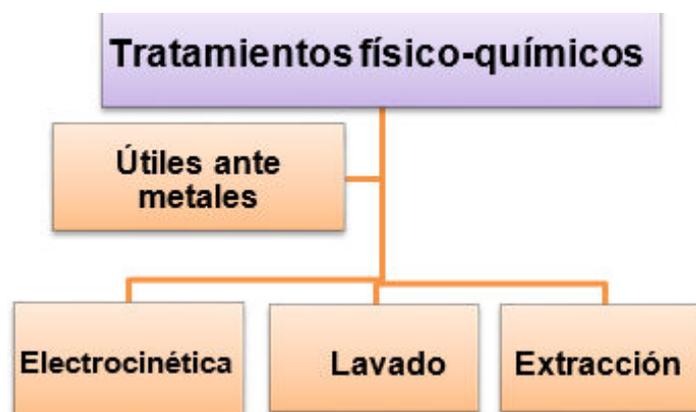


Figura 1: Tratamientos físico-químicos contra metales. Fuente: Ortiz (2007).

Electromigración o electrocinética .- Es aquel método que aprovecha las condiciones conductivas del suelo, lo que permite extraer, degradar los contaminantes que se encuentran en este espacio, además se enfoca primero en la aplicación de un espacio eléctrico para poder descartar iones , también se utiliza una fuente eléctrica con baja intensidad entre dos electrodos ,donde uno es negativo y el otro electrodo es positivo .Lo que provoca que los iones metálicos que tiene carga negativa se muevan hacia el ánodo ,mientras que los de carga positiva hacia el cátodo (Volke y Velasco, 2002).

Proceso del lavado.- En este procedimiento se requiere que la muestra de suelo se llegue a desprender previamente realizando un tamizado, densidad o gravedad. Después se realiza el lavado usando sustancias químicas, éstas absorberán y solubilizarán los contaminantes que se encuentren presente en el suelo. Posteriormente de realizar el lavado con los disolventes químicos, se vuelve a lavar la muestra de suelo con el agua y pueda así regresar a su modo original. Realmente se usa para descartar los compuestos orgánicos semi volátiles, hidrocarburos que sean derivados del petróleo y de los metales pesados (Ortiz et al, 2007).

Extracción.- Se refiere a las técnicas de extracción que están coordinadas para reducir las concentraciones que se tiene en los suelos contaminados .Lo que tiene que ser permeable para que los disolventes que se añadan puedan atravesar sus poros y estos contaminantes terminen siendo disociados (Volke y Velasco, 2007). Las que más se destacan son, la extracción de agua, aire, de fase libre o de fase densa, extracción con disolventes.

A pesar de esto, no todas las técnicas son efectivos frente algunos metales pesados; como métodos de extracción comunes se tienen a los siguientes: Extracción de agua, esta técnica se realiza para extraer el agua que se encuentra contaminada en el suelo, puede darse de un lugar saturado como no saturado. En primer lugar, el agua contaminada se va a bombear hacia la superficie para poder ser tratada, al no estar saturada, además se tiene que inyectar agua a presión o mediante la gravedad para que se presente transporte o arrastre de los elementos contaminantes del suelo hasta una zona saturada, después se vuelve a bombear el agua hasta llegar a la superficie.

Esta técnica es elogiada para lograr la descontaminación de aguas subterráneas que contienen compuestos orgánicos volátiles, combustibles o metales. Se tiene que recalcar que al extraer aguas subterráneas hace que se estimule la disminución del nivel freático, esto llevaría a deteriorar el ecosistema, ya que se tiene una pérdida de humedad. Esta no es la

técnica más eficaz porque tiene un elevado costo y por todo el tiempo que se necesita para culminar los procesos (Ortiz et al, 2007).

En la Figura 2 se puede observar la diferencia de los pozos que inyectan agua (al lado izquierdo), y los que arrastran las aguas que están contaminadas en el suelo hacia el otro lado en el nivel freático donde están los acuíferos, estas aguas serán bombeadas por medio de pozos que son de bombeo (color rojo).

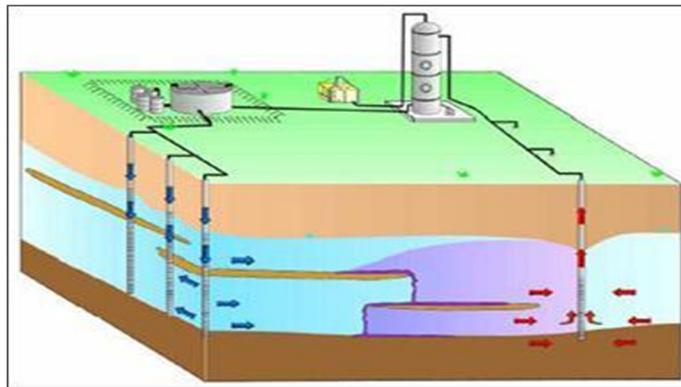


Figura 2: Técnica de extracción del agua. Fuente: EPA (2006)

Para la extracción con disolventes se tiene una técnica que consiste en que el suelo contaminado se combina dentro de un tanque con un disolvente orgánico que remueve una parte del contaminante. La alternativa de usar este disolvente va a depender fundamentalmente de las características que tenga el suelo. Esta es una técnica favorable para el suelo que esta con metales pesados, en el cual se toma en cuenta utilizar el disolvente que no presente alguna toxicidad para el suelo. Seguido del proceso se tendrá que el suelo y el disolvente se disocian por destilación, filtración o evaporación. Este es un método de extracción también asistida por microondas (Ortiz et al, 2007).

La aplicación del Método de Radiación Microondas es una nueva técnica de extracción de contaminantes, asistida por microondas que se someten varios factores principales es el tiempo o el disolvente a utilizar en el tratamiento, en este sentido es importante estudiar los diversos factores que influyen y que garanticen un empleo adecuado de esta técnica (González, 2017).

Al combinar los valores más oportunos de los parámetros, lo cual se procura conocer el punto de trabajo que asegure la procedencia de la fracción contaminante del metal en el suelo más eficiente.

En la Figura 3 se muestra el espectro electromagnético y las microondas que son ondas de energía electromagnética que se desplazan a la velocidad de la luz que se percibe entre ondas de radio y de infrarrojo (Gallawa, 2000).

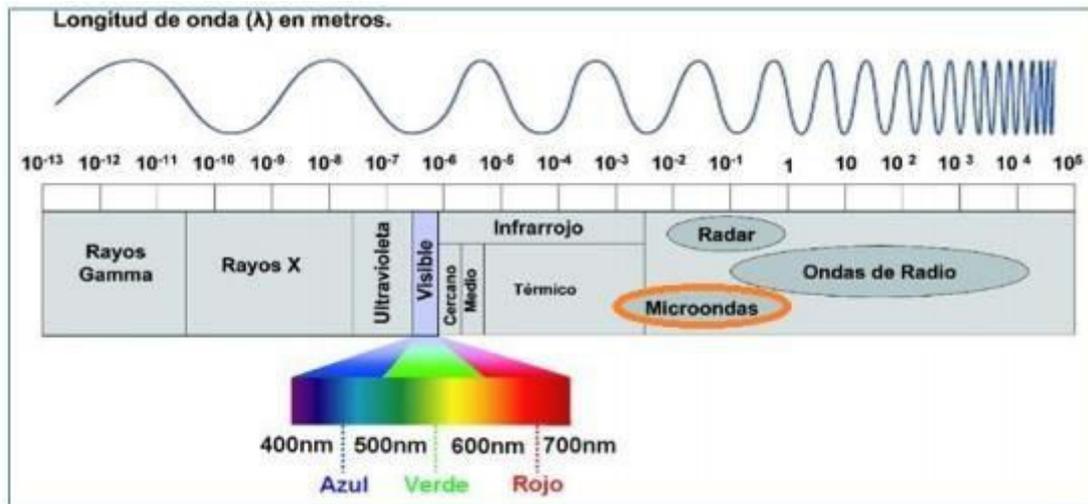


Figura 3: Espectro Electromagnético. Fuente: Fernández (2010)

Estas van en línea recta y son reflejadas, comunicadas o agarradas a lo largo del camino y su punto principal es difundir cambios en la rotación molecular y el desplazamiento iónico del medio sin modificar la muestra.

Antiguamente se aplicaba el método convencional, este consistía en extraer las porciones de contaminantes de metales pesados que se encontraban en los suelos altamente contaminados, se realizaron técnicas a finales de los años sesenta. Estos procesos son fundados en una exposición sucesiva de una muestra que sea igual de suelo a soluciones extractantes, según las investigaciones de Tessier y Campbell, se utilizan en el orden siguiente: Ácidos débiles, los electrolitos inertes concentrados, agentes reductores, agentes oxidantes, agentes complejantes y ácidos fuertes.

Con este método convencional, las muestras tomadas del suelo contaminado se colocan en empalme directo con los disolventes elegidos y se mueven durante distintos espacios de tiempo, para algunas oportunidades puede llegar hasta las 16 horas. Existiendo diversidad de disolventes que se pueden ser aplicados en esta técnica se sabe que las sustancias más efectivas para darse la extracción de metales pesados de los suelos son los disolventes siguientes: Acetato de amonio, nitrato de sodio, cloruro de amonio, agua regia para calcular el riesgo antes de la diseminación del metal, extractantes débiles como nitrato de calcio o cloruro de calcio, ácido acético, DTPA, AEDT, para procesos físico-químicos.

En este trabajo de investigación se trabajó con los siguientes disolventes: ácido acético y ácido etilendiaminotetracético (AEDT). En los últimos años se ha ido observando un progresivo aumento de las investigaciones, que tenían la finalidad de añadir un planteamiento y desarrollo de métodos para la lograr descontaminar los suelos.

Estos estudios lo que pretenden es lograr minimizar los procedimientos, la minimización de los tiempos para la extracción y la reducción de las cantidades de los disolventes a emplear; para lograr una descontaminación en un corto tiempo y con un presupuesto económico para así poder beneficiar a las empresas y pobladores.

Como técnica novedosa se presentó, la extracción asistida por microondas que es una innovación de la técnica convencional que añade calor para poder calentar los disolventes que se encuentran mezclados con el suelo contaminado. Este calor que ingresa al disolvente es a través de la radiación microondas (González, 2017).

En la Figura 4 se muestra como se realiza el montaje del microondas convencional, ahí se puede distinguir, la fracción contaminante del metal que se puede extraer, esto va depender directamente de los disolventes, los tiempos que se apliquen y la temperatura a la que se encuentre.

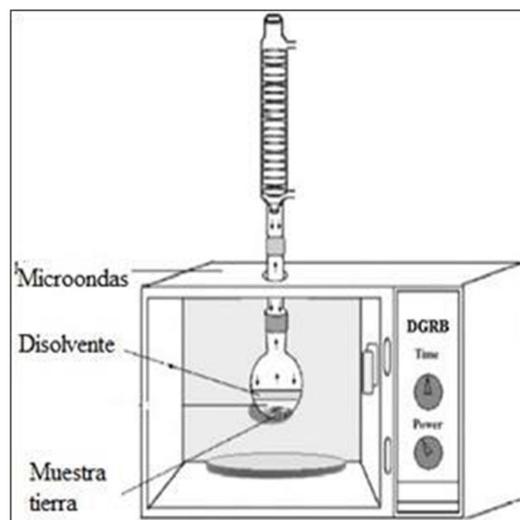


Figura 4: Montaje extracción asistida por microondas. Fuente: Thirugnanasambandham, Sivakumar y Prakash (2015).

Su principal ventaja es brindarnos la oportunidad de aplicar esta técnica a temperaturas muy altas y presiones, incrementando extremadamente la rapidez del proceso en la extracción, la disminución de la cantidad de los disolventes utilizados y el beneficio de efectuar múltiples extracciones de distintos contaminantes.

Esta técnica de extracción fue realizada por primera vez utilizando un microondas común y

corriente, ante la falta de lograr una técnica que se pueda aplicar en un corto tiempo y a su vez sea seguro y de bajo costo para la extracción de pesticidas y anti nutritivos que se encontraban presentes en el suelo.

Las ventajas de aplicar esta técnica es que nos brinda la oportunidad de aplicar la técnica a temperaturas altas y presiones, logrando así reducir el tiempo en el proceso para la extracción de los contaminantes, poder reducir la cantidad de disolventes empleados y obtener la oportunidad de lograr extracciones de los diferentes tipos de contaminantes. Ese aumento de la velocidad de extracción en comparación con los métodos que se acostumbra usar , la diferencia radica en la manera de como se produce el calentamiento .Este método convencional requiere calentar el recipiente donde está la muestra con un tiempo anticipado .En la microondas incurren directamente sobre la disolución acuosa , como punto negativo de la aplicación de esta técnica se destaca en la necesita de que el disolvente tenga la posibilidad de absorber las radiaciones del microondas y por otro lado, se tiene que estar verificando la temperatura de calentamiento para que no se presente el proceso de evaporación de los disolventes y estos gases sean liberados al ambiente.

Otro enfoque primordial es la compactibilidad de las sustancias del disolvente con el método analítico que se usará luego; donde se tendrá el análisis de resultados. También va a influir la temperatura adecuada que se aplique porque al darse una temperatura alta no respalda un buen nivel de optimización de la técnica, pero es cierto que, por norma, al tener una elevada temperatura puede darse una mayor capacidad de los disolventes para que absorban los contaminantes. En el caso de los metales las condiciones óptimas de la temperatura para la extracción es desde 40 °C hasta 125 °C en algunos casos y el otro parámetro a considerar es el tiempo de la extracción, esta es la fundamental ventaja que presenta la extracción por microondas frente a los métodos que son convencionales. Por ende, los estudios previos revelan en su gran mayoría para tener un tratamiento óptimo es en 10 minutos aproximadamente. En efecto, dependerá de las diferentes variables como puede ser el disolvente utilizado o también el metal a extraer (Sparr y Bjorklund, 2000).

En el Marco Legal según el Decreto Supremo N° 002-2017-MINAM – Estándares de Calidad Ambiental -Suelo, se aplican a todo proyecto y también actividad económica, que se desarrollen dentro del territorio nacional en el que se pueda generar riesgos de contaminación del suelo en su emplazamiento y áreas de influencia.

Tabla 1: Estándares de Calidad Ambiental del Perú para Suelos

Nº	Parámetros (mg/ kg MS)	Usos de Suelo			Método de Ensayo
		Suelo Agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelo Comercial/Industrial/Extractivos	
II		INORGANICO			
21	Plomo total (mg/ kg MS)	70	140	800	EPA 3050 –B EPA 3051

Fuente: MINAN 2017

La presente investigación tiene como problema general: ¿Cómo es la aplicación de radiación microondas para remediar suelos contaminados por plomo de una fábrica de acumuladores, Independencia, 2019?; y como problemas específicos:

¿Cuál es el disolvente más eficaz para la extracción de plomo bajo una potencia y temperatura constante de los suelos contaminados por plomo de una fábrica de acumuladores, Independencia, 2019? y ¿Cuál es el tiempo necesario para la extracción de plomo bajo una potencia y temperatura constante de los suelos contaminados de una fábrica de acumuladores, Independencia, 2019?

La justificación del estudio, determinó que este nuevo método de extracción de metales pesados asistido por microondas beneficiará a los suelos aledaños a la fábrica en estudio, porque reducirá los problemas anteriormente mencionados en la misma. Por ello, esta investigación titulada; aplicación de radiación microondas para lograr remediar estos suelos que se encuentran contaminados por plomo de una fábrica de acumuladores, Independencia, 2019, tuvo el propósito de demostrar su eficiencia en extraer metales pesados de los suelos contaminados.

Además, la radiación microondas para reparar suelos contaminados por plomo se considera una tecnología moderna y viable, sobre todo rentable, del cual tiene como función extraer metales pesados, como es el caso del plomo. Asimismo, se evidencia por el estudio que se involucra, como el tiempo de remediación a mediano o largo plazo para los suelos contaminados, donde constituye un impacto socio económico para la zona (Eskilsson y Björklund, 2000).

Desde la perspectiva social, la aplicación de este tratamiento disminuirá el contenido de plomo presente en los suelos contaminados y así mitigar los problemas posteriores generados por la contaminación de este elemento, como riesgos ambientales y a la población en general. Desde la perspectiva económica, se sabe que existen suelos que pueden ser productivos, sin embargo, la contaminación de estos mismos impide su productividad, entonces si es afectado por la intromisión de este metal (plomo), lo que resulta una disminución de las actividades económicas desarrolladas en algunos sectores, hasta puede llegar a ser un problema económico para el país; el tratamiento planteado es un método económicamente rentable, ya que es de bajo presupuesto y se obtiene resultados en tiempos cortos (Khalid, 2016). Y, desde el punto de vista ambiental: Este trabajo de investigación es un método que favorece al medio ambiente puesto que es de fácil aplicación, segura a largo plazo, económicamente efectiva y muestra resultados en cortos periodos de tiempo. Asegurando que este método podrá lograr remediar los suelos contaminados por plomo.

Los objetivos de este estudio guardan relación con los problemas mencionados líneas atrás, se tiene como objetivo general: Evaluar la aplicación de la radiación microondas para remediar suelos contaminados por plomo de una fábrica de acumuladores, Independencia, 2019. Y como objetivos específicos: Determinar el disolvente más eficaz para la extracción de plomo bajo una potencia y temperatura constante de los suelos contaminados por plomo de una fábrica de acumuladores, Independencia, 2019. Y, Determinar el tiempo óptimo para la extracción de plomo bajo una potencia y temperatura constante de los suelos contaminados de una fábrica de acumuladores, Independencia, 2019.

La hipótesis general de este estudio es: La aplicación de la radiación microondas influye directamente para remediar suelos contaminados por plomo de una fábrica de acumuladores, Independencia, 2019. Como hipótesis específicas se presenta: El EDTA es el disolvente más eficaz para la extracción de plomo bajo una potencia y temperatura constante para remediar los suelos contaminados de una fábrica de acumuladores, Independencia, 2019. Y, el tiempo óptimo para la extracción de plomo es de 10 minutos, bajo una potencia y temperatura constante para remediar los suelos contaminados de una fábrica de acumuladores, Independencia, 2019.

II. MÉTODO

2.1 Tipo de investigación:

2.1.1 El tipo de investigación

Es aplicada, porque el objetivo parte de una realidad concreta, dado que se aplicó en suelos contaminados con plomo y se solucionará un problema fehaciente (CABALLERO, 2004).

La investigación aplicada como el uso de las experiencias en la práctica, para poder emplearlos a favor de la población, además del aporte de nuevos conocimientos. Según el tipo de investigación será aplicada, debido a que los conocimientos se transforman en tecnología (Vargas, 2009).

2.1.2 Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es de tipo experimental, debido a que se buscó determinar posibles causas de los fenómenos estudiados. Según, MONJE (2011) “se ha establece con el propósito de determinar con la mayor confiabilidad posible, relaciones de causa-efecto” (p.105). Es decir, se manipulo la variable independiente para observar su influencia en la dependiente. Además, Hernández et al. (2014), determino que los diseños experimentales son aplicados por tener como finalidad cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental, mediante la manipulación de una variable en función a las causas.

2.2 Variables, Operacionalización

2.2.1 Variables

Variable dependiente: Remediación de suelos contaminados por plomo.

Variable Independiente: Aplicación de radicación microondas.

2.2.2 Matriz Operacionalización de las variables

Tabla 2: Matriz Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades de medición
V.I: Aplicación de radiación microondas	González (2017), la extracción asistida por microondas es una transformación de la técnica convencional donde se agrega el calentamiento del disolvente cuando está junto con la muestra de suelo contaminado.	Para la aplicación de radiación microondas, se realizó la mezcla entre el suelo contaminado y el disolvente (EDTA o ácido acético), en una proporción de 10gr de suelo por 100ml de disolvente, una vez realizada esta mezcla se introdujo a un microondas convencional adaptado para introducir los instrumentos empleados, graduando al microondas a una temperatura de 40 °C con una potencia de 160 w, este procedimiento se realizó en tiempos de 2, 6 y 10 min. (Se harán tres repeticiones con cada disolvente, en los distintos tiempos).	Disolventes	EDTA	ml
				Ácido acético	ml
			Tiempos	T1: 2 T2: 6 T3: 10	Minutos
			Parámetros de operación	Temperatura Optima	40 °C
				Potencia del microondas	160 W
VD: Remediación de Suelos contaminados por plomo	Galán y Romero (2008), la contaminación de suelo es cuando existen compuestos químicos provocados por el hombre o a causa de una variación del medio ambiente, a raíz de esto es que los suelos sufren de diferentes tipos de contaminaciones.	Se recolectó 3 muestras de suelo, extraído de manera aleatoria a una profundidad de 30 cm, la cual fue de 10 Kg cada una; luego se tamizaron las muestras y se utilizó 0.500 kg de suelo de cada muestra para analizar su humedad, conductividad eléctrica, pH y su concentración de plomo; una vez terminado estos análisis, se inició con la aplicación de radiación microondas para la extracción del plomo.	Concentración de plomo	Concentración antes del tratamiento	mg/kg
				Concentración después del tratamiento	mg/kg
			Parámetros físicos	Humedad	%
				pH	1 – 14
				Conductividad eléctrica	dS/m

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

La población es un conjunto de elementos con particulares rasgos que serán analizadas, por medio de este grupo se podrá ejecutar el muestreo y establecer la dimensión de la muestra (Ventura, 2017).

En esta tesis, la población fue representada por el área de 30m² de suelo, de una fábrica de acumuladores, perteneciente al distrito de Independencia; haciendo mención que el investigador tendrá la potestad de determinar la cantidad de plomo que tiene la muestra antes y después del tratamiento.

2.3.2 Muestra

La muestra fue representada por 30 kg de suelo extraído de manera aleatoria (como indica en el procedimiento de selección de muestra) de una fábrica de acumuladores, perteneciente al distrito de Independencia.

2.3.3 Unidad de análisis

El estudio tuvo como unidad de análisis al suelo contaminado por plomo, al cual se le aplicó radiación microondas para remover el plomo de los suelos.

2.3.4 Muestreo

El muestreo se realizó de manera aleatoria, tomando muestras al azar. Se dividió el terrero con líneas imaginarias dentro de la parcela seleccionada. Se procedió a eliminar el rastrojo que había en el suelo, con pico y pala se llegó a cavar un aproximado de 30 cm de profundidad. Se extrajo 3 muestras de 10 kg de suelo contaminado, a estas muestras se tamizaron homogéneamente en forma manual. Finalmente se tomó 0.500 kg por muestra y se vertió en una bolsa ziploc, para realizar los diferentes análisis.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnica

Argenis (2015), indicó que esta técnica para la recolección de datos es aquella que brinda varios métodos para la obtención y desarrollo de información. La técnica a emplearse en el presente estudio es la observación: En esta investigación se observó como la aplicación de

radiación microondas logra remediar los suelos contaminados por plomo de una fábrica de acumuladores. La observación se basa en el desarrollo donde el investigador deberá observar el objeto o proceso que se quiere estudiar, de manera que se anotara de todas las características que se presentan, por ello es el uso elemental del sentido, pero de igual modo se puede hacer uso de instrumentos para tener una mejor precisión (Lema, 2016). La Medición directa primero nos hace alusión a la vista empírica y luego se basa de un fundamento teórico, del cual su respuesta no puede ser visualizada, por ello su medición se obtienen a través del instrumento necesario para la medición (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

2.4.2 Instrumento de recolección de datos

Arias (2012), indicó que el instrumento para la recolección de datos es un documento o recurso para trabajar en digital o papel que se necesita para registrar, obtener y almacenar la información recogida. Esta investigación se ejecutó en las instalaciones de la Universidad Cesar Vallejo; en este presente proyecto de investigación, los instrumentos a utilizar son las fichas de registro de campo (ANEXO N°1), para poder conseguir los datos del suelo remediado, se utilizó la ficha extracción de plomo asistida por radiación microondas (ANEXO N°2).

2.4.3 Validez

Paniagua (2015), indicó que “la validez es un grado verificable en el que se mide la variable: estas pueden ser Validez de criterio, Validez de contenido, Validez de expertos y Validez de criterio.

Con respecto al muestreo de suelo se llevará a cabo según nos manda la guía para muestreo del Ministerio del Ambiente (MINAM).

Los instrumentos de medición fueron evaluados y validados por 3 especialistas en estos proyectos, a ellos también se los solicito evaluar nuestros ítems de este trabajo de investigación, con el fin de cumplir con los requerimientos necesarios para la ejecución de esta investigación. Las fichas validación se encuentran anexadas en este proyecto de investigación.

Tabla 3: Validación de los instrumentos de medición

JURADO	PORCENTAJE DE VALIDACIÓN (%)	
	FICHA 1	FICHA 2
Nombre de Expertos		
Juan A. Peralta Medina	95%	95%
Juan J. Ordoñez Gálvez	85%	85%
Verónica Tello Mendivil	95%	95%
PROMEDIO	91.6%	91.6%

Ficha 1: consiste en la validación del instrumento de recolección de datos en campo y la Ficha 2: consiste en la validación del instrumento de extracción de plomo asistido por Radiación Microondas. La validación de instrumentos por parte de los expertos está determinada de acuerdo a los objetivos del estudio.

2.4.4 Confiabilidad

Se efectuó el ANOVA para la validación del instrumento, del cual se obtuvo 0.00, lo que significa que los instrumentos son confiables.

Nivel de confiabilidad:

El nivel de confiabilidad es de 95%

Nivel de sigma = 0.05

2.5 Métodos de análisis de datos

Se realizó mediante el programa Excel, para lograr la comparación de medidas entre resultados iniciales y finales, así como también para comparar la hipótesis.

2.6 Materiales y equipos

Tabla N° 4: Materiales y equipos

N°	Materiales	Cantidad
01	guantes	08
02	guardapolvo	02
03	Bolsas ziploc	09
04	Frascos de muestra	18
N°	Equipos	Cantidad
01	multiparámetro	2
02	microondas	1
03	pHmetro	2

2.7 Aspectos éticos

La presente investigación titulada “Aplicación de radiación microondas para remediar suelos contaminados por plomo de una fábrica de acumuladores, Independencia, 2019” respetó al reglamento de investigación, código de ética, la resolución rectoral N°0089-2019 de la Universidad Cesar Vallejo y se basó en el cumplimiento de la de la resolución de consejo universitario N°0126-2017/UCV, manejando adecuadamente la información y la propiedad intelectual de los autores. También, la tesis fue sometida al software turnitin, para verificar su originalidad.

Veracidad de los resultados: Para este trabajo de investigación, la veracidad de los resultados se realizó en el Laboratorio de Química General de la Universidad César Vallejo (Lima Norte) a cargo de un Ingeniero Químico experto en relacionados al análisis, por lo que también nos estamos basando en la legislación peruana teniendo como guía, el protocolo de Suelos del Ministerio del Ambiente (MINAM) publicado en el año 2014.

Respeto de la propiedad intelectual: En este trabajo de investigación se cumplió con los protocolos y lineamientos que nos exige la Universidad Cesar Vallejo. Por consiguiente, para la redacción de las citas bibliográficas se está realizando según la norma ISO, brindándonos de esta manera la confiabilidad y derechos de los autores de muchas fuentes en el cual se procedió el desarrollo de esta presente investigación.

Consentimiento informado: Lerma (2016) puntualiza en que un “consentimiento informado es un mecanismo en el que el participante es comunicado acerca de los riesgos y mejora en la intervención y se respalda con que los datos sean distribuidos y usados en la investigación. (p. 32).

2.8 Procedimiento.

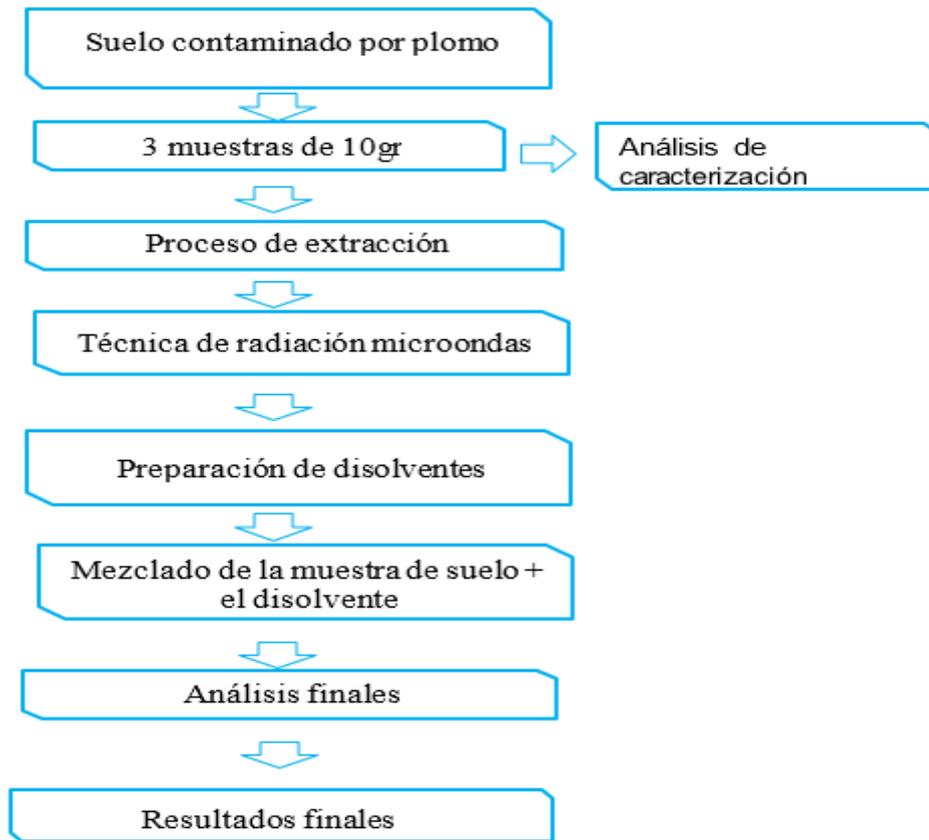


Figura 5: Esquema del procedimiento para el tratamiento de los metales pesados

Las muestras obtenidas de suelo contaminado fueron puestas en el laboratorio a una temperatura ambiente para lograr secarlas, durante 1 semana, luego se tamizaron las muestras en una malla de 2 mm. Seguido de ello, se efectuaron los análisis fisicoquímicos de las muestras: humedad, pH, conductividad eléctrica y concentración de plomo, una vez terminado este proceso se inició con la aplicación de radiación microondas para la extracción del plomo.

Montaje de Extracción asistido por microondas

Se modificó un microondas comercial de la marca DAEWOO. Esta modificación consiste en una perforación en la parte superior del microondas, para la posterior inserción de un condensador, que evita que el disolvente se evapore al aplicar la radiación microondas. En el condensador va a circular agua que va actuar como refrigerante, para evitar que el disolvente se evapore, (Figura 4). Luego de introducir el condensador se ha cerrado y sellado el orificio con cinta adhesiva de aluminio, con el fin de reducir las emisiones de radiación del microondas.

Para realizar la extracción del plomo, el balón con la muestra dentro se introduce en el microondas, a este balón se le conecta un adaptador que sirve de conector entre el balón y el condensador. Finalmente, se fija la potencia a 160 W, la temperatura a 40°C y el tiempo de extracción (2, 6 y 10 minutos).

Preparación del disolvente:

Los disolventes selectos para el método de extracción fueron el ácido acético (CH₃COOH) y el ácido etilendiaminotetracético (EDTA).

- Preparación de soluciones de ácido acético y EDTA.

Los cálculos realizados de las cantidades de reactivos empleados: 3 mL ácido acético (CH₃COOH) para preparar 100 mL de disolución 0,5 M. y 1,46 g de EDTA para preparar 100 mL de disolución 0,05 M.

Las características de los disolventes se especifican en las siguientes tablas:

Tabla 5: Características de CH₃COOH

ACIDO ACETICO (Liquido)		
PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR
Formula Química		CH ₃ COOH
Peso Molecular	g/mol	60.05
Pureza	%	99.5
Densidad (20°C)	g/cm ³	1.05
Punto de ebullición	°C	118
Punto de inflamabilidad	°C	39
PH	-	2.5
Solubilidad	g/L	602.9
Riesgo y peligrosidad	-	Inflamable/ corrosivo

En esta Tabla 5 se puede observar las propiedades químicas del disolvente (ácido acético).

Tabla 6: Características de EDTA

ACIDO ETILENDIAMINOTETRACETICO (Polvo)		
PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR
Formula Química		C ₁₀ H ₁₆ N ₂ O ₈
Pureza	%	99
Peso molecular	g/mol	292.24
Riesgo y peligrosidad	-	Peligro Salud

En esta Tabla 6 se puede observar las propiedades químicas del disolvente (EDTA).

Mezcla de suelo contaminado más disolvente:

La relación suelo - disolvente utilizada en las experiencias fue de 1:10. Para las 3 muestras de suelo se utilizó 10g de suelo en 100ml de disolvente.

Barrido de tiempo:

A continuación, se llevó a cabo la técnica de aplicación de radiación microondas para la descontaminación de las muestras de suelo, para esto se realizó un barrido de tiempos que permitió determinar el tiempo más eficaz de radiación microondas para cada disolvente.

Tabla 7: Distribución por tratamiento

DISOLVENTE	ACIDO ACETICO (100ml)			EDTA (100ml)		
	2' de Radiación microondas	6' de Radiación microondas	10' de Radiación microondas	2' de Radiación microondas	6' de Radiación microondas	10' de Radiación microondas
M1(10g)						
M2(10g)						
M3(10g)						

En total se obtuvieron 18 muestras para el tratamiento, Diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 2x3, con 18 unidades experimental. Una vez realizado la aplicación de radiación microondas, se separan por filtración el suelo y el disolvente.

Proceso de filtración: Luego se separó el suelo del disolvente para su posterior análisis. Para ello es necesario aplicar la técnica de filtración. Las muestras tratadas se dejaron reposar en un papel filtro por 15 minutos.

Proceso de Espectrometría: El proceso que se utilizó para calcular la concentración de plomo fue el método de la espectrometría atómica, este último paso fue realizado en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería.

III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos planteados son los siguientes:

3.1 Resultados de la concentración de plomo en suelo antes del tratamiento.

Los resultados de la concentración inicial de los análisis de plomo en suelos se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8: Concentración inicial de plomo en los suelos contaminados en las 3 muestras obtenidas cercana a la fábrica de acumuladores.

Parámetro	ECA suelo D. S. N° 002-2017- MINAM	Código de muestra	Concentración del plomo sin tratamiento
Pb	800 mg/Kg	M1	865mg/Kg
		M2	889mg/Kg
		M3	831mg/Kg

Fuente: Informe de Ensayo del laboratorio de espectrometría Universidad Nacional de Ingeniería

En la Tabla 8, se observó que la concentración de plomo en suelo para la muestra M1 es de 865 mg/Kg, muestra M2 es de 889 mg/Kg y la muestra M3 es de 831 mg/Kg, valores que exceden los estándares de calidad ambiental para suelo comercial y/o industrial, según la normativa vigente. Siendo el promedio de concentración de plomo en el suelo de 862 mg/Kg.

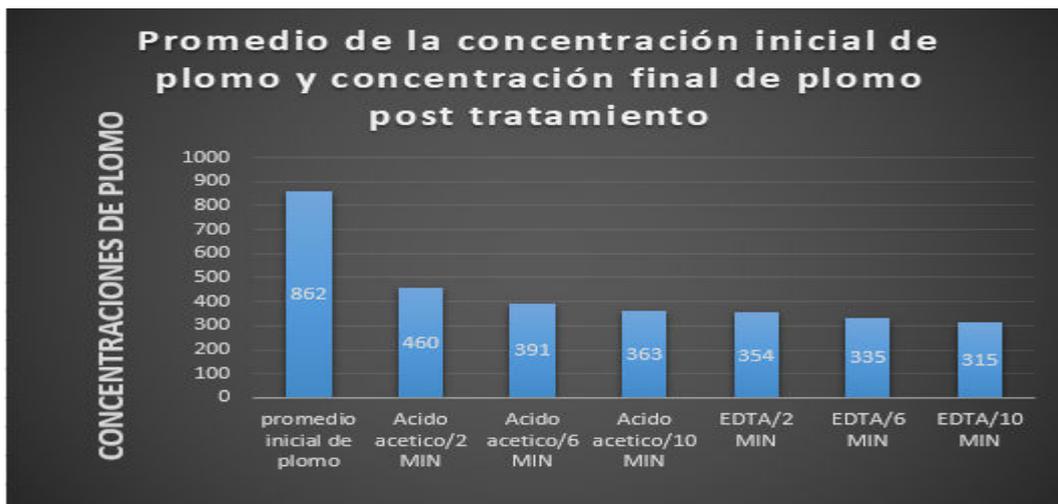


Figura 6: Concentración de plomo en el suelo con y sin tratamiento.

De la Figura 6, se tiene como concentración promedio de plomo sin tratamiento 862 mg/Kg, y post tratamiento con la aplicación de radiación microondas se observó que el

tratamiento de 10 minutos, expuesto a radiación y con el disolvente EDTA presentaron menores niveles de concentración con valores promedios de 315 mg/Kg y con respecto al tratamiento de 10 minutos con el ácido acético con valores promedios de 363 mg/Kg.

3.1.1 Resultados de los análisis de humedad, pH y conductividad eléctrica en suelo antes del tratamiento

De la misma manera se presentan los resultados de % humedad, pH y conductividad eléctrica, las cuales se muestran en la Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11.

Tabla 9: Resultados de los análisis de humedad en 3 muestras de suelo (sin tratamiento)

Estaciones	Código de muestra	Unidad de Medida	Resultado Humedad
E 1 (muestra de suelo ubicada a 4 metros de la fábrica de acumuladores)	M 1	%	6.43
E 2 (muestra de suelo ubicada a 7 metros de la fábrica de acumuladores)	M 2	%	6.56
E 3 (muestra de suelo ubicada a 10 metros de la fábrica de acumuladores)	M 3	%	5.87

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales, UCV - Lima Norte

Tabla 10: Resultados de los análisis de pH en 3 muestras de suelo (sin tratamiento)

Estaciones	Código de muestra	Resultado pH
E 1 (muestra de suelo ubicada a 4 metros de la fábrica de acumuladores)	M 1	8.18
E 2 (muestra de suelo ubicada a 7 metros de la fábrica de acumuladores)	M 2	8.02
E 3 (muestra de suelo ubicada a 10 metros de la fábrica de acumuladores)	M 3	8.01

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales UCV - Lima Norte

De la Tabla 10, se observó que el pH se encuentra dentro del rango de 8 en que normalmente se encuentra.

Tabla 11: Resultados de los análisis de conductividad eléctrica en 3 muestras de suelo (sin tratamiento)

Conductividad (mS/cm)			
Estaciones	Código de muestra	Unidad de Medida	Resultado Conductividad eléctrica
E 1 (muestra de suelo ubicada a 4 metros de la fábrica de acumuladores)	M 1	mS/cm	10.82
E 2 (muestra de suelo ubicada a 7 metros de la fábrica de acumuladores)	M 2	mS/cm	15.86
E 3 (muestra de suelo ubicada a 10 metros de la fábrica de acumuladores)	M 3	mS/cm	4.53

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales UCV - Lima Norte

En la Tabla 11, se denotó que la conductividad eléctrica es elevada.

3.2 Resultados de la concentración final de plomo en las muestras de suelo después del tratamiento con el (ácido acético y EDTA).

Los resultados siguientes son los que se obtuvieron después del tratamiento de las 3 muestras de suelo contaminado, empleando los 2 disolventes (ácido acético y EDTA) y realizando las repeticiones en 3 tiempos (2, 6 y 10 minutos).

Tabla 12: Porcentaje de remoción de plomo en suelos con tratamiento disolvente ácido acético y EDTA.

Tratamiento con disolventes (mL)	Parámetros operacionales				C _i Pb en suelo (sin tratamiento) (mg/Kg)	C _f Pb en suelo (con tratamiento)	% Remoción de plomo con tratamiento 1 y 2	Promedio de % de Remoción de plomo
	Tiempos (min)	Peso de Muestra	Temperatura	Potencia				
Ácido Acético	2 min	10 gr	40 °C	160 W	865	436	49,60	46,72
		10 gr	40 °C	160 W	889	514	42,18	
		10 gr	40 °C	160 W	831	429	48,38	
	6 min	10 gr	40 °C	160 W	865	389	55,03	54,67
		10 gr	40 °C	160 W	889	409	53,99	
		10 gr	40 °C	160 W	831	374	54,99	
	10 min	10 gr	40 °C	160 W	865	354	59,08	57,92
		10 gr	40 °C	160 W	889	384	56,81	
		10 gr	40 °C	160 W	831	350	57,88	
EDTA	2 min	10 gr	40 °C	160 W	865	291	66,36	58,96
		10 gr	40 °C	160 W	889	420	52,76	
		10 gr	40 °C	160 W	831	351	57,76	
	6 min	10 gr	40 °C	160 W	865	287	66,82	61,19
		10 gr	40 °C	160 W	889	400	55,01	
		10 gr	40 °C	160 W	831	318	61,73	
	10 min	10 gr	40 °C	160 W	865	279	67,75	63,53
		10 gr	40 °C	160 W	889	381	57,14	
		10 gr	40 °C	160 W	831	285	65,70	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales UCV - Lima Norte

En la Tabla 12, se observó que el tratamiento con el disolvente EDTA en el tiempo de 10 minutos para la muestra 1 (M1) presentó una concentración de 279 mg/kg, lo que significa que presenta una remoción de 67.75%. Asimismo, se observó que se obtuvo mejores resultados en el tercer tratamiento (tiempo de 10 minutos/ Disolvente EDTA) porcentaje de 63.53% con respecto al valor presentado por el Ácido Acético.

Resultados físicos después del tratamiento.

Se analizaron las muestras finales post tratamiento en el Laboratorio de mecánica de suelos y materiales UCV - Lima Norte.

- Resultados de humedad después de la aplicación de la técnica.

Cada uno de los resultados de humedad fue obtenido en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo, los resultados se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13: Resultados finales de humedad en las 3 muestras de suelo obtenidos en la fábrica de acumuladores.

Tratamiento con disolventes (mL)	Tiempos (min)	Muestras (gr)	Unidad de medida	Resultado
Ácido acético	2	M 1	%	10.14
		M 2	%	10.47
		M 3	%	11.72
	Promedio			10.78
	6	M 1	%	10.18
		M 2	%	10.53
		M 3	%	11.64
	Promedio			10.78
	10	M 1	%	11.02
		M 2	%	10.84
		M 3	%	11.94
	Promedio			11.27
EDTA	2	M 1	%	11.72
		M 2	%	11.88
		M 3	%	10.94
	Promedio			11.51
	6	M 1	%	11.74
		M 2	%	11.85
		M 3	%	10.98
	Promedio			11.52
	10	M 1	%	1.00
		M 2	%	11.97
		M 3	%	10.71
	Promedio			7.89

- Resultados del pH después de la aplicación de la técnica.

Cada uno de los valores del pH fue obtenido en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo, los resultados se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14: Resultados finales de pH en las muestras 3 de suelo obtenidas en la fábrica de acumuladores.

Disolventes(mL)	Tiempos (min)	Muestras (gr)	Resultado final del pH
Ácido acético	2	M 1	6.87
		M 2	6.98
		M 3	6.98
	Promedio		6.94
	6	M 1	6.54
		M 2	6.72
		M 3	6.82
	Promedio		6.69
	10	M 1	6.97
		M 2	6.86
		M 3	6.92
	Promedio		6.92
EDTA	2	M 1	7.14
		M 2	7.41
		M 3	7.58
	Promedio		7.38
	6	M 1	7.18
		M 2	7.35
		M 3	7.55
	Promedio		7.36
	10	M 1	7.22
		M 2	7.41
		M 3	7.55
	Promedio		7.39

En la Tabla 14, se observó que la mayoría de los valores se encuentran dentro del rango normal el cual varía de 6-7. Los valores más elevados se obtuvieron con el disolvente EDTA y específicamente en la muestra 3 con el tiempo de 2 minutos con un valor de 7.58, siendo moderadamente alcalino.

Con respecto al valor inicial hubo una reducción de 8.18 a 7.55, cuya variación es de 0.63 unidades de potencial de hidrógeno.

- Resultados de la Conductividad eléctrica (CE) después de la aplicación de la técnica:

Cada uno de los valores de la CE fue obtenido en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo, los resultados se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15: Resultados finales de CE en las muestras 3 de suelo obtenidas en la fábrica de acumuladores.

Disolventes (mL)	Tiempos (min)	Muestras (gr)	Unidad de medida	Resultado
Ácido acético	2	M 1	mS/cm	3.2
		M 2	mS/cm	3.3
		M 3	mS/cm	4.1
	Promedio		mS/cm	3.53
	6	M 1	mS/cm	3.5
		M 2	mS/cm	3.2
		M 3	mS/cm	4.2
	Promedio		mS/cm	3.63
	10	M 1	mS/cm	3.8
		M 2	mS/cm	3.2
		M 3	mS/cm	4.1
	Promedio		mS/cm	3.70
EDTA	2	M 1	mS/cm	4.5
		M 2	mS/cm	4.1
		M 3	mS/cm	3.2
	Promedio		mS/cm	3.93
	6	M 1	mS/cm	4.3
		M 2	mS/cm	4.1
		M 3	mS/cm	3.3
	Promedio		mS/cm	3.90
	10	M 1	mS/cm	4.10
		M 2	mS/cm	4.5
		M 3	mS/cm	3.2
	Promedio		mS/cm	3.93

En la Tabla 15, se observó que la mayoría de los valores se encuentran dentro del rango de 3-4. Los valores más elevados se obtuvieron con el disolvente EDTA y específicamente en la muestra 2 con el tiempo de 10 minutos con un valor de 4.50.

Con respecto al valor inicial, hubo una reducción de 15.86 mS/cm a 4.50 mS/cm, cuya variación es de 11.36.

3.3 Contratación de hipótesis.

3.3.1 Concentración de plomo y Aplicación de radiación microondas.

3.3.1.1 Prueba Anova

Tabla 16: Anova para el plomo por tratamiento:

ANOVA					
PLOMO					
FUENTE DE VARIANZA	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F VALOR	PR> F
Tratamiento	1	2.184.050.000	2.184.050.000	9.54	0.0094
Tiempo	2	1.427.200.000	713.600.000	3.12	0.0812
Trata*tiempo	2	296.400.000	148.200.000	0.65	0.5407
Error	12	2.746.400.000	228.866.667	-	-
Conected Total	17	6.654.050.000	-	-	-

CV: 12.94%

Fuente: Tabla SAS

3.3.1.2 Comparaciones Múltiples

Tabla 17: Comparación múltiple (TUKEY)

Tukey Grouping	prom. Concentración Final	N° Tratamientos
A	404.33	9 Acético
B	334.67	9 EDTA

Fuente: Tabla SAS

Al someter las concentraciones finales de plomo en suelo a la prueba de contraste Tukey (Tabla 17), se observó que efectivamente hay diferencia entre los tratamientos, siendo el disolvente EDTA con menor concentración promedio de plomo.

IV. DISCUSIÓN

GARCIA, Darío (2018) en su trabajo de investigación logró remover Zinc en suelos con radiación microondas en un 38%, sin embargo, en esta investigación se obtuvo una remoción de 63, 53% de plomo empleando radiación microondas. Con respecto al tiempo óptimo y a la potencia de radiación microondas, FALCIGLIA, P y GUIDI, D. et al. (2016), irradió el suelo durante un período de 5 a 60 minutos, aplicando potencias en el rango de 250 a 1000 W. En el trabajo de LI, J y XUE, Q. et al. (2015) sometió el suelo contaminado a radiación microondas a una potencia de 900 W, con un tiempo de 5 min para eliminación de Cr (VI), para la investigación de FALCIGLIA, P y MALARBI, D. et al. (2017). utilizó un tiempo de irradiación de 7 minutos a diferencia de esta investigación se expuso al suelo contaminado a una potencia de 160 W de manera constante y un tiempo de 10 minutos de radiación microondas, reduciendo la concentración de plomo aun 63.53%.

Con respecto a la temperatura empleada de radiación microondas para la investigación de DENGSHENG, M; ZHANG, S y XIRUI, Q (2017) mostró mayor tasa de amortización, a 1300° C. Para la investigación de WANG, L y YUAN, X. et al. (2014) Se obtuvo que la eficiencia de liberación de Cu y Pb aumentó considerablemente al aumentar la temperatura del microondas de 25° C a 85° C y el tiempo de microondas de 0 min a 6 min a diferencia de esta investigación se fijó a una temperatura de 40°C constante y se sometió a radiación microondas alcanzando una media de remoción de 547 mg/kg suelo contaminado por plomo. Con respecto al pH según CALA, Victoria, KUNIMINE, Yukihiko (2017) mostró que mediante la extracción química secuencial el pH disminuyó drásticamente (aproximadamente 7,0 a 3,14) alcanzando el 37% del contenido total de Pb en el suelo. Para este trabajo el pH, con respecto al valor inicial hubo una reducción de 8,18 a 7,55, cuya variación es de 0,63 unidades de potencial de hidrógeno. Con respecto al empleo de disolvente óptimo. GONZALES, Jaime (2017) en su tesis concluye, que el hexano resultó ser el mejor, logrando una efectividad al alrededor del 80%, en la investigación de GARCIA, Darío (2018), aplicó la técnica de extracción por microondas para remover cobre, empleando el disolvente EDTA llegando a un 100% de Remoción. De la Torre Ostos, Juan, Echevarría Flores, Dante, Álvarez Bautista, Jenny, Barreda Gutiérrez, Nancy (2017) en su trabajo de investigación, la remoción de cromo total en agua usó carbón mineral activado con radiación microondas removiendo un 41% a diferencia de esta investigación, el disolvente empleado fue EDTA en suelo contaminado por plomo, donde se obtuvo la reducción de plomo para M1 (279 mg/kg), al (67.75%), M2 (381 mg/kg) al (57.14%), M3 (285 mg/kg) al (65.70%), respectivamente.

V. CONCLUSIONES

Se determinó la validez del método de extracción asistida por microondas (MAE) como método apto para la descontaminación de suelos contaminados por metales pesados. Se aplicó la radiación microondas y se comprobó que, en todas las muestras una fracción metálica es extraída del suelo, adicionando el disolvente y el tiempo de extracción. Se logró comprobar que este método tiene un rendimiento del 60 % (promedio) en la extracción de plomo, por ello la efectividad del método quedó constatada.

Se determinó que, entre el ácido acético (CH_3COOH) y el ácido etilendiaminotetracético (EDTA), ambos disolventes empleados para la extracción del plomo, estando ambos disolventes bajo una potencia de 160W y una temperatura de 40 °C, se lograron alcanzar mayores cantidades de extracción de plomo empleando el disolvente EDTA, este es el más efectivo para la extracción de plomo, logrando una remoción de 67.75% de plomo.

Se determinó que, entre los tiempos de 2, 6 y 10 minutos de extracción empleados para el desarrollo de esta técnica, destaca el tiempo de extracción de 10 minutos, logrando extraer la mayor fracción de plomo de la muestra de suelo, alcanzando un porcentaje de remoción del 67.75% de plomo; este tiempo de 10 minutos de radiación microondas es el más efectivo para la mayor remoción de plomo.

VI. RECOMENDACIONES

Analizar las muestras de suelos en un rango de tiempo mayor a los 10 minutos, para de esta manera poder tener mayor recopilación de datos, por ende, mayor aproximación al resultado esperado.

Analizar los parámetros fisicoquímicos como son el pH, conductividad eléctrica y humedad antes y después del tratamiento, para corroborar los cambios del suelo ya tratado.

Realizar esta técnica en suelos donde exista presencia de otros metales pesados, con la finalidad de obtener más información sobre el tiempo de remediación en suelos contaminados por otros metales pesados.

Realizar esta técnica aplicando otros disolventes, para comparar la eficiencia con los disolventes ya trabajados, de este modo se logrará mejorar el método y más aún los rendimientos.

VII. REFERENCIAS

ARIAS, Fidas. El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica (6a ed.). Venezuela. Editorial Episteme [En línea]. 2012. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2019]. Disponible en: <https://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>

BORJA, M; OSCA, J; JORDA, C; MARZAL, A. Estudio de la viabilidad de la eliminación de semillas de malas hierbas en el suelo por radiación de microondas [En línea]. Octubre del 2003. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2019]. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_plagas/BSVP-29-01-053-062.pdf

CALA, Victoria, KUNIMINE, Yukihiro. Distribución de plomo en suelos contaminados en el entorno de una planta de reciclaje de baterías ácidas [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 1 de junio del 2019]. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/rca/index.php/rca/article/view/23751>

COVARRUBIAS, Sergio y PEÑA, Juan. Contaminación ambiental por metales pesados en México: problemática y estrategias de fitorremediación [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 1 de junio del 2019]. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/rca/index.php/rca/article/view/RICA.2017.33.esp01.01/46640>

DE LA ROSA, David, TEUTLI, Maura y RAMIREZ, Marta. Electrorremediación de suelos contaminados, una revisión técnica para su aplicación en campo. *Rev. Int. Contam. Ambient* [En línea]. Agosto del 2007, vol.23, n.3 [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2019], pp.129-138. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rca/v23n3/v23n3a3.p>

GALÁN, Emilio y ROMERO, Antonio. Contaminación de suelos por metales pesados, de revista de la sociedad española de mineralogía, Sevilla [En línea]. Noviembre del 2008. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2019]. Disponible en: http://www.ehu.eus/sem/macla_pdf/macla10/Macla10_48.pdf

GARCIA, Darío. Remediación de suelos mediante del uso de radiación Microondas. España [En línea]. 2018. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2019]. Disponible en: <http://calderon.cud.uvigo.es/bitstream/handle/123456789/230/Garc%C3%ADa%20Pereira%2C%20Dar%C3%ADo%20memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GONZÁLEZ, Jaime. Extracción de contaminantes en suelos asistida por ultrasonidos y microondas. Universidad de Vigo, Marín [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://calderon.cud.uvigo.es/bitstream/handle/123456789/186/GonzalezAller.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HERNÁNDEZ, Robert, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación [En línea]. Buenos Aires, 2014 [Fecha de consulta: 30 de mayo 2019]. 95pp. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

HERNÁNDEZ, Robert, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. [En línea]. Buenos Aires, 2014 [Fecha de consulta: 30 de mayo 2019]. 129pp. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

HERNÁNDEZ, Robert, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. [En línea]. Buenos Aires, 2014 [Fecha de consulta: 30 de mayo 2019]. 199pp. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

HERNÁNDEZ, Robert, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. [En línea]. Buenos Aires, 2014 [Fecha de consulta: 30 de mayo 2019]. 173pp. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

KHALID, Sana, SHAHID, Muhammat, KHAN, Nabeel, MURTAZA, Behzad, BIBI,

Irshad y DUMAT, Camille. «A comparison of technologies for remediation of heavy metal contaminated soils,» *Journal of Geochemical Exploration*. [En línea]. Diciembre del 2016. [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375674216303818>

LERMA, Hector. *Metodología de la investigación: Propuesta anteproyecto y proyecto*. (5ª. Ed.). Bogotá: ECOE Ediciones [En línea]. Colombia, 2016. [Fecha de consulta: 18 de mayo 2019]. 505 pp. Disponible en: <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2016/04/Metodolog%C3%ADa-de-la-investigaci%C3%B3n-5ta-Edici%C3%B3n.pdf>

LOMAS, Leticia, AZCUE, Luis, NEGRÓN, Guillermo, FLORES, Jorge y CLÉMENT, Rene. Reacciones de intercalación en las fases FePS₃ y Fe_{0.86}Mn_{0.18}PS₃ mediante radiaciones de microondas [En línea]. Junio del 2000. [Fecha de consulta: 1 de junio del 2019]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0583-76932000000200010

NEGRON, Guillermo et al. Preparación de hidrotalcitas mediante radiación de microondas: Evaluación de la actividad catalítica. *Rev. Soc. Quím. Méx* [En línea]. Octubre del 2000, vol.44, n.4 [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2019], pp.251-256. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0583-76932000000400002

ORTIZ, Irene, SANZ, Juana, DORADO, Miriam y VILLAR, Susana. Técnicas de recuperación de suelos contaminados. Universidad de Alcalá, Madrid [En línea]. 2007. [Fecha de consulta: 3 de mayo de 2019]. Disponible en: https://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/vt6_tecnicas_recuperacion_suelos_contaminados.pdf

ORTIZ, [ET AL.]. Técnicas de recuperación de suelos contaminados [En línea].2007. [Fecha de consulta: 23 de junio del 2019]. Disponible en: http://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/vt6_tecnicas_recuperacion_suelos_contaminados.pdf

PANIAGUA, Ramón. Metodología para la Validación de una Escala o Instrumento de

medida. [en línea]. 2015 [Fecha de consulta: 20 de junio de 2019]. Disponible <http://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/d76a0609-c62d-4dfb-83dc-5313c2aed2f6/METODOLOG%C3%8DA+PARA+LA+VALIDACI%C3%93N+DE+UNA+ESCALA.pdf?MOD=AJPERES>

PRADO, Jesús y MORAN, Emilio. Síntesis asistida por microondas de sólidos inorgánicos [En línea]. Abril del 2011. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jesus_Prado-Gonjal/publication/232815578_Sintesis_asistida_por_microondas_de_solidos_inorganicos/links/09e4150a4b0470d683000000.pdf

PRIETO, Judith, GONZÁLEZ, César, ROMÁN, Alma y PRIETO, Francisco. Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua [En línea]. 2009. [Fecha de consulta: 1 de junio del 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/939/93911243003/>

PUERTAS, Miguel; RÍOS, Yersica y ROJANO, Benjamín. Determinación de antocianinas mediante extracción asistida por radiación de microondas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de alto consumo en Antioquia-Colombia [En línea]. Junio del 2013. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2019]. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962013000200012

SAUCEDO, Enrique. Suelos Contaminados Con Elementos Potencialmente Tóxicos un nuevo método de detención [en línea]. 1 ra ed. España: Palibrio, Inc., 2014 [fecha de consulta: 23 de junio de 2019]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=qRXVBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

VOLKE, Tania y VELASCO, Juan. Tecnologías de remediación para suelos contaminados, R. M. d. P. Lalli, Ed., México D.F: Instituto Nacional de Ecología [En línea]. 2002. [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Velasco2/publication/31851896_Tecnologias_de_remediacion_para_suelos_contaminados_T_Volke_Sepulveda_JA_Velasco_Trejo/links/57e40e5b08ae06097a0bf479/Tecnologias-de-remediacion-para-suelos-contaminados-T-Volke-Sepulveda-JA-Velasco-Trejo.pdf

SPARR, Cecilia y BJÖRKLUND, Erland. Analytical-scale microwave-assisted extraction, Journal of Chromatography [En línea]. 2000. [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/Fiorella/Downloads/1-s2.0-S0021967300009213-main.pdf>

VENTURA, José. ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. Revista Cubana de Salud Pública [En línea]. Diciembre del 2017. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014

YSAMBERTT, F; DELGADO, N; GONZALES, T; BRAVO, B; CHAVEZ, G; MARQUEZ, N; INFANTE, M. Reacciones de esterificación-sulfonación asistidas por microondas de ligninas kraft: Influencia de los cambios estructurales sobre la tensión superficial. Venezuela [En línea]. Enero del 2009. [Fecha de consulta: 24 de mayo de 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Nacarid_Delgado/publication/317801089-Reacciones_de_esterificacion-sulfonacion_asistidas_por_microondas_de_ligninas_kraft_Influencia_de_los_cambios_estructurales_sobre_la_tension_superficial/links/594c2f91458515e70348aa32/Reacciones-de-esterificacion-sulfonacion-asistidas-por-microondas-de-ligninas-kraft-Influencia-de-los-cambios-estructurales-sobre-la-tension-superficial.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Nacarid_Delgado/publication/317801089_Reacciones_de_esterificacion-sulfonacion_asistidas_por_microondas_de_ligninas_kraft_Influencia_de_los_cambios_estructurales_sobre_la_tension_superficial/links/594c2f91458515e70348aa32/Reacciones-de-esterificacion-sulfonacion-asistidas-por-microondas-de-ligninas-kraft-Influencia-de-los-cambios-estructurales-sobre-la-tension-superficial.pdf)

ZAVALA, [et al.]. La Degradación y Conservación de Suelos en la cuenca del Rio Grijalva, Tabasco [En línea]. Diciembre del 2011. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2019]. Disponible en <https://www.colpos.mx/tabasco/2014/DEGRADACION%20Y%20CONSERVACION%20DE%20SUELOS.pdf>

ZEGADA, Vanesa. Extracción de pectina de residuos de cáscara de naranja por hidrólisis ácida asistida por microondas (HMO) [En línea]. Mayo del 2015. [Fecha de consulta: 1 de junio del 2019]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-44312015000100007&script=sci_arttext

Anexos

Anexo 1: Ficha de recolección de datos en campo.

APLICACIÓN DE RADIACIÓN MICROONDAS PARA REMEDIAR SUELOS CONTAMINADOS POR PLOMO A INMEDIACIONES DE UNA FABRICA DE ACUMULADORES, INDEPENDENCIA 2019				
Datos del Responsable:				
Nombres y Apellidos:				
Fecha y Hora:				
Datos del Lugar de Estudio				
Nº de Muestras de suelo	Ubicación (Coordenadas)	Altitud	Fecha	Hora
M1				
M2				
M3				

Fuente: Elaboración Propia 2019


 Nombre y Apellido: Juan Alberto Peralta Medina
 Grado: Maestro
 Cip: 56071
Juan Alberto Peralta Medina
 Ing. Químico - CIP N° 56071
 Mtra. en Gestión Ambiental


 Nombre y Apellido: Roberto José Estrella
 Grado: Maestro
 Cip: 89432


 Nombre y Apellido: Verónica Tello Méndez
 Grado: Maestro
 Cip: 98633
VERÓNICA TELLO MÉNDEZ
 INGENIERA QUÍMICA
 Reg. CIP N° 98633

Anexo 2: Ficha extracción de plomo asistida por radiación microondas

ANEXO 2: FICHA EXTRACCIÓN DE PLOMO ASISTIDA POR MICROONDAS

APLICACION DE RADIACION MICROONDAS PARA REMEDIAR SUELOS CONTAMINADOS POR PLOMO A INMEDIACIONES DE UNA FABRICA DE ACUMULADORES, INDEPENDENCIA 2019.								
Datos del Responsable:								
Nombres y Apellidos:								
Fecha y Hora:								
Extracción de Plomo asistida por extracción Microondas								
Nº Muestras	Nº de repeticiones	Concentración Inicial de plomo (Ppm)	Tiempo de Extracción Microondas (2,6,10 min)		Temperatura 40°C	Potencia 160 W	Plomo extraído (Ppm)	
			EDTA	Ácido Acético			Disolvente	
							EDTA	Ácido Acético
M1	R1							
	R2							
	R3							
M2	R1							
	R2							
	R3							
M3	R1							
	R2							
	R3							

Fuente: Elaboración Propia 2019


 Nombre y Apellido: **Juan Alberto Peralta Medina**
 Grado: **Maestro**
 CIP: **54071**


 Nombre y Apellido: **Carlos Rivera**
 Grado: **Dr**
 CIP: **84932**


 Nombre y Apellido: **VERONICA TELLO MENDIVE**
 Grado: **Maestro**
 CIP: **48633**

Anexo 3: Ficha de validación de instrumento recolección de datos en campo.



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Tello Mendivil Verónica
 1.2. Cargo e institución donde labora: Coordinadora académica / UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación:
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Recolección de datos de campo
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Romero Ortega Edwin / Rubio Jara Anali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												/	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												/	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												/	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												/	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												/	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												/	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												/	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												/	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

51
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 14 de Junio del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 08449536 Telf:.....

Anexo 4: Ficha de validación de instrumento recolección de datos en campo



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez González, Tuzo Jabor
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente / UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación:
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Recolección de datos de campo
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Romero Olortegui, Edwin / Rubio Jara Anali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 12 de junio del 2019

[Firma]
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 88078 Telf.:

Anexo 5: Ficha de validación de instrumento recolección de datos en campo



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Peralta Medina Juan Alberto
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente / UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación:
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Recolección de Datos en Campo
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Pamero Oloritegui Edwin / Rubio Jara Anal

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 12 de junio del 2019

Juan Peralta

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

Juan Alberto Peralta Medina No. 091 27909 Telf.: 981 521 062
 Ing. Químico - CIP N° 56071
 Miro. en Gestión Ambiental

Anexo 6: Ficha de validación de instrumento de extracción de plomo asistido por radiación microondas



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: D.D.S. Pct. SANCER, JUAN JOSE
 1.2. Cargo e institución donde labora: AD. EXP. NFE
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Extracción de plomo asistida por extracción microondas
 1.4. Nombre del instrumento de evaluación: Extracción de plomo asistida por extracción microondas
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Romero, Ortega, Edwin / Rubio Jara, Anali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										/			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										/			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										/			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										/			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										/			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										/			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										/			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										/			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										/			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										/			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

SI

85 %

Lima, 12 de Julio del 2019
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP. [Firma]
 DNI No. Telf.

:

Anexo 7: Ficha de validación de instrumento de extracción de plomo asistido por radiación microondas.



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Peralta Medina Juan Alberto
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente / UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación:
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Extracción de plomo asistido por extracción microondas
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Pomero, Olsitegui Edwin / Rubio Jara Anali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													/
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													/
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													/
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													/
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													/
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													/
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													/
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													/
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													/
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													/

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
/

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 12 de junio del 2019

Juan Alberto Peralta

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

Juan Alberto Peralta Medina
 Ing. Químico - CIP N° 56971
 Miro, en Gestión Ambiental

DNI No. 09123999 Telf.: 981521062

Anexo 8: Ficha de validación de instrumento de extracción de plomo asistido por radiación microondas.



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Tello Mendivil Verónica
 1.2. Cargo e institución donde labora: Coordinadora académica / UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación:.....
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Extracción de Plomo Asistida por extracción microondas
 1.5. Autor(A) de Instrumento: Romero Olartequi Edwin / Rubio Jara Anali

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												/	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												/	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												/	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												/	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												/	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												/	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												/	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												/	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												/	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												/	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
/

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

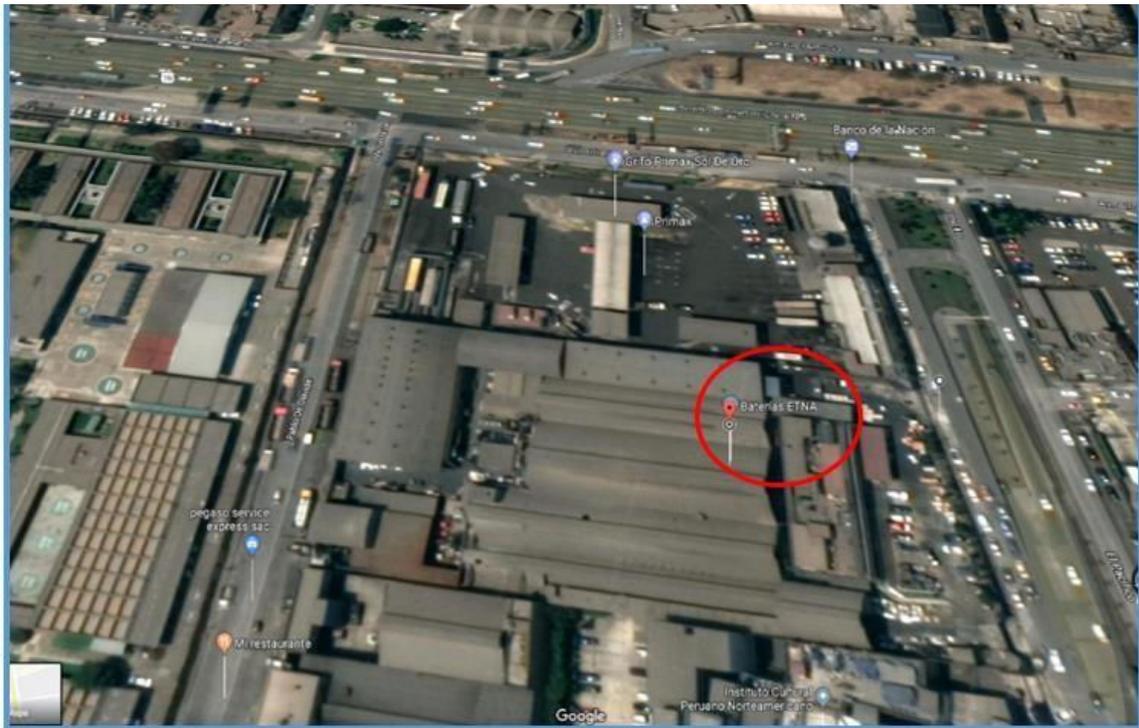
95 %

Lima, 14 de Junio del 2019

Verónica Tello Mendivil
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No 08449536. Telf:.....

Anexo 9: Punto de muestreo



Fuente: Google Maps

Anexo 10: Matriz de Consistencia

APLICACIÓN DE RADIACIÓN MICROONDAS PARA REMEDIAR SUELOS CONTAMINADOS POR PLOMO DE UNA FÁBRICA DE ACUMULADORES, INDEPENDENCIA 2019

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>General</p> <p>¿Cómo es la aplicación de radiación microondas para remediar suelos contaminados por plomo de una fábrica de acumuladores, Independencia 2019?</p> <p>Problema Especifico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuál es el disolvente más eficaz para la extracción de plomo bajo una potencia y temperatura constante de los suelos contaminados por plomo de una fábrica de acumuladores, Independencia 2019? <p>¿Cuál es el tiempo necesario para la extracción de plomo bajo una potencia y temperatura constante de los suelos contaminados de una fábrica de acumuladores, Independencia 2019?</p>	<p>General</p> <p>Evaluar la aplicación de la radiación microondas para remediar suelos contaminados por plomo de una fábrica de acumuladores, Independencia 2019.</p> <p>Objetivo Especifico</p> <p>Determinar el disolvente más eficaz para la extracción de plomo bajo una potencia y temperatura constante de los suelos contaminados por plomo de una fábrica de acumuladores, Independencia, 2019.</p> <p>Determinar el tiempo óptimo para la extracción de plomo bajo una potencia y temperatura constante de los suelos contaminados de una fábrica de acumuladores, Independencia 2019.</p>	<p>General</p> <p>La aplicación de la radiación microondas influye directamente para remediar suelos contaminados por plomo de una fábrica de acumuladores, Independencia, 2019.</p> <p>Hipótesis Especifico</p> <ul style="list-style-type: none"> • El EDTA es el disolvente más eficaz para la extracción de plomo bajo una potencia y temperatura constante para remediar los suelos contaminados de una fábrica de acumuladores, Independencia 2019. <p>El tiempo óptimo para la extracción de plomo es de 10 minutos, bajo una potencia y temperatura constante para remediar los suelos contaminados de una fábrica de acumuladores, Independencia 2019.</p>	<p>V Dependiente: Remediación de Suelos contaminados por plomo</p> <p>Independiente: Aplicación de radiación microondas</p>	<p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Enfoque de Investigación: cuantitativa.</p> <p>Nivel de investigación: Explicativa</p> <p>Diseño de investigación: experimental.</p> <p>Técnica de Recolección de Datos: Observación</p> <p>Instrumentos: La ficha de registro de datos</p>

Anexo 11: Resultados de los análisis de las muestras (conductividad eléctrica y Pb).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS DE TRES MUESTRAS SÓLIDAS

SOLICITADO POR : **EDWIN HERNAN ROMERO**

Procedencia de muestras : Distrito Independencia

Recepción de muestras : Lima, 30 de Octubre del 2019

RESULTADO DEL ANALISIS DE MUESTRAS

PARÁMETROS	M1	M2	M3
Conductividad (mS)	10.82	15.86	4.53
Pb (mg/Kg)	865	889	831

Conductividad en relación Sólido/Líquido =1/2.5

Método analítico : Según Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater 2005

Lima, 7 de Noviembre del 2019

MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. ESPECTROMETRÍA

Av. Túpac Amarú N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 12: Resultados de los análisis de las muestras (concentración de plomo).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

ANALISIS DE PLOMO EN DIECIOCHO MUESTRAS DE SUELOS

SOLICITADO POR : **EDWIN HERNAN ROMERO OLORTEGUI**
Procedencia de muestras : Distrito Independencia
Recepción de muestras : Lima, 15 de Noviembre del 2019

RESULTADO DEL ANALISIS DE MUESTRAS

	Muestras de suelos	Pb (mg/Kg)
1	M1-2" - Ácido acético	436
2	M1-6" - Ácido acético	389
3	M1-10" - Ácido acético	354
4	M2-2" - Ácido acético	514
5	M2-6" - Ácido acético	409
6	M2-10" - Ácido acético	384
7	M3-2" - Ácido acético	429
8	M3-6" - Ácido acético	374
9	M3-10" - Ácido acético	350
10	M1-2" - EDTA	291
11	M1-6" - EDTA	287
12	M1-10" - EDTA	279
13	M2-2" - EDTA	420
14	M2-6" - EDTA	400
15	M2-10" - EDTA	381
16	M3-2" - EDTA	351
17	M3-6" - EDTA	318
18	M3-10" - EDTA	285

Método de análisis : Espectrometría de Absorción Atómica

Lima, 19 de Noviembre del 2019

MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. ESPECTROMETRIA

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 13: Reporte de similitud con el programa turniting



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Aplicación de radiación microondas para remediar suelos contaminados por plomo a inmediaciones de una fábrica de acumuladores, Independencia 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:
Br. Edwin Herman Romero Orltegui (ORCID: 0000-0003-3604-1747)
Br. María Anali Rubio Jara (ORCID: 0000-0001-7532-3531)

ASESORA:
Mgtr. María Paulina Aliaga Martínez (ORCID: 0000-0003-2767-4825)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Calidad Y Gestión De Los Recursos Naturales

LIMA PERÚ
2019

Resumen de coincidencias

22 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

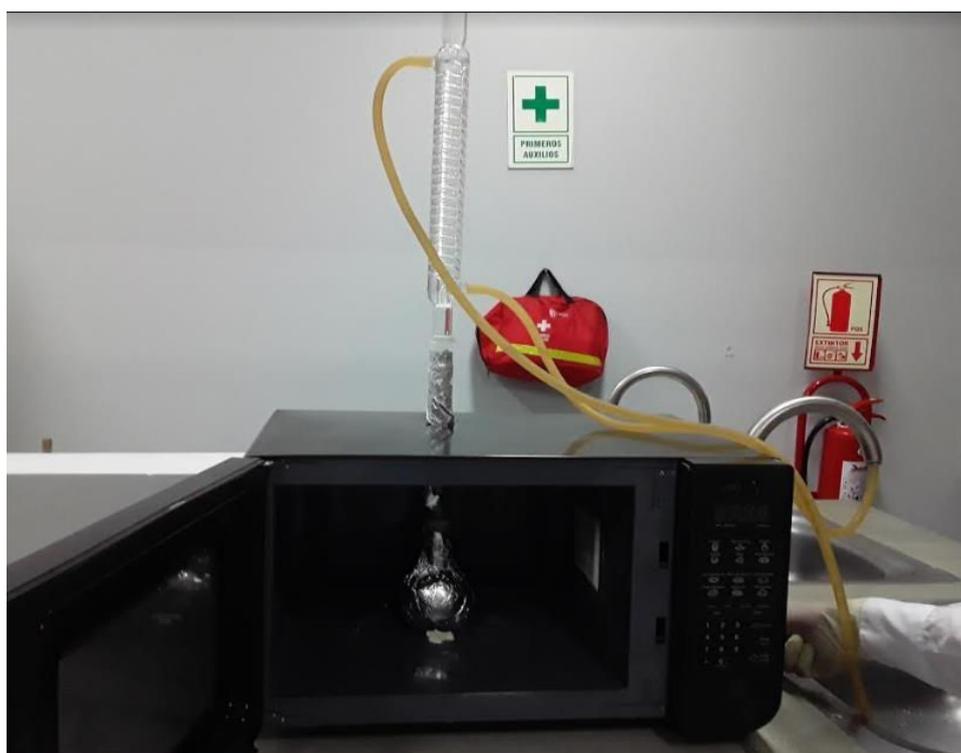
Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	6 %	>
2	calderon.cud.uvigo.es...	4 %	>
3	www.researchgate.net	1 %	>
4	www.jmcs.org.mx	1 %	>
5	idoc.pub	1 %	>
6	www.oalib.com	1 %	>
7	Entregado a Universida...	1 %	>

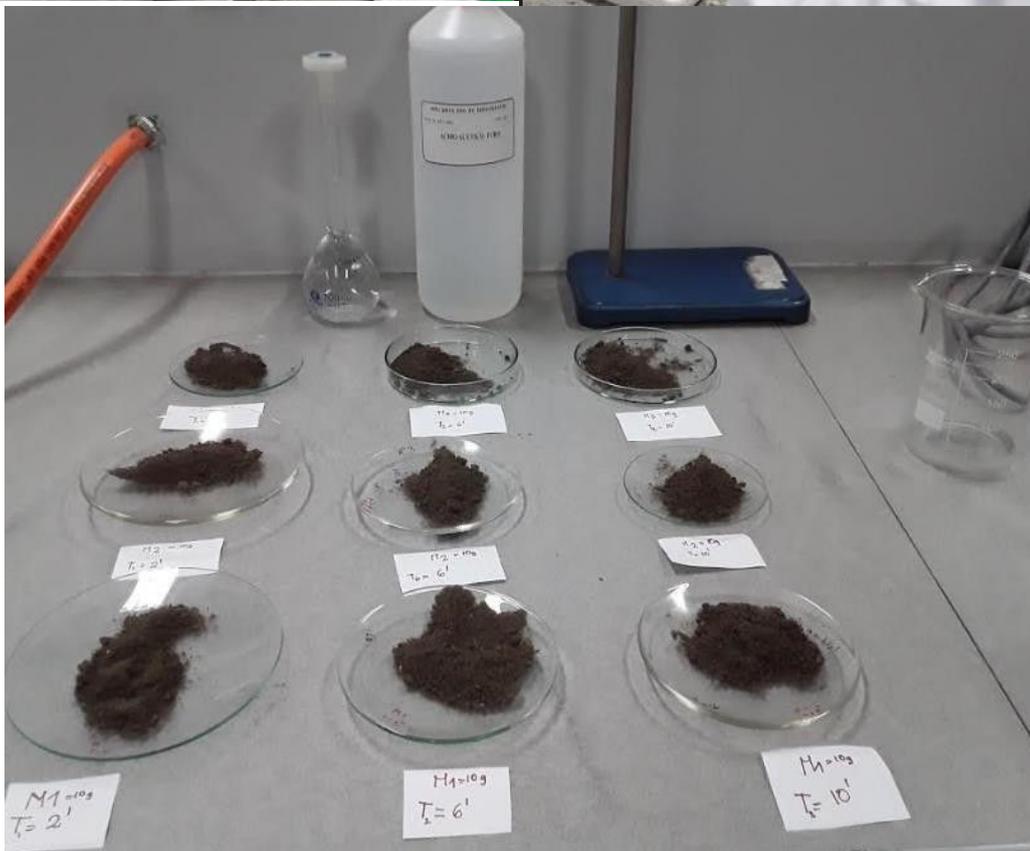
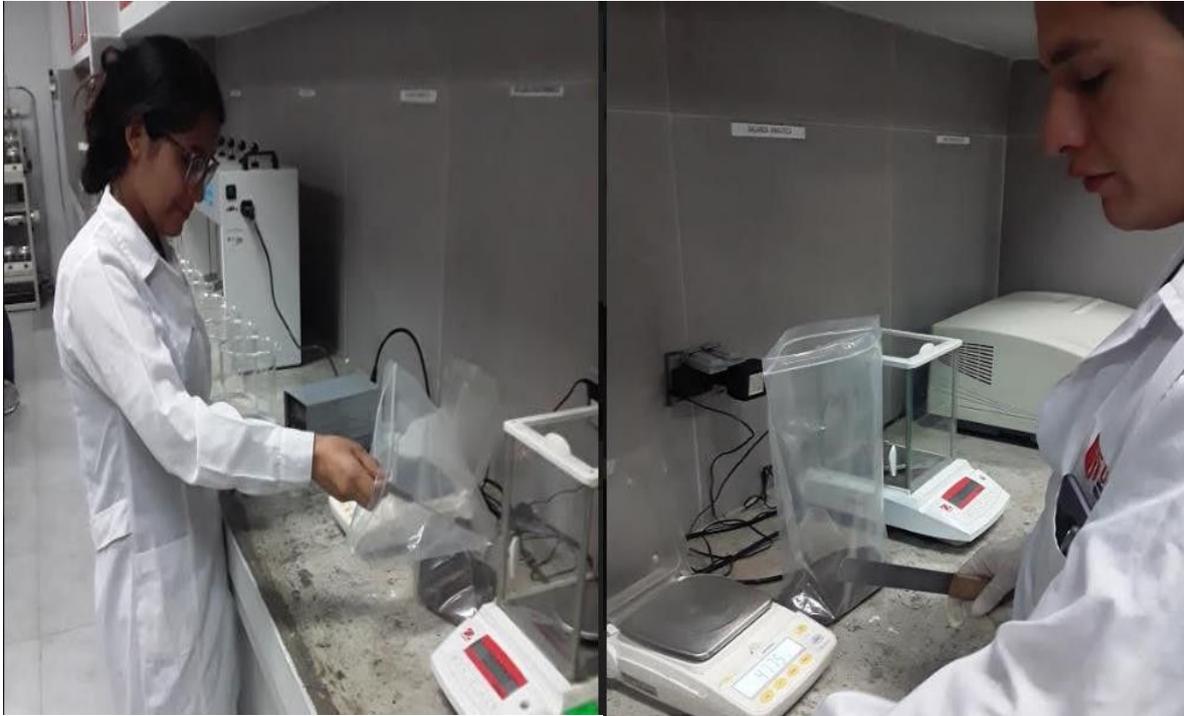
Anexo 14: Muestreo Inicial de suelo contaminado por plomo.



Anexo 15: Adaptación de instrumentos de laboratorio en el microondas para la extracción de plomo



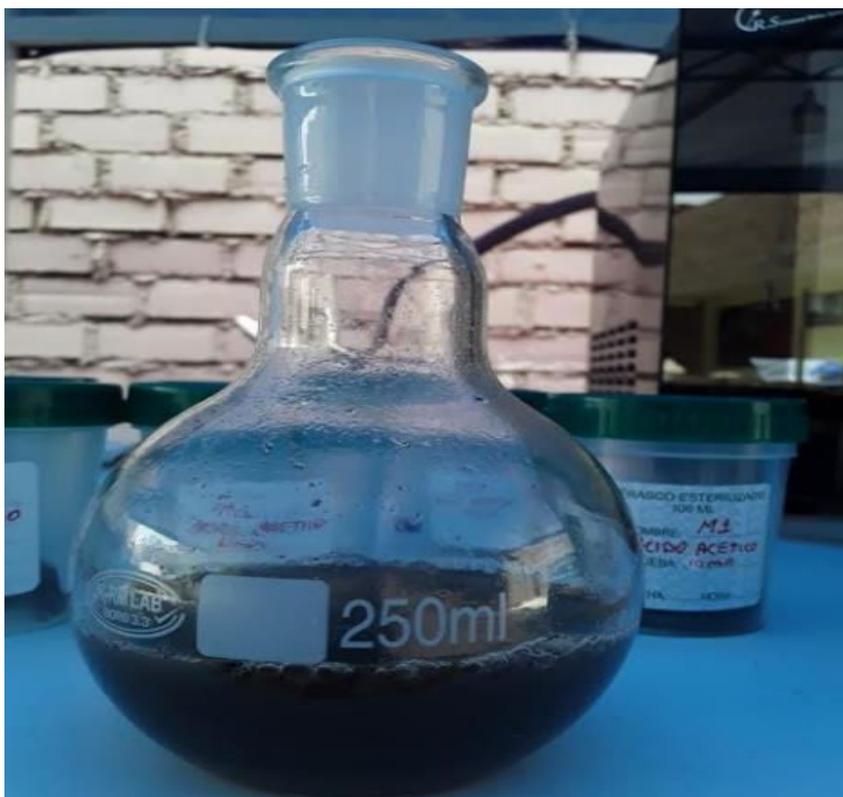
Anexo 16: Peso de las muestras para realizar el tratamiento



Anexo 17: Proceso de medición de pH y CE en el laboratorio



Anexo 18: Mezclado de muestras de suelo más disolventes



Anexo 19: Proceso de filtración



Anexo 20: Muestras post tratamiento

