

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EFFECTO POR LIXIVIADOS DEL BOTADERO MUNICIPAL EN EL SUELO POR
METALES PESADOS DISTRITO DE ILAVE - 2023**

PRESENTADA POR:

TONY GASTON PACOMPIA COAQUIRA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO - PERÚ

2023



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe/) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



12.19%

SIMILARITY OVERALL

0%

POTENTIALLY AI

SCANNED ON: 20 SEP 2023, 3:49 PM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL
1.88%

● CHANGED TEXT
10.31%

Most likely AI

Highlighted sentences with the lowest perplexity, most likely generated by AI.

● LIKELY AI
0%

● HIGHLY LIKELY AI
0%

Report #18215473

TONYGASTON PACOMPIA COAQUIRA EFECTO POR LIXIVIADOS DEL BOTADERO MUNICIPAL EN EL SUELO POR METALES PESADOS DISTRITO DE ILAVE - 2023 RESUMEN En

esta investigación, se realizó un estudio exhaustivo para evaluar el impacto de los lixiviados del botadero municipal en el suelo en el distrito de Ilave, centrándose en la presencia de metales pesados como arsénico, cadmio, mercurio y plomo. Los análisis revelaron que estas sustancias estaban presentes en concentraciones significativas en los lixiviados y suelos muestreados. Se identificaron diversos metales pesados en los lixiviados del botadero municipal, resaltando concentraciones notables, como arsénico (As) a 1.0099 mg/L, cadmio (Cd) a 0.12789 mg/L, mercurio (Hg) a 0.00007 mg/L y plomo (Pb) a 0.53794 mg/L.

Esta situación subraya la urgente necesidad de una gestión adecuada de desechos para prevenir la filtración de sustancias tóxicas al suelo y al agua cercana. Los suelos del botadero también mostraron la presencia de metales pesados en concentraciones variables. Se determinaron niveles de arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) en diferentes puntos de muestreo. Aunque los niveles en los suelos no superaron los Estándares de Calidad Ambiental para suelo agrícola establecidos por el MINAM, es importante seguir monitoreando para prevenir acumulaciones a largo plazo. 26

Palabrasclave: Lixiviados, suelo, metales pesados, residuos sólidos, contaminación del suelo, contaminación de lixiviados. ABSTRACTIn this

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS

**EFFECTO POR LIXIVIADOS DEL BOTADERO MUNICIPAL EN EL SUELO POR
METALES PESADOS DISTRITO DE ILAVE - 2023**

PRESENTADA POR:

TONY GASTON PACOMPIA COAQUIRA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:


Dr. JORGE ABAD CALISAYA CHUQUIMIA

PRIMER MIEMBRO

:


Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

SEGUNDO MIEMBRO

:


M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR DE TESIS

:


Dr. ESTEBAN SIDRO LEON APAZA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería ambiental

Línea de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 29 de setiembre del 2023

DEDICATORIA

Con sincero afecto, estima y gratitud dedico el presente trabajo a mis padres Julian Gerardo Pacompia Mamani y Julia Coaquira Ticona por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica. Muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa en la realización de esta tesis. Su apoyo, orientación y dedicación fueron fundamentales para lograr este importante logro.

En primer lugar, deseo expresar mi gratitud a mi asesor, Dr. Esteban Isidro Leon Apaza, por su guía experta, paciencia y consejos valiosos a lo largo de todo el proceso de investigación. Su compromiso y entusiasmo por mi proyecto fueron una fuente constante de inspiración.

No puedo dejar de mencionar a mi familia, quienes siempre creyeron en mí y me brindaron su amor incondicional. Sus palabras de aliento y constante respaldo fueron fundamentales para mantenerme motivado/a durante los momentos más desafiantes.

Asimismo, extiendo mi gratitud a todos los participantes de este estudio, cuya colaboración generosa permitió obtener los datos necesarios para llevar a cabo esta investigación. Su contribución es invaluable y ha enriquecido significativamente los resultados presentados en esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
INDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	14
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
1.2. ANTECEDENTES	14
1.2.1. INTERNACIONALES	14
1.2.2. NACIONALES	16
1.2.3. LOCALES	18
1.3. OBJETIVOS	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	20
2.1.1. SUELO	20

2.1.2. CONTAMINACIÓN DEL SUELO	20
2.1.3. TIPOS DE CONTAMINACIÓN DE SUELO	21
2.1.4. CONTAMINACIÓN POR LIXIVIADOS	21
2.1.5. LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y SU IMPACTO EN EL AMBIENTE	22
2.1.6. METAL PESADO	23
2.1.7. ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR METALES PESADOS	24
2.1.8. MOVILIZACIÓN DE LOS METALES PESADOS EN FORMA NATURAL POR EL VIENTO Y AGUA	24
2.1.9. EFECTO DE LOS METALES PESADOS COMO CADMIO, MERCURIO, PLOMO, ARSÉNICO Y COBRE	25
2.1.10. LEY GENERAL DEL AMBIENTE	25
2.1.11. ESTÁNDARES DE CALIDAD PARA SUELOS (ECAS)	26
2.2. MARCO CONCEPTUAL	27
2.2.1. CALIDAD DEL SUELO	27
2.2.2. SITIO CONTAMINADO	28
2.2.3. MUESTREO DE SUELOS	28
2.2.4. COMPOSICIÓN DEL LIXIVIADO	29
2.2.5. CALIDAD DE LOS LIXIVIADOS	29
2.3. HIPÓTESIS	30
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	30
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	31
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	32
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	34
3.2.1. POBLACIÓN	34
3.2.2. MUESTRA	34

3.3. MÉTODOS Y MATERIALES	34
3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	35
3.3.3. MÉTODO	35
3.3.4. MATERIALES	35
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	36
3.4.1. TÉCNICAS	36
3.4.2. INSTRUMENTOS	36
3.4.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	36
3.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	38
3.6. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	39

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. EVALUAR EL EFECTO POR LIXIVIADOS DEL BOTADERO MUNICIPAL EN EL SUELO POR METALES PESADOS DISTRITO DE ILAVE - 2023	40
4.2. IDENTIFICAR LOS METALES PESADOS PRESENTES EN LOS LIXIVIADOS DEL BOTADERO MUNICIPAL.DEL DISTRITO DE ILAVE	41
4.3. DETERMINAR LOS METALES PESADOS PRESENTES EN SUELOS DEL BOTADERO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE ILAVE.	42
4.4. COMPARAR LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS DEL SUELO CON LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL ESTABLECIDOS POR EL MINAM.	43
4.5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	44
4.5.1. RESULTADOS DE METALES PESADOS EN LIXIVIADOS	44
4.5.2. RESULTADOS DE METALES PESADOS EN SUELOS	46
4.6. RESULTADOS DE METALES PESADOS COMPARADOS CON EL ECA EN SUELO AGRÍCOLA	48
4.7. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MUESTREO CON EL ECA	

SUELO	53
4.7.1. RESULTADOS DE COMPARACIÓN DE METALES PESADOS CON EL ECA PARA SUELO	53
4.7.2. RESULTADOS DE PH Y TEMPERATURA EN LOS SUELOS DE MUESTREO	54
4.8. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3	54
4.9. DISCUSIÓN	55
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Ubicación del botadero municipal del distrito de llave	32
Tabla 02: Ubicación de los puntos de muestreo.	33
Tabla 03: Operacionalización de variables de la investigación	38
Tabla 04: Resultados de metales pesados en muestra de lixiviado.	44
Tabla 05: Resultados de metales pesados en muestras de suelos.	46
Tabla 06: Resultados de As, Cd, Hg y Pb de los puntos de muestreo	48
Tabla 07: Comparación de los resultados obtenidos con el ECA suelo	53
Tabla 08: Resultados de pH y temperatura obtenidos en los suelos de muestreo	54

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Movilidad natural de los metales pesados en el suelo.	25
Figura 02: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.	27
Figura 03: Composición del lixiviado.	29
Figura 04: Datos sobre la composición de los lixiviados procedentes de vertederos nuevos y maduros.	30
Figura 05: Ubicación del botadero municipal del distrito de Ilave.	33
Figura 06: Ubicación de los puntos de muestreo en la zona de investigación.	34
Figura 07: Resultados de metales pesados en muestra de lixiviado.	45
Figura 08: Resultados de metales pesados de suelo, punto 1.	46
Figura 09: Resultados de metales pesados de suelo, punto 2.	47
Figura 10: Resultados de metales pesados de suelo, punto 3.	48
Figura 11: Resultados de las concentraciones de Arsénico (As) con el ECA.	49
Figura 12: Resultados de las concentraciones de Cadmio (Cd) con el ECA..	50
Figura 13: Resultados de las concentraciones de Mercurio (Hg) con el ECA.	51
Figura 14: Resultados de las concentraciones de Plomo (Pb) con el ECA.	52

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de Consistencia	65
Anexo 02: Instrumentos	67
Anexo 03: Registro Fotográfico	70
Anexo 04: Registro de datos en Campo	81
Anexo 05: Resultados de Laboratorio AGQ Labs	84

RESUMEN

En esta investigación, se realizó un estudio exhaustivo para evaluar el impacto de los lixiviados del botadero municipal en el suelo en el distrito de Llave, centrándose en la presencia de metales pesados como arsénico, cadmio, mercurio y plomo. Los análisis revelaron que estas sustancias estaban presentes en concentraciones significativas en los lixiviados y suelos muestreados. Se identificaron diversos metales pesados en los lixiviados del botadero municipal, resaltando concentraciones notables, como arsénico (As) a 1.0099 mg/L, cadmio (Cd) a 0.12789 mg/L, mercurio (Hg) a 0.00007 mg/L y plomo (Pb) a 0.53794 mg/L. Esta situación subraya la urgente necesidad de una gestión adecuada de desechos para prevenir la filtración de sustancias tóxicas al suelo y al agua cercana. Los suelos del botadero también mostraron la presencia de metales pesados en concentraciones variables. Se determinaron niveles de arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) en diferentes puntos de muestreo. Aunque los niveles en los suelos no superaron los Estándares de Calidad Ambiental para suelo agrícola establecidos por el MINAM, es importante seguir monitoreando para prevenir acumulaciones a largo plazo.

Palabras clave: Suelo, metales pesados, residuos sólidos, contaminación del suelo, contaminación de lixiviados.

ABSTRACT

In this investigation, a comprehensive study was carried out to assess the impact of leachate from the municipal dump on the soil in the district of Ilave, focusing on the presence of heavy metals such as arsenic, cadmium, mercury and lead. The analyzes revealed that these substances were present in significant concentrations in the leachates and sampled soils. Various heavy metals were identified in the leachate from the municipal dump, highlighting notable concentrations such as arsenic (As) at 1.0099 mg/L, cadmium (Cd) at 0.12789 mg/L, mercury (Hg) at 0.00007 mg/L, and lead (Pb) to 0.53794 mg/L. This situation underscores the urgent need for proper waste management to prevent the seepage of toxic substances into the soil and nearby water. The dump soils also showed the presence of heavy metals in variable concentrations. Arsenic (As), cadmium (Cd), mercury (Hg) and lead (Pb) levels were determined at different sampling points. Although the levels in the soils did not exceed the Environmental Quality Standards for agricultural land established by MINAM, it is important to continue monitoring to prevent long-term accumulations.

Keywords: Soil, heavy metals, solid waste, soil contamination, leachate contamination.

INTRODUCCIÓN

En el distrito de llave, la gestión de residuos sólidos ha sido una preocupación constante debido a su potencial impacto ambiental y en la salud pública. Los botaderos municipales, si no se manejan adecuadamente, pueden ser fuentes significativas de contaminación del suelo y del agua debido a la generación de lixiviados, los cuales pueden contener una variedad de sustancias tóxicas, incluyendo metales pesados. Estos compuestos representan una amenaza para los ecosistemas locales y la comunidad en general.

La presente investigación se enfocó en evaluar el efecto de los lixiviados del botadero municipal en el suelo en el distrito de llave, con especial atención en la presencia y concentración de arsénico, cadmio, mercurio y plomo. Estos metales pesados, conocidos por sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente, se convierten en indicadores clave para evaluar la calidad y la posible contaminación del suelo en las cercanías de los botaderos.

Mediante una evaluación exhaustiva, se buscó identificar los niveles de concentración de estos metales pesados tanto en los lixiviados como en los suelos afectados por los mismos. Los resultados de esta investigación ofrecen información crucial para comprender la magnitud de la contaminación y sus posibles implicaciones. Además, permiten establecer conexiones directas entre la gestión inadecuada de desechos y la presencia de metales pesados en el entorno.

A lo largo de esta investigación, se exploraron los resultados obtenidos en cuanto a la presencia y concentración de arsénico, cadmio, mercurio y plomo en los lixiviados y en el suelo del botadero municipal. Estos hallazgos contribuyeron a una comprensión más profunda de los desafíos ambientales locales y sirven como punto de partida para la formulación de recomendaciones encaminadas a la mitigación de los impactos negativos asociados con la disposición inadecuada de desechos sólidos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El manejo inadecuado de los residuos sólidos a nivel mundial es un problema mayor para la sociedad ya que genera contaminación cuando se acumula o se dispone de manera inadecuada sin considerar el lugar adecuado que estos requieren para ser depositados, sobre todo considerando el suelo que es el principal afectado y que son los únicos donde se pueden depositar los residuos sólidos de los botaderos. Asimismo, la descomposición de la materia orgánica produce lixiviados, que perjudican el flujo continuo de agua Quintero Ramirez, (2017).

El manejo adecuado de los residuos sólidos municipales es uno de los temas más significativos que afectan los componentes ambientales en el Perú. El país está experimentando un aumento en este tema como resultado del hiperconsumismo, que también se ve agravado por la falta de conciencia y cultura ambiental porque usar y desechar cosas es la norma en nuestra sociedad. Duran Feliciano, (2021).

El botadero municipal ubicado en el distrito de Ilave genera lixiviados que contaminan la calidad del suelo de la zona, debido a la presencia de metales pesados en su composición. Esto representa un grave problema ambiental y de salud pública para la población cercana y para el ecosistema local. Por lo tanto, es necesario evaluar la contaminación de los lixiviados del botadero municipal sobre calidad del suelo, a partir de

la evaluación de concentración de metales pesados, con el fin de conocer la magnitud del problema y proponer estrategias de gestión ambiental que permitan minimizar sus efectos negativos.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el efecto por lixiviados del botadero municipal en el suelo por metales pesados distrito de llave - 2023 ?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Qué metales pesados contiene el lixiviado del botadero municipal del distrito de llave?

¿Cuál es el grado de contaminación por metales pesados en los suelos por los lixiviados del botadero municipal del distrito de llave?

¿Los niveles de concentración de metales pesados estarán dentro de los estándares de calidad ambiental establecidos por el MINAM?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. INTERNACIONALES

Castillo & Daniela, (2018) En su investigación “Evaluación de la contaminación del ex vertedero Zámbez mediante técnicas geofísicas”. Revista Internacional de Ciencias Ambientales, se eligió el objetivo principal en base a la alta probabilidad de encontrar lixiviados en las áreas aledañas al botadero. Dado que los lixiviados tienen una alta conductividad y una baja resistividad de menos de 4 ohmios, sabemos por estudios anteriores que la tienen. Al realizar sondeos eléctricos verticales lejos del ex botadero de Zámbez en dirección este, fue posible identificar los estratos contaminados del lixiviado. Estas medidas se realizaron inyectando corriente continua a través de cuatro electrodos, dos de potencia y dos de corriente, utilizando el método Schlumberger y un resistivímetro de la marca PASI. Los datos de campo del resistivímetro fueron procesados en el V. E. S. Obteniendo resistividades de 1 ohm m en el año 2000 a una profundidad de 17.5 m. Debido a la historia de la ubicación, se supone que la razón de la resistividad puede ser

un medio poroso que quizás haya sido saturado con lixiviado. Para determinar el posible desplazamiento por advección de la contaminación potencial en un medio poroso saturado, se creó un modelo de simulación del área examinada utilizando el programa Processing ModFlow basado en las resistividades obtenidas. resultando en el desplazamiento del mencionado contaminante 380 metros en dirección noreste en el transcurso de aproximadamente 16 años.

Malavé-Suárez & Muñoz-Naranjo, (2020) En su investigación “Seguimiento de la contaminación de lixiviados en el relleno sanitario de la empresa pública EMASA en el cantón Santa Elena”. Revista Internacional de Ciencias Ambientales, tuvo como objetivo realizar un seguimiento de la contaminación de los lixiviados producidos en el relleno sanitario de la empresa pública EMASA en el cantón Santa Elena. Esto nos permitió obtener los siguientes resultados de los análisis de laboratorio realizados por laboratorios acreditados y mediante el uso de la ecuación T-Student. DBO5 42.700 mg/L, COD5, 9381,2 mg/L, SS, 816 mg/L, SD, 29.200 mg/L, pH, 828, T, 25,8 °C, Pb, 0,5 mg/L, Hg, 0,5 mg/L , NTU, color, 86,000 mg/L y olor no se miden. Estos valores superan los umbrales de contaminación establecidos en TULSMA I Libro VI para descargas de aguas residuales a cuerpos de agua dulce. El 78 por ciento de los sólidos suspendidos y el 22 por ciento del líquido presente en los lixiviados fueron removidos exitosamente por el tratamiento físico-químico utilizado en esta investigación.

Balcazar, (2020) En el estudio se evaluó la contaminación del suelo de un vertedero en Tabasco, México. Con el fin de instalar seis pozos de monitoreo de suelos y caracterizar las muestras tomadas de ellos, se realizó un levantamiento topográfico al respecto. El análisis muestra que la alta concentración de metales pesados como Cd, Ni, Cr y Pb en el lixiviado fue causada por el intercambio catiónico entre el suelo y el lixiviado, donde ocurre la absorción de cationes y metales pesados.

Cerón & Cruz, (2020) La investigación evaluó las matrices de agua superficial, agua subterránea y suelo de las zonas aledañas al Relleno Sanitario de Santa Ana, con el objetivo de determinar los niveles de concentración de metales pesados, específicamente cadmio, níquel, plomo y zinc. Se encontró que todas las muestras analizadas para cadmio cumplían con la normativa mexicana NOM 147-SEMARNAT/SSA1-2004, que indica un límite máximo permisible del metal de 37 mg/kg (base seca). Sin embargo, los puntos CEZ-03 (caserío El Zompopo) y CSJ-18 (caserío San Jacinto) presentaron valores cuantificables para cadmio que superan este límite, reportando valores de 2.3616 y 3.4651 mg/kg, respectivamente. Esto indica la presencia de contaminación por metales pesados en la zona estudiada, lo cual puede representar un riesgo para la salud humana y el ambiente.

1.2.2. NACIONALES

Díaz Fonseca, (2019) En el estudio que se realizó en el botadero municipal del Distrito de San Pablo en Tarapoto, la evaluación de la contaminación del suelo por los lixiviados resultantes del vertedero arrojó la presencia de metales pesados como Cd, Pb, Cr VI y Cr Total. En comparación con el D.S, se compararon los resultados. N° 002-2013-MINAM, en el cual se encontró que el cadmio supera los valores establecidos por la ECA para suelos agrícolas y que las cantidades muestreadas de Cr VI y Pb no superan dichos valores.

Saavedra La Torre, (2020) El objetivo principal de la investigación fue determinar la afectación del suelo contaminado por lixiviados en el botadero de Cuñumbuque, San Martín. Se aplicó un diseño de investigación no experimental y transversal, tomando como población al suelo del botadero y dos muestras de suelo de 1 kg por cada área determinada como muestra. Los resultados indican que ambas muestras presentaron un mayor porcentaje de arcilla como parámetro físico, y en términos de metales pesados, la muestra M2 presentó mayor concentración de cadmio (Cd) y plomo (Pb) que la M1. La cantidad de materia orgánica en ambas muestras se consideró normal. En conclusión, la

investigación sugiere que la afectación del suelo contaminado por lixiviados en el botadero de Cuñumbuque no es tan alta.

Pilco Isuiza, (2021) En su estudio analizó la influencia de los lixiviados generados por la inadecuada disposición final de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en los botaderos de cielo abierto en la concentración de metales pesados en suelo del botadero municipal de la ciudad de Moyobamba. Se recolectaron 03 muestras de lixiviados y 09 muestras de suelo para analizar la presencia de Cadmio, Arsénico y Plomo. Los resultados obtenidos permitieron caracterizar los niveles de concentración de los metales pesados y el pH en los lixiviados y en el suelo. El estudio comparó los resultados de los niveles de concentración de metales pesados en el suelo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para suelo agrícola, y se encontró que los resultados no superan los niveles de concentración que se estipulan en los ECAs. Además, se realizó una prueba de normalidad en los datos de concentración de metales pesados en los lixiviados y en el suelo, y se encontró que los datos en ambas variables no presentaban normalidad. Por último, se aplicó el test de Correlación de Spearman para determinar la relación entre la concentración de metales pesados en los lixiviados y en el suelo, y se encontró una correlación muy baja entre ambas variables ($r = 0.133$, $r^2 = 1.77\%$).

Falcón Núñez, (2016) Examinó la afectación del suelo en su trabajo de investigación como resultado de la disposición de residuos sólidos urbanos del vertedero Roma-Casa Grande. Tesis de licenciatura. Universidad de César Vallejo. Trujillo-Perú. 2016. El autor concluye afirmando que la disposición final inadecuada de los residuos sólidos municipales generó la presencia de metales pesados como plomo, cadmio y cromo VI en suelos donde sus concentraciones excedieron los Estándares de Calidad Ambiental para suelos, lo que resultó en una serie de efectos negativos sobre el medio ambiente, los sectores sociales y económicos a nivel local, regional y nacional.

1.2.3. LOCALES

Ticona Carrizales & Apaza Panca, (2020) En su estudio de investigación, evaluaron el impacto de la contaminación por residuos sólidos en el suelo y agua del basurero sanitario Cancharani Puno. En este estudio, se encontró que el límite máximo permisible (LMP) establecido para el parámetro de demanda química de oxígeno (DQO) en el efluente líquido de los rellenos sanitarios era superado por el efluente lixiviado del basurero Cancharani Puno, lo que indica una posible contaminación del agua subterránea cercana. Esto sugiere la necesidad de mejorar la gestión y disposición de residuos sólidos en la zona para reducir la contaminación del suelo y agua subterránea cercana al basurero.

Torres Quispe, (2018) El proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar la concentración de metales pesados en los suelos cercanos al vertedero Cancharani de la ciudad de Puno, Perú, y contrastarlos con los estándares de calidad ambiental del suelo. Se identificó la contaminación por metales pesados como un tema clave del marco ambiental de la ciudad, debido al crecimiento poblacional y al mayor consumo de materiales que no son tratados antes de ser dispuestos en el vertedero. Se tomaron muestras de suelo en 9 puntos estratégicos a una profundidad de 40 cm, a varias distancias en los bordes del vertedero, y se realizaron análisis de la concentración de metales en cada punto utilizando los métodos de espectrometría de absorción atómica y horno de grafito, y para la distribución, el modelo Kriging. Los resultados mostraron que las concentraciones de los metales pesados plomo (Pb), cadmio (Cd) y cobre (Cu) en los suelos del botadero Cancharani excedieron los límites máximos permisibles, con excepción del arsénico (As) y mercurio (Hg), que se encontraron dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para suelo agrícola. Los metales pesados cadmio, plomo, mercurio y cobre tienen concentraciones más bajas a medida que se alejan del centroide del vertedero, con la excepción del arsénico metálico, que tiene una concentración más alta. Esto indica que el botadero de Cancharani está contaminando el suelo de la zona y que se deben tomar medidas para reducir su impacto ambiental.

Velasquez Vilca, (2021) La investigación evaluó los niveles de contaminación del agua y el suelo generados por los lixiviados del botadero de Chilla en Juliaca 2021. Se utilizó un enfoque cuantitativo, un diseño pre experimental y un nivel descriptivo en la investigación. Se encontró que el suelo tenía altas concentraciones de minerales como potasio, cobre, sulfatos, nitratos y cloruros, mientras que el agua subterránea estaba significativamente contaminada con niveles elevados de DBO y BQO. Además, los lixiviados contienen niveles excesivos de metales pesados como cobre, cadmio y cromo. La percepción social y ambiental mostró que el 76% de los pobladores considera que están amenazados por la contaminación generada por el botadero. Se concluyó que el área de disposición de residuos municipales presentaba un riesgo moderado del 46.67% para aspectos ambientales y socioeconómicos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto por lixiviados del botadero municipal en el suelo por metales pesados distrito de Llave - 2023

1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

Identificar los metales pesados presentes en los lixiviados del botadero municipal del distrito de Llave

Determinar los metales pesados presentes en suelos del botadero municipal del distrito de Llave.

Comparar la concentración de metales pesados del suelo con los estándares de calidad ambiental establecidos por el MINAM.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. SUELO

Es un cuerpo en movimiento que cubre la superficie terrestre. Es anisotrópico, lo que significa que fue creado a partir de una sustancia madre que fue cambiando gradualmente tanto en términos de su composición físico-química como biológica. Minerales, materia orgánica, seres vivos, aire y agua forman su composición (Martínez , 2008).

Segun (Burbano-Orjuela, 2016), Hace hincapié en la tierra y su importancia como recurso natural, por lo que su función y beneficios para la sociedad y la naturaleza se describen en términos de los servicios ecosistémicos o los servicios que proporciona, proporciona y contribuye a la seguridad alimentaria.

2.1.2. CONTAMINACIÓN DEL SUELO

Es la presencia en el suelo de un compuesto químico que no le pertenece naturalmente; Este compuesto está presente en concentraciones más altas en condiciones normales. Tiene un efecto negativo en todos los seres vivos en el suelo. Al determinar la 'contaminación del suelo', se debe tener en cuenta tanto la contaminación directa del suelo como la ocurrencia de varios procesos ambientales que conducen a la contaminación indirecta del suelo por el agua o los agentes atmosféricos. (Eugenio, 2019).

La contaminación del suelo es la introducción de elementos extraños en un sistema de suelo, o la presencia de uno de ellos en concentraciones inusuales, por sí solo o mediante la interacción con otros componentes, que afectan negativamente a los organismos del suelo que los consumen. o puede ser portado a otros sistemas (Arroyave & Restrepo, 2009).

2.1.3. TIPOS DE CONTAMINACIÓN DE SUELO

Uno o más eventos pueden ser provocados por suelo contaminado en un lugar específico. En este caso se reconocen dos tipos de contaminación

a) Contaminación puntual

Es uno en el que es sencillo identificar tanto la fuente de contaminación como el contaminante que se arrojó al suelo. Las principales causas de este tipo de contaminación son las actividades antropogénicas, que incluyen el uso excesivo de agroquímicos, derrames, vertederos no controlados y sitios de fábricas abandonadas. La gestión inadecuada de los residuos sólidos y la eliminación de las aguas residuales son otras causas importantes (Bravo-Inclán & Saldaña-Fabela, 2013).

b) Contaminación difusa

Cubre un área considerable y se extiende. Dado que no se origina en una sola fuente, la fuente de contaminación es difícil de identificar una vez que se ha acumulado en el suelo. Cuando se habla de este tipo de contaminación, se acepta que los contaminantes fueron transportados a través de los sistemas aire, suelo y agua (Bravo-Inclán & Saldaña-Fabela, 2013).

Cuando no existen controles suficientes, como falta de geomembranas, tratamientos y pozos, los lixiviados generados en los botaderos pueden convertirse en una contaminación difusa fuera del área de botadero.

2.1.4. CONTAMINACIÓN POR LIXIVIADOS

Según Novelo, (2002), "El filtrado es el líquido que se obtiene del proceso de liberar el exceso de agua de los residuos sólidos y filtrar el agua de lluvia a través de capas de

residuos sólidos contenidos en fases mixtas. Los lixiviados se consideran el principal y más fuerte contaminante generado en los rellenos sanitarios.”.

Segun Sáez, (2014), “Lixiviado es todo líquido que entra en contacto con los residuos de los rellenos sanitarios y se forma por la disolución de uno o más compuestos de los residuos sólidos urbanos en contacto con el suelo o por la dinámica del proceso de descomposición de los residuos.

2.1.5. LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y SU IMPACTO EN EL AMBIENTE

De acuerdo con el informe Gestión de Residuos Sólidos Urbanos y su Impacto Medioambiental, (2020), "El manejo de los residuos sólidos de las áreas urbanas se identifica como el factor de mayor impacto: factores sociales y políticos, debido a la falta de conciencia de la población sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos y en muchos casos poco preocupados por el gobierno local. [Para] mejorar el proceso general que enfrentan, entre ellos: la disposición final es un dilema, la aparición de vertederos informales aumenta la contaminación ambiental, afecta la salud de la comunidad".

Según Perez Gutierrez, (2016), "Los factores que determinan la forma y la intensidad de los impactos [ambientales] están relacionados con el tipo principal de desecho, la distancia desde los asentamientos hasta el vertedero, la profundidad de las aguas subterráneas, la distancia y las características de las fuentes de aguas superficiales que pueden verse afectadas".

Gomez, (2015) afirma que "Los contaminantes pueden formarse como gases en el aire y el suelo o entrar en las aguas superficiales y subterráneas. Si no se ha encontrado un contaminante en el vertedero, es importante determinar la ruta del contaminante, la ruta desde el vertedero hasta el lugar de detección".

Según la *Evaluación del impacto ambiental, económico y social*, (1995), "El impacto ambiental es un conjunto de efectos positivos y negativos que la actividad económica realizada o planificada tiene sobre el nivel de vida y el medio ambiente natural en el área de impacto".

“La cuestión de los residuos afecta en general y de forma horizontal a todas las actividades, personas y espacios, convirtiéndose en problema no sólo por lo que representa en términos de recursos abandonados sino por la creciente incapacidad para encontrar lugares que permitan su acomodo correcto desde un punto de vista ecológico.”
EC ORGÁNICAS, (2009).

2.1.6. METAL PESADO

El término metal pesado se refiere a cualquier elemento químico metálico que tiene una densidad relativamente alta y es tóxico o tóxico incluso en concentraciones muy bajas. Los ejemplos de metales pesados o algunos metaloides incluyen, entre otros, mercurio (Hg), cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), talio (Tl) y plomo (Pb). (Méndez, 2009).

Los metales pesados incluyen elementos como el plomo, cadmio, cromo, mercurio, zinc, cobre, plata y otros, que son un grupo de gran importancia porque algunos de ellos son esenciales para las células, pero en altas concentraciones pueden ser tóxicos para los organismos vivos, el suelo organismos, plantas y animales, incluidos los humanos. (Méndez, 2009).

Los metales pesados llaman la atención por sus propiedades contaminantes específicas:

- Tienen una naturaleza acumulativa, la concentración no disminuye con el tiempo. (Huertos & Baena, 2008).
- Son esenciales y beneficiosos para las plantas y otros organismos hasta cierto punto, pero también son tóxicos cuando se encuentran en exceso. Siempre están presentes en el suelo en concentraciones conocidas como niveles de fondo, siendo su origen no del exterior sino del material original de la roca y sus transformaciones. (Huertos & Baena, 2008).
- Suelen aparecer como cationes que interactúan fuertemente con la matriz del suelo, lo que en ocasiones conduce a la identificación de metales pesados dado que incluso en altas concentraciones pueden existir en forma de un químico inofensivo o inerte. Sin embargo, estos metales pueden mobilizarse y cambiar químicamente bajo la

influencia de condiciones ambientales cambiantes. Por esta razón, se clasifican como bombas de tiempo químicas. (Huertos & Baena, 2008).

2.1.7. ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR METALES PESADOS

Los metales pesados en el suelo pueden ser de origen geológico o antropogénico. Básicamente, el contenido de metal en el suelo se debe a la meteorización del material original. Además, la erosión de los minerales por el viento y la lluvia y la descomposición de las rocas son los principales procesos naturales por los que los metales pueden participar en el ciclo hidrológico. La liberación de cationes de las rocas durante la meteorización depende de muchos parámetros diferentes, como el clima, la topografía, la permeabilidad, el tiempo y la actividad biológica, especialmente de los microorganismos. (Huertos & Baena, 2008).

En las pruebas de contaminantes, no es suficiente detectar la presencia de un contaminante, es necesario determinar el nivel máximo aceptable, así como analizar los factores que pueden afectar la respuesta del suelo a los contaminantes, incluida la biodisponibilidad del suelo. y su última carga. El primero depende en gran medida de la llamada disponibilidad geográfica. (Huertos & Baena, 2008).

2.1.8. MOVILIZACIÓN DE LOS METALES PESADOS EN FORMA NATURAL POR EL VIENTO Y AGUA

La movilidad natural de los metales pesados en el suelo es el resultado de la actividad biológica, la interacción de las fases sólida y líquida y la acción del agua.

La circulación de los metales con el agua está influenciada por el balance hídrico en el suelo que, dependiendo de las propiedades fisicoquímicas del suelo, se ve afectado por la precipitación, la evaporación, la escorrentía y la infiltración. La influencia de la reacción del suelo merece énfasis, porque la mayoría de los elementos traza, excepto Mo, As y Se, son más móviles en condiciones de mayor acidez. (Keats, 2013), en la siguiente figura 2 podemos observar la movilización natural de los metales pesados.

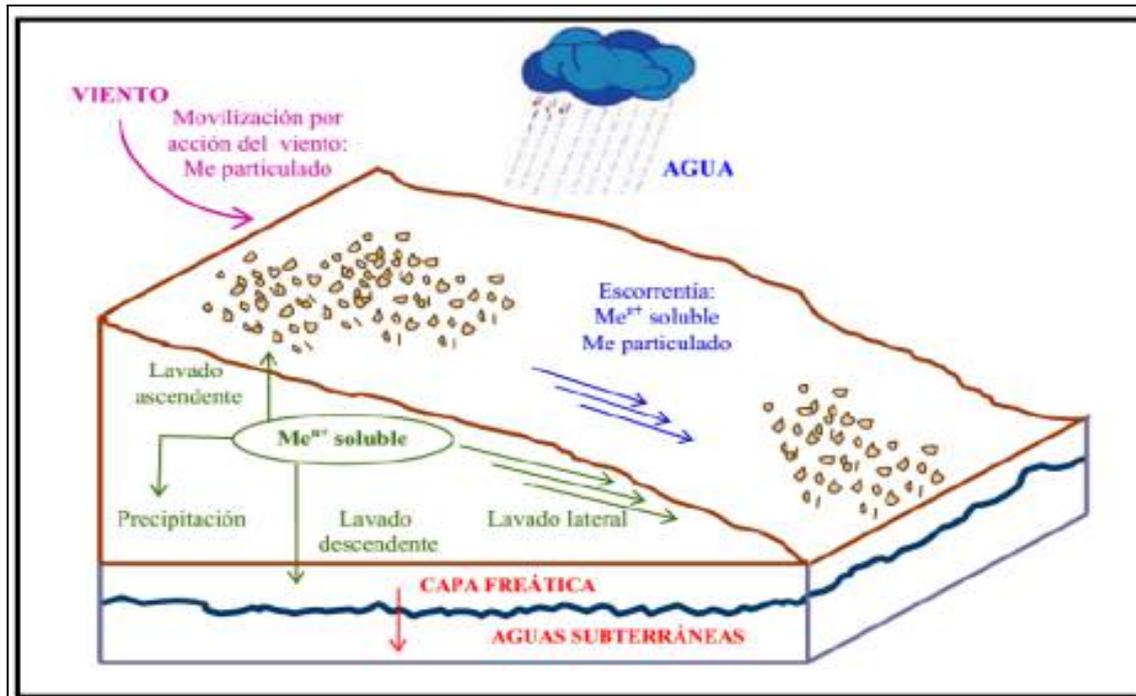


Figura 01: Movilidad natural de los metales pesados en el suelo.

La movilización de material particulado, también en el aire, tiene importantes implicaciones para la salud, principalmente a través de la inhalación de partículas finas de 10 micras o menos de diámetro, que pueden ser absorbidas en la zona alveolar, representando un riesgo para la salud pública. (Keats, 2013).

2.1.9. EFECTO DE LOS METALES PESADOS COMO CADMIO, MERCURIO, PLOMO, ARSÉNICO Y COBRE

El término metal pesado se refiere a cualquier elemento químico metálico que tiene una densidad relativamente alta y es tóxico o tóxico incluso en concentraciones muy bajas. Los ejemplos de metales pesados o algunos metaloides incluyen, entre otros, mercurio (Hg), cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), talio (Tl) y plomo (Pb). (Covarrubias & Cabriales, 2017).

2.1.10. LEY GENERAL DEL AMBIENTE

Esta es la norma reguladora del marco legal y regulatorio de la gestión ambiental peruana. Contribuye al ejercicio efectivo del derecho a un medio ambiente sano, equilibrado y apropiado para el pleno desarrollo de la vida, así como a la gestión

ambiental eficaz, para asegurar el cumplimiento de las obligaciones de protección ambiental. Establece los principios y normas básicos de la población, sus componentes encaminados a mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país. (*Ley General del Ambiente.*, 2017)

2.1.11. ESTÁNDARES DE CALIDAD PARA SUELOS (ECAS)

Según el (*Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.- Ministerio del Ambiente*) Los estándares de calidad ambiental (ECA) es una medida que determina la cantidad de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que están presentes en el suelo como cuerpo receptor pero que no representan un riesgo significativo para la salud humana o el medio ambiente. por Decreto Supremo, que aprobó la política ambiental. El contar con parámetros de contaminación para el control y mantenimiento de la calidad del suelo se menciona en el lineamiento 002-2013-MINAM, el cual forma parte de los lineamientos para la gestión integrada de la calidad ambiental.

Parámetros en mg/kg PS ²	Usos del Suelo ¹			Métodos de ensayo ¹⁾ y ²⁾
	Suelo Agrícola ²⁾	Suelo Residencial/ Parques ²⁾	Suelo Comercial ²⁾ / Industrial/ Extractivo ²⁾	
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos aromáticos volátiles				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 ³⁾ EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,082	0,082	0,082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos ¹⁾	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos poliaromáticos				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a)pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fración de hidrocarburos F1 ¹⁾ (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fración de hidrocarburos F2 ¹⁾ (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fración de hidrocarburos F3 ¹⁾ (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				
Bifenilos policlorados - PCB ¹⁾	0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
INORGÁNICOS				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total ¹⁾	750	500	2000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 ¹⁾
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200,8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	EPA 9013 SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y16 ISO 17690:2015

Figura 02: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

Fuente: Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. CALIDAD DEL SUELO

Según Cruz & Barra, (2004) “La calidad y la condición del suelo son conceptos equivalentes pero no siempre sinónimos (Doran y Parkin, 1994). La calidad debe entenderse como la idoneidad del suelo para un propósito particular durante un amplio período de tiempo (Carter, 1997). El estado de las propiedades dinámicas del suelo,

como el contenido de materia orgánica, la diversidad de organismos o productos microbianos a lo largo del tiempo, determina la salud del suelo (Romig, 1995).”

2.2.2. SITIO CONTAMINADO

Según la Guía para muestreos de suelos (*Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM*, 2014); un sitio contaminado es: “Los suelos cuyas propiedades químicas se ven afectadas negativamente por la presencia de sustancias químicas contaminantes provocadas por la actividad humana se depositan en concentraciones que, dependiendo del uso actual o previsto del suelo y del medio ambiente, son alrededores, suponen un riesgo para la salud humana o el medio ambiente.”.

2.2.3. MUESTREO DE SUELOS

Según el Ministerio del Ambiente (*MINAM*, 2014), en el documento "Guía para el muestreo de suelos contaminados" (2014), el muestreo se define como "el acto de tomar una muestra representativa para caracterizar el suelo de prueba, donde la muestra se puede identificar como una porción representativa que exhibe las mismas características o propiedades del material de prueba que la muestra enviada al laboratorio. Estas son las muestras seleccionadas para el análisis de acuerdo con la ley y la finalidad prevista".

Según el Ministerio del Ambiente. (*MINAM*, 2014), , "El método de muestreo utilizado depende del propósito de la prueba, las condiciones del suelo, la meteorología, la geología y la hidrogeología del área, y la profundidad y disponibilidad del contaminante que se está analizando, y los requisitos analíticos de cantidad y calidad de muestra"

“Para muestras superficiales: Usando una sonda de mano, se pueden tomar muestras de la superficie (hasta una profundidad de aproximadamente un metro). El sistema es relativamente simple, rápido de usar y económico. La cantidad de suelo que se puede recuperar por este método es pequeña y será necesario tomar muestras mixtas de varios pozos. Otros métodos alternativos de muestreo de superficie pueden ser hoyos o surcos.”. (*MINAM*, 2014).

“Para muestras en profundidad: También puede haber una distribución espacial profunda de contaminantes en un área potencialmente contaminada. Esto puede ser

consecuencia de la interacción entre las características y propiedades del suelo a lo largo de la sección transversal y las características y propiedades de los propios contaminantes. Por lo tanto, es importante que el muestreo también refleje la posible variación espacial de los contaminantes con la profundidad. De lo contrario, las decisiones tomadas pueden ser incompletas.” (MINAM, 2014).

2.2.4. COMPOSICIÓN DEL LIXIVIADO

Chávez Montes, (2011), afirma que "a medida que el agua se filtra a través de los desechos sólidos en descomposición, los materiales biológicos y los componentes químicos se disuelven en la solución. Este proceso da como resultado un flujo de líquido que se caracteriza principalmente por una gran cantidad de sustancias, a menudo con valores de pH extremadamente altos, altas cargas orgánicas y metales pesados, y sus fuertes olores."

Físicos	Constituyentes orgánicos	Constituyentes inorgánicos	Biológicos
Aspecto	Químicos orgánicos	Sólidos en suspensión (SS), sólidos totales disueltos (STD)S.	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).
pH	Fenoles	Sólidos volátiles en suspensión (SVS), sólidos volátiles disueltos (SVD).	Bacterias coliformes (total, fecal, fecal estreptococo).
Potencial de reducción de oxidación	Demanda química de oxígeno (DQO).	Cloruros	Recuento sobre placas estándar.
Conductividad.	Carbono orgánico total (COT).	Sulfatos.	
Color	Acidos volátiles	Fosfatos.	
Turbiedad	Taninos, ligninas.	Alcalinidad y acidez.	
Temperatura	N-Orgánico.	N-Nitrato	
Olor	Solubles en éter (aceite y grasa)	N-Nitrito.	

Figura 03: Composición del lixiviado.

Fuente: Tchobanoglous, G (1998).

2.2.5. CALIDAD DE LOS LIXIVIADOS

“Dijo que la calidad de los lixiviados está determinada principalmente por los procesos de reacción bioquímica que tienen lugar en los rellenos sanitarios y las condiciones

ambientales. Las sustancias disueltas y las sustancias disueltas en agua resultantes de procesos bioquímicos, así como los productos finales correspondientes a procesos de reacción bioquímica, ingresan naturalmente al suelo.” (Pilco Isuiza, 2021).

Constituyente	Valor en mg/L ^a		
	Vertedero Nuevo(menos de 2 años)		Vertedero maduro(mayor de 10 años)
	Rango ^c	Tipico ^d	
DBO ₅	2000 - 30000	10000	100 - 200
COT(carbono orgánico total)	1500 - 20000	6000	80 - 160
DQO	30000- 60000	18000	100 - 500
Total de sólidos en suspensión	200 - 2000	500	100 - 400
Nitrógeno orgánico	10 - 800	200	80 - 120
Nitrógeno amoniacal	10 - 800	200	20 - 40
Nitrato	5 - 40	25	5 - 10
Fósforo total	5 - 100	30	5 - 10
Ortofosfato	4 - 80	20	4 - 8
Alcalinidad como Ca CO ₃	1000 - 10000	3000	200 - 1000
pH	4,5 – 7,5	6	6,6 – 7,5
Dureza total como Ca CO ₃	300 - 10000	3500	200 - 500
Calcio	200 - 3000	1000	100 - 400
Magnesio	50 – 1500	250	50 - 200
Potasio	200 - 1000	300	50 - 400
Sodio	200 - 2500	500	100 - 200
Cloro	200 - 3000	500	100 - 400
Sulfatos	50 - 1000	300	20 - 50
Hierro total	50- 1200	60	20- 200

Figura 04: Datos sobre la composición de los lixiviados procedentes de vertederos nuevos y maduros.

Fuente: Tchobanoglous, G (1998).

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

El efecto por lixiviados del botadero municipal en el suelo por metales pesados distrito de Ilave - 2023 es alto

2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Los lixiviados del botadero municipal del distrito de Llave contienen altas concentraciones de metales pesados.

Los suelos afectados por los lixiviados del botadero municipal del distrito de Llave contienen metales pesados en niveles contaminantes.

La concentración de metales pesados supera los estándares de calidad ambiental establecidos por el MINAM.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El ámbito de estudio es el botadero municipal del Distrito de Llave, Provincia de el Collao, Región de Puno, la cual está ubicado en la vía Cangalli - Achaturo, Chiara Jake - Apacheta. El botadero municipal del distrito de Llave se encuentra situado en las siguientes coordenadas geográficas de Latitud: -16.0869, Longitud: -69.6386, lugar donde se realizará la investigación correspondiente.

Tabla 01: Ubicación del botadero municipal del distrito de Llave

Lugar	Chiara Jake - Apacheta
Distrito	Llave
Provincia	El Collao
Departamento	Puno
Ubigeo	210501
Latitud Sur	16° 03' 25" S (-16,0571113)
Latitud Oeste	69° 38' 25.9" W (-69,6403373)
Altitud	3846 m.s.n.m.



Figura 05: Ubicación del botadero municipal del distrito de Ilave.

Fuente; Google Earth 2022.

3.1.1. UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO

El método utilizado es la observación directa, y se inicia con la búsqueda de los puntos de control para el análisis de suelos y lixiviado, donde se identificaron cuatro puntos.

Tabla 02: Ubicación de los puntos de muestreo.

Puntos de muestreo	Datum WGS 84	
	Este	Norte
P1 zona baja del botadero municipal	-16.0573147	-64.6402464
P2 zona con vegetación dentro del botadero	-16.0564705	-64.6403824
P3 zona cercana a un ojo de agua	-16.0565291	-64.6409931
P4 zona de generación de lixiviados	-16.0573147	-64.6402464

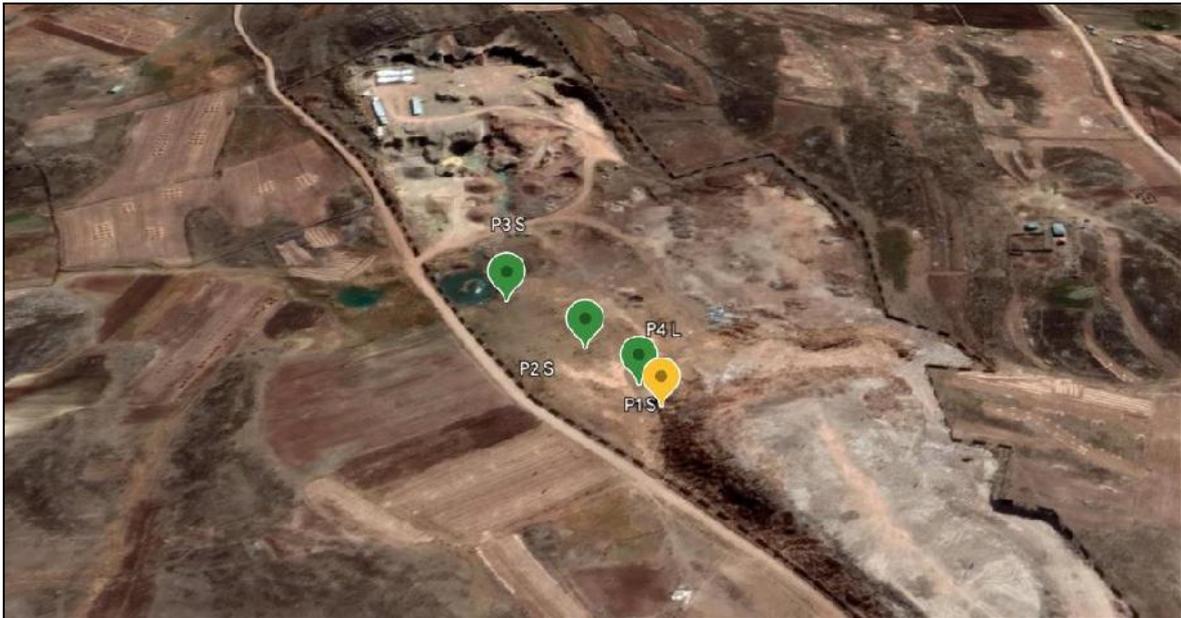


Figura 06: Ubicación de los puntos de muestreo en la zona de investigación.

Fuente: Google maps, 2022.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Suelos presentes en el trayecto del lixiviado del área de influencia del botadero municipal de llave que tiene una extensión de 500 m².

3.2.2. MUESTRA

La muestra estuvo constituida por la misma área de la población (500 m²), para lo cual se consideraron un total de tres muestras de suelo y una de lixiviados. Los puntos de toma de muestra para suelo fueron designados en la parte baja del botadero, en caso del lixiviado se realizó la toma de muestra en la misma fuente de generación.

3.3. MÉTODOS Y MATERIALES

3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicada de nivel descriptivo–analítico, puesto que se busca establecer una relación causa–efecto entre la concentración de metales pesados Pb, Cd,

Hg y As en el lixiviado proveniente del botadero municipal del distrito de llave y la afectación del suelo del lugar.

3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio empleó el diseño no experimental, el cual se aplicó de forma transversal, ya que no se manipuló la variable independiente (los lixiviados del botadero municipal en el Distrito de llave) y se midió la variable dependiente (Efecto en el suelo por metales pesados) para posteriormente, evaluar los resultados de las muestras recolectadas en el laboratorio.

3.3.3. MÉTODO

El método utilizado en la investigación es hipotético deductivo. Se utilizó conocimientos teóricos para evaluar la concentración de metales pesados a causa del lixiviado en tres puntos de suelos dentro del área de influencia del botadero municipal de llave

Se hizo uso del enfoque cuantitativo, ya que se evaluó la concentración de metales pesados Pb, Cd, Hg y As en las muestras obtenidas en el suelo; dichos datos se obtuvieron a partir del análisis en laboratorio AGQ LABS.

3.3.4. MATERIALES

Para la presente investigación se utilizará lo siguiente:

- Recipientes para muestreo
- Instrumentos de medición
- Equipo de seguridad personal

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

3.4.1. TÉCNICAS

Para la recolección de los datos se utilizaron las siguientes técnicas:

- Toma de muestra.
- Registro de datos.
- Guía de campo.

3.4.2. INSTRUMENTOS

- Ficha de recolección de datos.
- Estándar de Calidad Ambiental para suelo (ECA).
- Cámara fotográfica.
- Laboratorio

3.4.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Los datos se presentaron de manera objetiva utilizando la estadística descriptiva, que fueron a través del análisis de los parámetros en estudio.

3.4.3.1. Método de toma de muestras

Ubicación del proyecto y de los puntos a muestrear.

Georreferenciación de los puntos a muestrear en coordenadas UTM WGS 84 18S.

Para la toma de muestras de suelo se utilizó el sistema de calicatas la cual es barato; fácil para usar, capacidad de profundidad limitada (0 - 100cm), Para luego ser puestos en bolsas de polietileno densa las cuales son recomendados en parámetros de metales pesados y metaloides.

Análisis de las muestras de suelo, estos se realizaron en el laboratorio AGQ Labs, situado en la ciudad de San Luis, Lima.

3.4.3.2. Procedimientos de la investigación

- **Identificación de los puntos de muestreo**

Primeramente se ubicaron y georreferenciaron los puntos de muestreo mediante un GPS. Se utilizaron todos los puntos de muestreo y se repitió el procedimiento para cada punto referencial.

- **Toma de muestras de suelo**

El muestreo se realizó según guía para el muestreo de suelos (MINAM, 2016) consistentes en el uso de bolsa ziploc con cierre hermético, debidamente etiquetados. Para recolectar las muestras de suelo, se cavó un pozo entre 20 y 30 cm. de profundidad, se midió la temperatura y el pH del suelo con un multiparámetro, luego se hizo el pesaje en una balanza digital para luego ser introducida dentro de la bolsa ziploc, se registró cada uno de los datos. Luego es debidamente acondicionado para su traslado al laboratorio AGQ Labs.

- **Toma de muestra de lixiviado**

La muestra de lixiviado incluía la aplicación en un envase de vidrio con cierre hermético y etiquetado preciso. La muestra de lixiviado se tomó directamente del lugar donde se produce. Cuando está listo, se traslada al laboratorio de AGQ Labs después de haber sido debidamente preparado.

- **Acondicionamiento y traslado de la muestra**

Las muestras que fueron recolectadas, fueron almacenadas en un envase Tecnopor con gel refrigerante a una temperatura de 4 C° para luego ser enviada al laboratorio AGQ Labs a través de olva currier y su respectivo análisis obteniendo los resultados dentro de 10 días hábiles.

3.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Las variables que se tomaron en cuenta para el presente trabajo de investigación fueron las siguientes:

Tabla 03: Operacionalización de variables de la investigación

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Variable Independiente			
Lixiviados del botadero municipal.	Concentración de metales pesados en los lixiviados	Metales pesados disueltos en los lixiviados como: Plomo (Pb), Mercurio (Hg), Cadmio (Cd) y Arsénico (As).	Laboratorio AGQ Labs.
	Demanda química de oxígeno (DQO)	Cantidad de oxígeno requerido para oxidar las sustancias químicas presentes en los lixiviados.	
Variable Dependiente			
Efecto en el suelo por metales pesados.	pH del suelo	Acidez o alcalinidad del suelo.	
	Contaminantes	Presencia de metales pesados u otros compuestos.	Análisis de laboratorio.
	Materia orgánica	Cantidad de material orgánico descompuesto en el suelo	

3.6. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de acuerdo con los resultados del procesamiento de los datos recopilados y observados.

- **Análisis e interpretación de de datos de laboratorio:** Se utilizó estadística descriptiva, como el cálculo de valores máximos, mínimos y promedio, para calcular todos los datos de la presente investigación con el fin de obtener los valores necesarios para cada análisis.

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. EVALUAR EL EFECTO POR LIXIVIADOS DEL BOTADERO MUNICIPAL EN EL SUELO POR METALES PESADOS DISTRITO DE ILAVE - 2023

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de los lixiviados del botadero municipal en el suelo por metales pesados en el distrito de Ilave. A través de un análisis exhaustivo de muestras de suelo y lixiviado en diferentes puntos de muestreo (P1, P2, P3 y P4), se investigaron las concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) en áreas específicas.

Los resultados de este estudio indican que existe una presencia significativa de metales pesados en los lixiviados del botadero municipal en el distrito de Ilave. Se encontraron concentraciones variables de arsénico, cadmio, mercurio y plomo en las diferentes muestras de lixiviado, lo que sugiere una posible filtración de estos metales desde los residuos sólidos del botadero hacia el suelo circundante.

Al analizar los puntos de muestreo en el suelo (P1, P2 y P3), se identificó la presencia de los mismos metales pesados en concentraciones diversas. Aunque las concentraciones de estos metales no superaron los valores establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para suelo agrícola en general, se observaron diferencias notables entre los niveles de metales pesados en los puntos muestreados y en comparación con investigaciones anteriores.

4.2. IDENTIFICAR LOS METALES PESADOS PRESENTES EN LOS LIXIVIADOS DEL BOTADERO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE ILAVE

Con el propósito de cumplir con el objetivo de identificar los metales pesados presentes en los lixiviados del botadero municipal en el distrito de Ilave, se llevaron a cabo análisis detallados de la muestra de lixiviado recolectada en la zona de generación de lixiviado (P4). Los resultados del análisis revelaron la presencia de varios metales pesados en los lixiviados del botadero municipal. Entre los metales pesados identificados se encuentran el arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb). Las concentraciones de estos metales variaron en las muestras, y se obtuvieron los siguientes valores:

- **Arsénico (As):** Se detectó una concentración de 1.0099 mg/L en las muestras de lixiviado.
- **Cadmio (Cd):** Los análisis mostraron una concentración de 0.12789 mg/L de cadmio en los lixiviados.
- **Mercurio (Hg):** La presencia de mercurio en los lixiviados se registró con una concentración de 0.00007 mg/L.
- **Plomo (Pb):** Los análisis indicaron la presencia de plomo en una concentración de 0.53794 mg/L en los lixiviados.

En resumen, la identificación de metales pesados como el arsénico, cadmio, mercurio y plomo en los lixiviados del botadero municipal subraya la importancia de implementar prácticas de gestión de residuos más efectivas y sostenibles. Estos resultados respaldan la necesidad de un monitoreo continuo y de medidas de mitigación para prevenir el impacto negativo en el medio ambiente y la salud pública en el distrito de Ilave.

4.3. DETERMINAR LOS METALES PESADOS PRESENTES EN SUELOS DEL BOTADERO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE ILAVE.

En el marco de este estudio, se llevó a cabo la determinación de los metales pesados presentes en los suelos del botadero municipal del distrito de Ilave. Para lograr este objetivo, se realizaron análisis detallados en tres puntos de muestreo estratégicamente ubicados dentro del botadero, denominados P1, P2 y P3. Los resultados de los análisis revelaron la presencia de varios metales pesados en las muestras de suelo recolectadas en los puntos de muestreo. Los metales pesados identificados en los suelos del botadero municipal son los siguientes:

- **Arsénico (As):** Se encontró que los niveles de arsénico en los suelos variaron en los diferentes puntos de muestreo. En el P1, se registró una concentración de 33.8 mg/kg, en el P2 fue de 25.7 mg/kg y en el P3 se detectó una concentración de 28.9 mg/kg.
- **Cadmio (Cd):** Las concentraciones de cadmio también variaron en los puntos de muestreo. En el P1, se registró una concentración de 0.7347 mg/kg, en el P2 fue de 0.4834 mg/kg y en el P3 se detectó una concentración de 0.5964 mg/kg.
- **Mercurio (Hg):** En relación al mercurio, los análisis mostraron variaciones en las concentraciones en los puntos de muestreo. En el P1, se detectó una concentración de 0.010 mg/kg, en el P2 fue de 0.008 mg/kg y en el P3 se registró una concentración de 0.011 mg/kg.
- **Plomo (Pb):** Se observaron diferencias en las concentraciones de plomo en los diferentes puntos de muestreo. En el P1, se registró una concentración de 56.36 mg/kg, en el P2 fue de 52.98 mg/kg y en el P3 se detectó una concentración de 55.64 mg/kg.

En resumen, la determinación de los metales pesados en los suelos del botadero municipal proporciona una visión más profunda de la calidad del suelo en la zona y

destaca la necesidad de medidas preventivas y de monitoreo continuo para garantizar la salud ambiental y la sostenibilidad en el distrito de Llave.

4.4. COMPARAR LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS DEL SUELO CON LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL ESTABLECIDOS POR EL MINAM.

Con la finalidad de cumplir con el objetivo de comparar la concentración de metales pesados en el suelo con los estándares de calidad ambiental establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM), se realizó un análisis exhaustivo de los datos obtenidos en los puntos de muestreo P1, P2 y P3 en relación a las concentraciones de arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb). Los resultados obtenidos fueron comparados con los valores establecidos por el MINAM en sus Estándares de Calidad Ambiental para suelos. A continuación, se presentan las comparaciones:

- **Arsénico (As):** Las concentraciones de arsénico en los puntos de muestreo P1, P2 y P3 fueron de 33.8 mg/kg, 25.7 mg/kg y 28.9 mg/kg, respectivamente. Estos valores se encuentran por debajo del límite establecido por el MINAM para suelo agrícola (50 mg/kg), lo que indica que las concentraciones de arsénico en los suelos del botadero municipal no superan los estándares ambientales.
- **Cadmio (Cd):** Las concentraciones de cadmio en los puntos de muestreo P1, P2 y P3 fueron de 0.7347 mg/kg, 0.4834 mg/kg y 0.5964 mg/kg, respectivamente. Estos valores también se encuentran por debajo del límite establecido por el MINAM para suelo agrícola (1.4 mg/kg), demostrando que las concentraciones de cadmio en los suelos están dentro de los estándares permitidos.
- **Mercurio (Hg):** Las concentraciones de mercurio en los puntos de muestreo P1, P2 y P3 fueron de 0.010 mg/kg, 0.008 mg/kg y 0.011 mg/kg, respectivamente. Estos valores son inferiores al límite establecido por el MINAM para suelos agrícolas e industriales (24 mg/kg), indicando que las concentraciones de mercurio en los suelos están por debajo de los estándares ambientales.

- Plomo (Pb): Las concentraciones de plomo en los puntos de muestreo P1, P2 y P3 fueron de 56.36 mg/kg, 52.98 mg/kg y 55.64 mg/kg, respectivamente. Aunque estos valores superan ligeramente el límite establecido por el MINAM para suelo agrícola (70 mg/kg), es importante señalar que los niveles de plomo en los suelos aún se mantienen en niveles relativamente bajos.

En resumen, la comparación de las concentraciones de metales pesados en el suelo con los estándares de calidad ambiental establecidos por el MINAM indica que, en general, los niveles de arsénico, cadmio, mercurio y plomo en los suelos del botadero municipal del distrito de Ilave cumplen con los criterios de calidad ambiental establecidos. No obstante, se debe seguir monitoreando y gestionando adecuadamente los residuos para prevenir futuros impactos negativos en la calidad del suelo y el entorno ambiental.

4.5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.5.1. RESULTADOS DE METALES PESADOS EN LIXIVIADOS

Tabla 04: Resultados de metales pesados en muestra de lixiviado.

RESULTADO DE MUESTREO DE LIXIVIADO				
Muestra	Parámetros de campo (mg/L)			
	As	Cd	Hg	Pb
P4	1.0099	0.12789	< 0.00007	0.53794

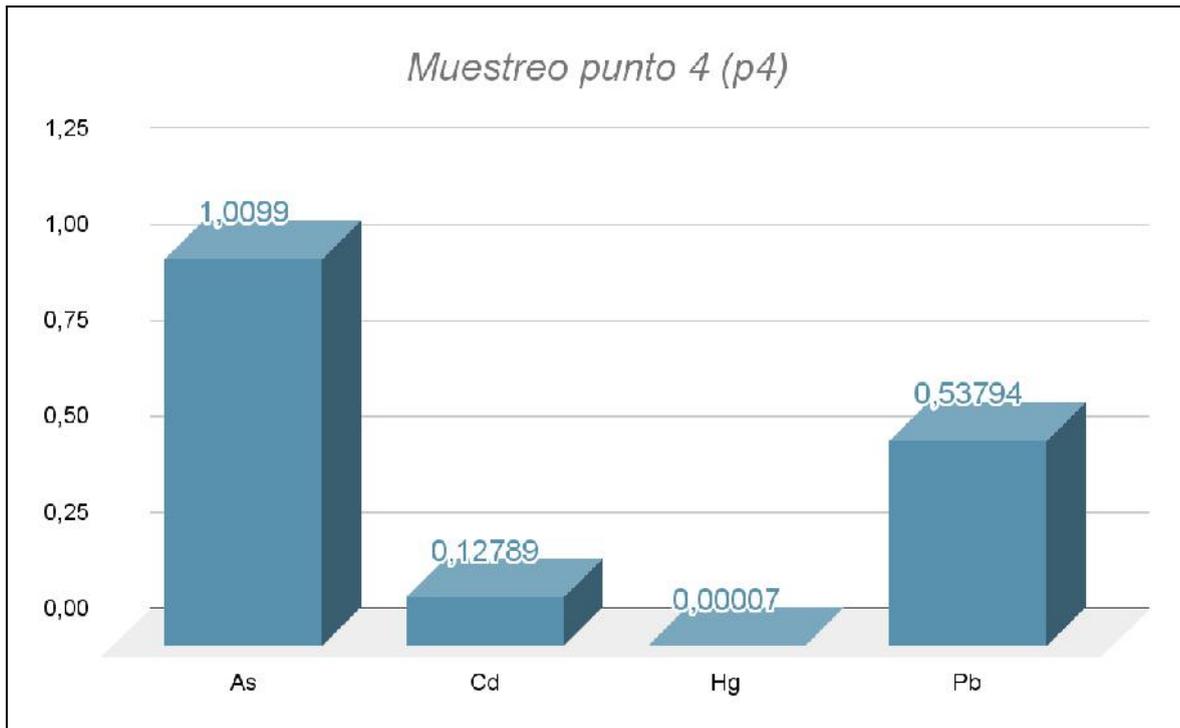


Figura 07: Resultados de metales pesados en muestra de lixiviado.

Interpretación: La Figura 07 muestra que los niveles más altos en mg/L (ppm) es el Arsénico (As), obteniendo 1.0099 mg/L; seguido del Plomo (Pb) con 0,53794 mg/L, así mismo el Cadmio (Cd) se logró determinar la presencia de 0.12789 mg/L y en caso del Mercurio (Hg) se encontró una mínima cantidad 0.00007 mg/L los análisis corresponden al Punto 4.

4.5.2. RESULTADOS DE METALES PESADOS EN SUELOS

Tabla 05: Resultados de metales pesados en muestras de suelos.

RESULTADO DE MUESTREO DE SUELOS				
Muestra	Parámetros de campo (mg/kg)			
	As	Cd	Hg	Pb
P1	33.8	0.7347	< 0.010	59.36
P2	25.7	0.4834	< 0.008	52.98
P3	28.9	0.5964	< 0.011	55.64

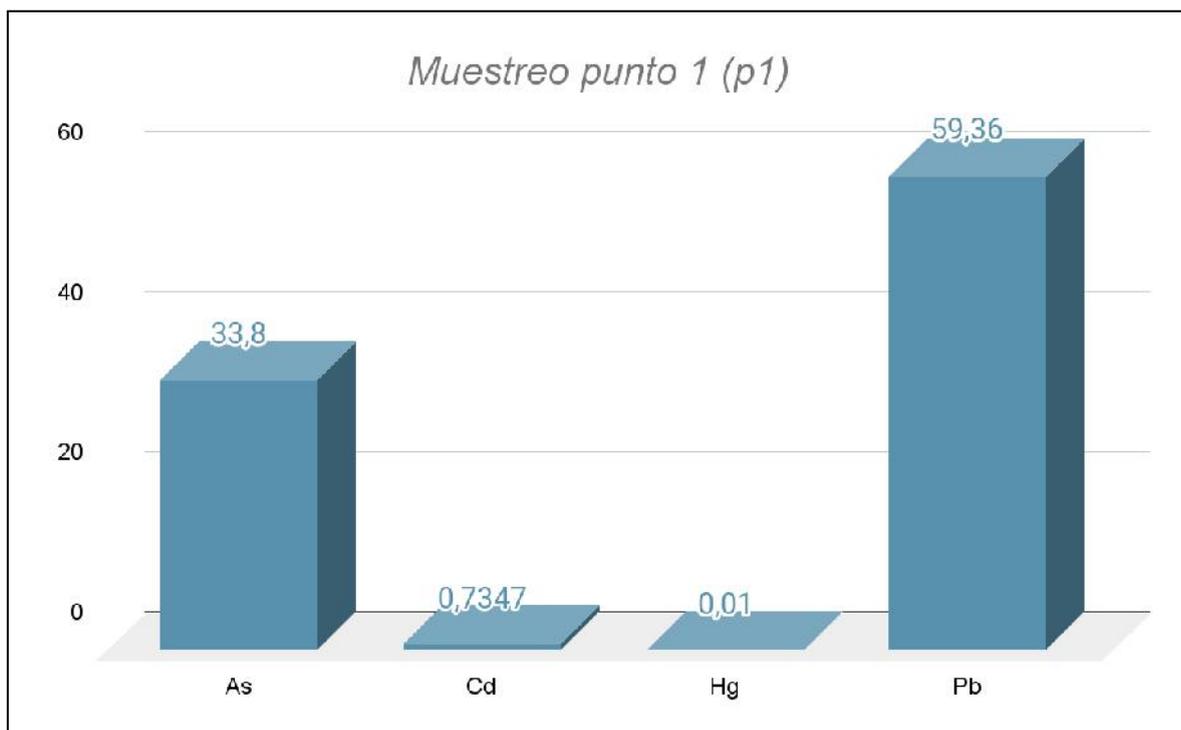


Figura 08: Resultados de metales pesados de suelo, punto 1.

Interpretación: La figura N° 08 muestra que los niveles más altos en mg/kg (ppm) es el Plomo (Pb), obteniendo 59.36 mg/kg; seguido del Arsénico (As) con 33.8 mg/kg, así mismo el Cadmio (Cd) una presencia de 0.7347 mg/kg, sin embargo, se encontró

concentración de Mercurio (Hg) mínimas obteniendo niveles de 0,01 mg/kg, los análisis corresponden al Punto 1.

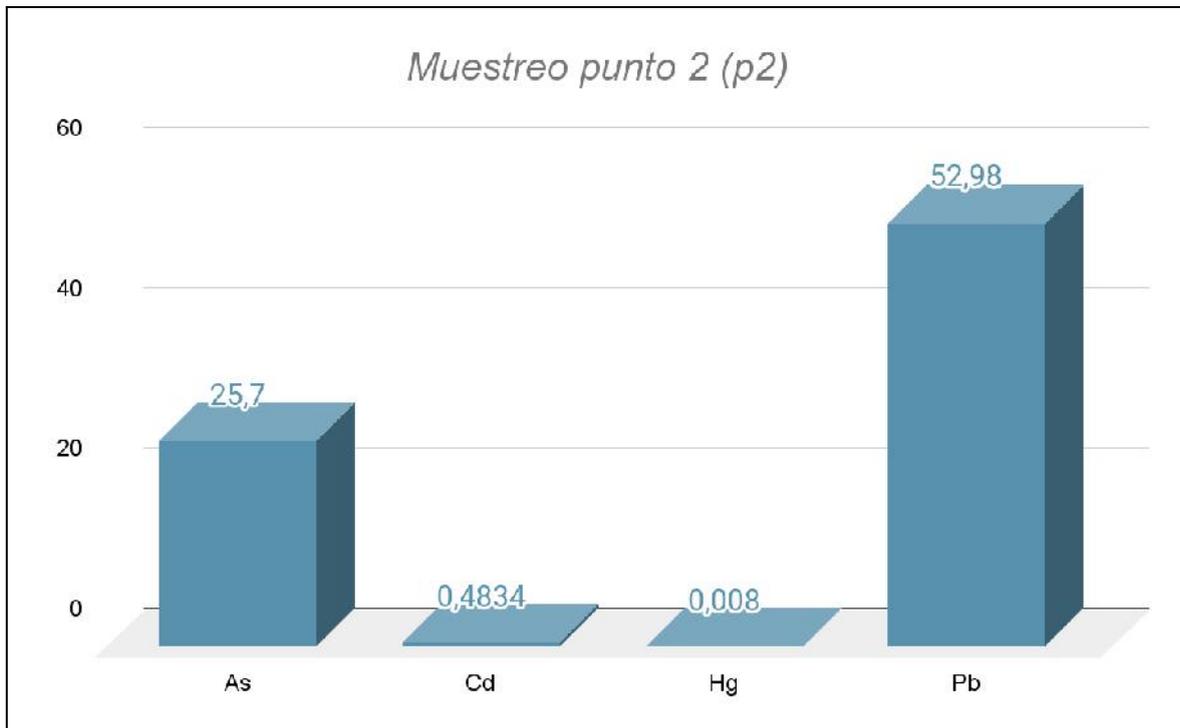


Figura 09: Resultados de metales pesados de suelo, punto 2.

Interpretación: La figura N° 09 muestra que los niveles más altos en mg/kg (ppm) es el Plomo (Pb), obteniendo 52.98 mg/kg; seguido del Arsénico (As) con 25.7 mg/kg, en caso del Cadmio (Cd) se logró encontrar 0.4834 mg/kg, la concentración del Mercurio (Hg) fue 0.008 mg/kg, los análisis corresponden al Punto 2.

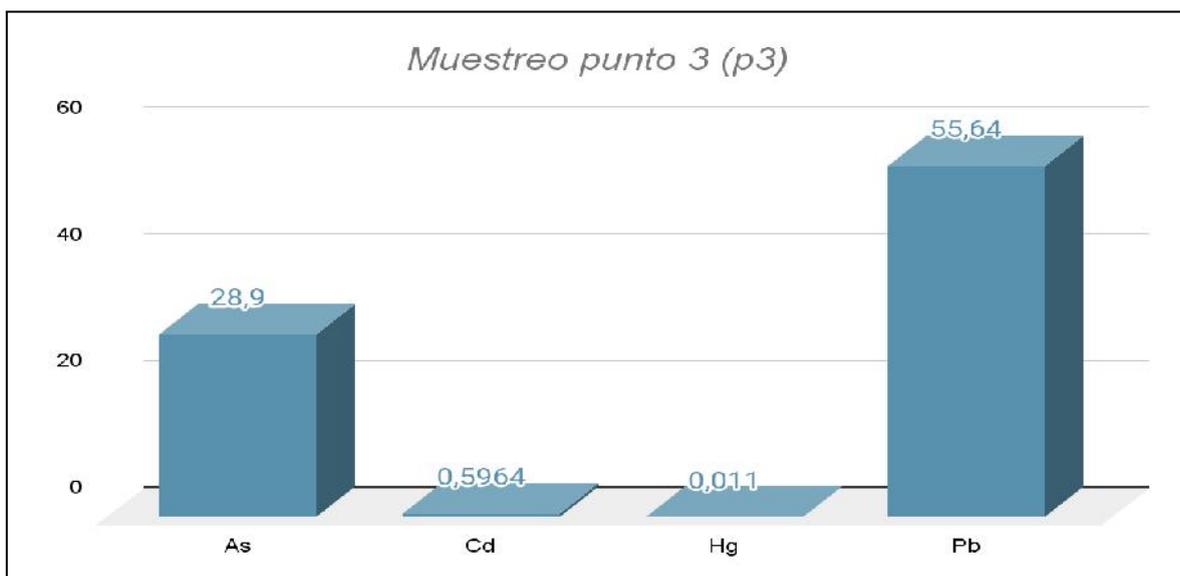


Figura 10: Resultados de metales pesados de suelo, punto 3.

Interpretación: La figura N° 10 muestra que los niveles más altos en mg/kg (ppm) es el Plomo(Pb), obteniendo 55.64 mg/kg; seguido del arsénico (As) con 28.9 mg/kg, así mismo el Cadmio (Cd) con 0.5964 mg/kg, en caso del Mercurio (Hg) se encontró 0.011 mg/kg, los análisis corresponden al Punto 3.

4.6. RESULTADOS DE METALES PESADOS COMPARADOS CON EL ECA EN SUELO AGRÍCOLA

Tabla 06: Resultados de As, Cd, Hg y Pb de los puntos de muestreo

Cuadro comparativo del As, Cd, Hg y Pb con el ECA de los 3 diferentes puntos de muestreo

Metales pesados	ECA - suelo Agrícola	p1	p2	p3
Arsénico	50	33.8	25.7	28.9
Cadmio	1.4	0.7347	0.4834	0.5964
Mercurio	6.6	0.010	0.008	0.011
Plomo	70	59.36	52.98	55.64

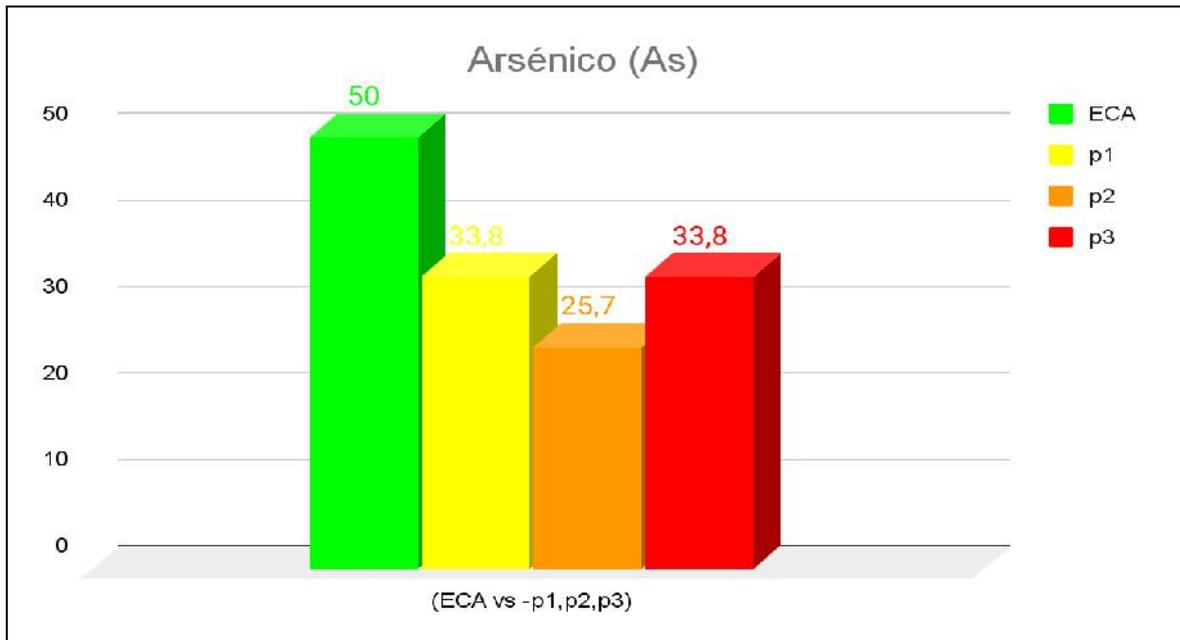


Figura 11: Resultados de las concentraciones de Arsénico (As) con el ECA.

Interpretación: Según la figura N° 11, los niveles de Arsénico (As) en los tres puntos muestreados se encuentran por debajo de los valores establecidos por el ECA para un suelo agrícola, siendo el punto 1 el que presenta mayor concentración de este metal, con un valor de 33.8 mg/kg, seguido del punto 3 con un valor de 28.9 mg/kg; finalmente el punto 1 presenta menor concentración de este metal con un valor de 25.7 mg/kg.

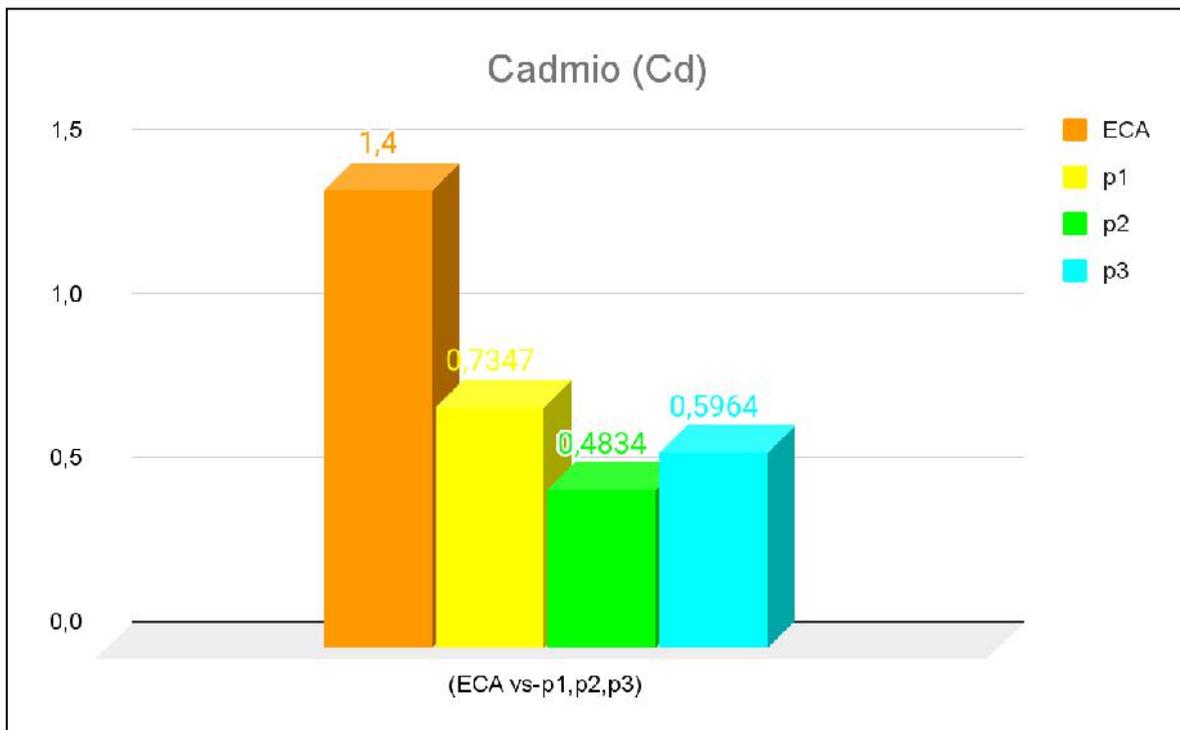


Figura 12: Resultados de las concentraciones de Cadmio (Cd) con el ECA..

Interpretación: Según la figura N° 12, los niveles de Cadmio (Cd) en los tres puntos muestreados se encuentran por debajo de los valores establecidos por el ECA para un suelo agrícola, siendo el punto 1 el que presenta mayor concentración de este metal, con un valor de 0.7347 mg/kg, seguido del punto 3 con un valor de 0.5964 mg/kg; finalmente el punto 2 presenta menor concentración de este metal con un valor de 0.4834 mg/kg.

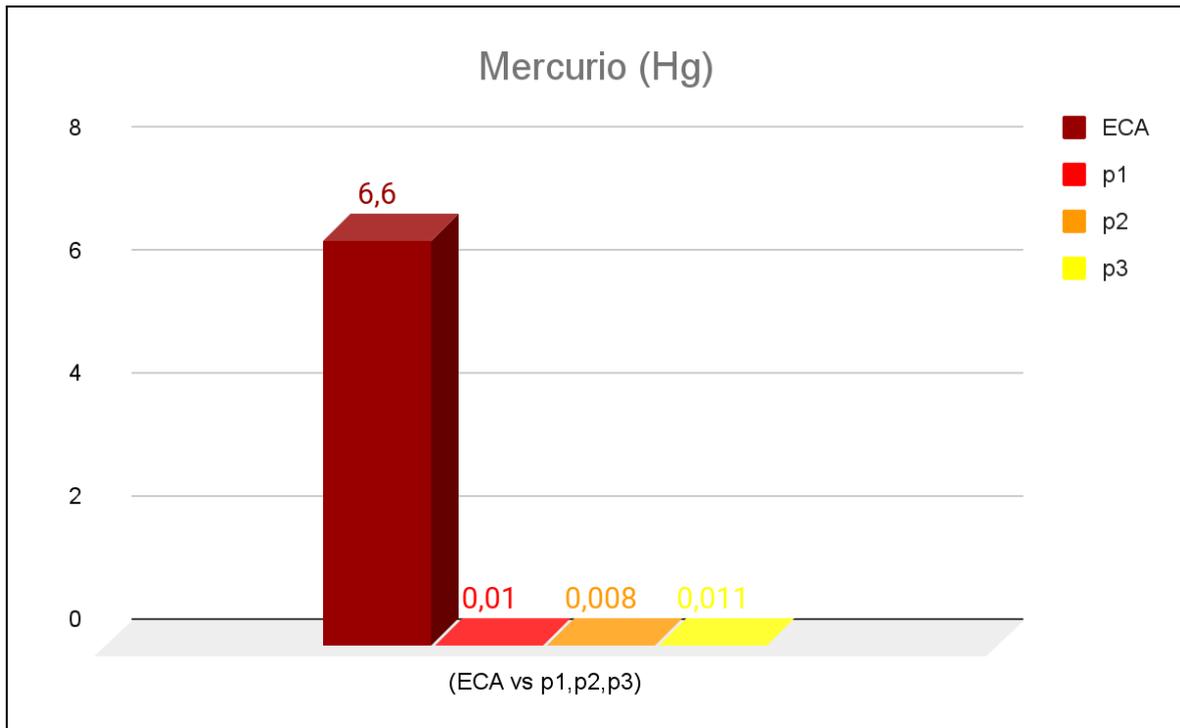


Figura 13: Resultados de las concentraciones de Mercurio (Hg) con el ECA.

Interpretación: Según la figura N° 13, los niveles de Mercurio (Hg) en los tres puntos muestreados se encuentran por debajo de los valores establecidos por el ECA para un suelo agrícola, siendo el punto 3 el que presenta mayor concentración de este metal, con un valor de 0.011 mg/kg, seguido del punto 1 con un valor de 0.010 mg/kg; finalmente el punto 2 presenta menor concentración de este metal con un valor de 0.008 mg/kg.

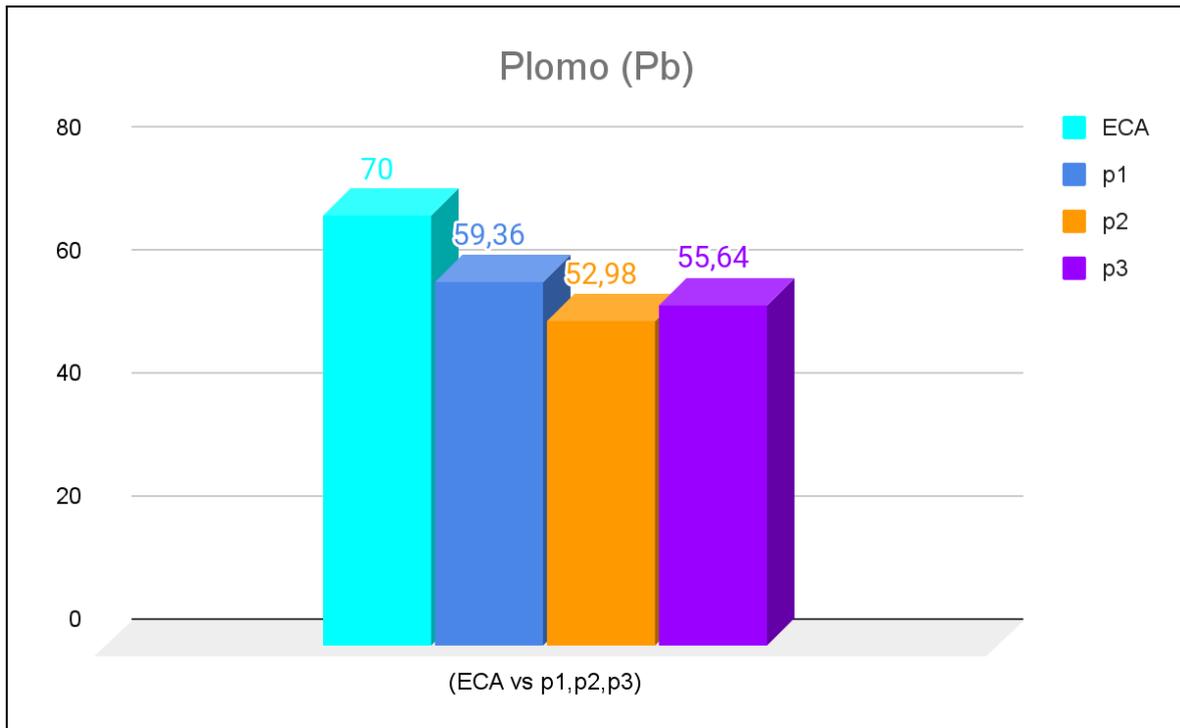


Figura 14: Resultados de las concentraciones de Plomo (Pb) con el ECA.

Interpretación: Según la figura N° 14, los niveles de Plomo (Pb) en los tres puntos muestreados se encuentran por debajo de los valores establecidos por el ECA para un suelo agrícola, siendo el punto 1 el que presenta mayor concentración de este metal, con un valor de 59.36 mg/kg, seguido del punto 3 con un valor de 55.64 mg/kg; finalmente el punto 2 presenta menor concentración de este metal con un valor de 52.98 mg/kg.

4.7. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MUESTREO CON EL ECA SUELO

4.7.1. RESULTADOS DE COMPARACIÓN DE METALES PESADOS CON EL ECA PARA SUELO

Tabla 07: Comparación de los resultados obtenidos con el ECA suelo

	ECA			Resultado Análisis		
	Suelo Agrícola	Suelo Parques	Suelo Inds. Extractivo	P1	P2	P3
Arsénico (As)	50	50	140	33.8	25.7	28.9
Cadmio (Cd)	1.4	10	22	0.7347	0.4834	0.5964
Mercurio (Hg)	6.6	6.6	24	0.010	0.008	0.011
Plomo (Pb)	70	140	800	56.36	52.98	55.64

Interpretación: El cuadro añadido muestra los resultados obtenidos en comparación con el ECA para suelo, de acuerdo al tipo de suelo, por cada punto de muestreo y compuesto (Arsénico, Cadmio, Mercurio, Plomo).

4.7.2. RESULTADOS DE PH Y TEMPERATURA EN LOS SUELOS DE MUESTREO

Tabla 08: Resultados de pH y temperatura obtenidos en los suelos de muestreo

Muestra	pH	Temperatura (C°)
P1	5.6	12
P2	5.3	10
P3	5.0	8

Interpretación: El cuadro añadido muestra los resultados obtenidos del pH y temperatura, obteniendo que en punto 1 (Suelo agrícola) él es de 5.6; siendo este el menos ácido de los tres puntos, en cambio el punto 2 y punto 3 fueron de 5.3 y 5.0 respectivamente; siendo que los puntos se encuentran más ácidos que el punto 1, en caso de la temperatura el punto 1, punto 2, punto 3, las temperaturas fueron de 12, 10, 8 C° respectivamente.

4.8. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3

Ho: La concentración de metales pesados en los suelos afectados por los lixiviados del botadero municipal del distrito de llave no supera los estándares de calidad ambiental establecidos por el MINAM.

Ha: La concentración de metales pesados en los suelos afectados por los lixiviados del botadero municipal del distrito de llave supera los estándares de calidad ambiental establecidos por el MINAM.

Nivel de significancia

Se trabajó con un error de investigación del 5% que es $\alpha = 0.05$.

Diseño

El diseño estadístico es la diferencia de medias la cual se realizó mediante el programa SPSS V26.

Decisión

Si el valor de $\alpha < 0.05$ en este caso se acepta la H_a y se rechaza el H_0

Si el valor de $\alpha > 0.05$ en este caso se rechaza la H_a y se acepta el H_0

Correlaciones

		eca	uno	
Rho de Spearman	eca	Coefficiente de correlación	1.000	.800
		Sig. (bilateral)	.	.200
		N	4	4
	uno	Coefficiente de correlación	.800	1.000
		Sig. (bilateral)	.200	.
		N	4	4

Como $p=0.200$ que es >0.05 , no existe correlación entre las variables, por lo que se acepta la **H_0** : La concentración de metales pesados en los suelos afectados por los lixiviados del botadero municipal del distrito de llave no supera los estándares de calidad ambiental establecidos por el MINAM.

4.9. DISCUSIÓN

- En el presente estudio se evaluó los efectos por lixiviados del botadero municipal en el suelo por metales pesados en el distrito de llave, dentro de los cuales los índices de contaminación se determinaron a consecuencia de los principales metales pesados presentes en los lixiviados de los botaderos de residuos sólidos (Arsénico, Cadmio, Mercurio y Plomo), para identificar los metales pesados presentes en el lixiviado y en el suelo se consideró tres puntos de muestreo para suelo de los cuales se encuentran dentro del botadero denominados P1, P2 y P3, cada uno de los puntos fueron situados en puntos estratégicos con el fin de lograr mejores resultados, el P1 se ubicó en la zona baja del botadero municipal, el P2 se ubicó en una zona con vegetación dentro del botadero y el P3 se situó cerca a un ojo de agua, en caso del lixiviado se hizo una muestra denominada P4 la cual se ubicó en la zona de generación de lixiviado del botadero.

- Los resultados presentados en relación a la concentración de Arsénico (As) del presente trabajo difieren con los resultados del trabajo de investigación realizado por el

autor PILCO ISUIZA (2021), ya que los niveles de Arsénico (As) en el trabajo citado no superan los valores establecidos por el ECA para suelo agrícola (50 mg/kg), ya que la máxima concentración de este metal es de 25.23 mg/kg en el P03, en comparación al valor más alto (33.8 mg/kg) del presente trabajo.

- Los resultados presentados en relación a la concentración de cadmio (Cd) del presente trabajo difieren de los resultados del trabajo de investigación realizado por el autor FALCÓN NÚÑEZ, (2016), ya que los niveles de cadmio (Cd) en el trabajo citado superan los valores establecidos por la ECA para un suelo agrícola (1.4 mg/kg), siendo el valor más alto de cadmio en el citado trabajo al final del botadero con un valor de 3.16 mg/kg frente a 0.7347 mg/kg del presente trabajo..

- Los resultados presentados en relación a la concentración de Mercurio (Hg) del presente trabajo difieren con los resultados del trabajo de investigación realizado por el autor RAMOS PEÑA, (2019), ya que los niveles de Mercurio (Hg) en el trabajo citado no superan los valores establecidos por el ECA para suelo industrial (24 mg/kg), el valor más alto de mercurio en el trabajo citado se encontró en el botadero Rumiallana - 02 con un valor de 0.0008 mg/kg, en comparación a 0.011 mg/kg del presente trabajo.

- Los resultados presentados en relación a la concentración de Plomo (Pb) de este trabajo difieren de los del trabajo de investigación realizado por el autor FALCÓN NÚÑEZ, (2016), ya que en el trabajo citado los niveles de Plomo (Pb) superan los valores establecidos por la ECA para un suelo agrícola (70 mg/kg), encontrándose el mayor valor en el Punto Central del botadero con un valor de 88,09 mg/kg frente a los 59,36 mg/kg del presente trabajo.

CONCLUSIONES

PRIMERA: El estudio realizado para evaluar el efecto de los lixiviados del botadero municipal en el suelo por metales pesados del distrito de llave, ha proporcionado la existencia de un efecto significativo causado por los lixiviados del botadero municipal en el suelo. Los resultados demuestran la presencia de arsénico, cadmio, mercurio y plomo tanto en los lixiviados como en el suelo.

SEGUNDA. Se identificó una variedad de metales pesados presentes en los lixiviados del botadero municipal en el distrito de llave. Los análisis revelaron concentraciones de Arsénico (As) a un nivel de 1.0099 mg/L, Cadmio (Cd) con un valor de 0.12789 mg/L, Mercurio (Hg) con 0.00007 mg/L y Plomo (Pb) con una concentración de 0.53794 mg/L, a este muestreo se le denominó (P4).

TERCERA: Se determinó los niveles de concentración de metales pesados (Arsénico, Cadmio, Mercurio y Plomo) en suelos afectados por lixiviados del botadero municipal del Distrito de llave, encontrándose en el primer muestreo (P1) concentraciones de Arsénico (As) en valor a 33.8 mg/kg, Cadmio (Cd) a un nivel de 0.7347 mg/kg, Mercurio (Hg) con valor de 0.010 mg/kg y Plomo (Pb) con 56.36 mg/kg, En el segundo muestreo (P2) se encontró Arsénico (As) con 25.7 mg/kg, Cadmio (Cd) en valor a 0.4834 mg/kg, Mercurio (Hg) con valor de 0.008 mg/kg y Plomo (Pb) a un nivel de 52.98 mg/kg. En el tercer muestreo (P3) se consiguió concentraciones de Arsénico (As) en 28.9 mg/kg, Cadmio (Cd) en valor a 0.5964 mg/kg, Mercurio (Hg) con un valor de 0.011 mg/kg y Plomo (Pb) con 55.64 mg/kg.

CUARTA: La comparación de las concentraciones de metales pesados en el suelo con los estándares de calidad ambiental establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM) revela que, en su mayoría, los niveles de arsénico (As), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y plomo (Pb) no superan los valores establecidos por el ECA para un suelo agrícola.

RECOMENDACIONES

Fomentar la adopción de prácticas de reciclaje, compostaje y reducción de residuos en la población de Ilave, con el objetivo de disminuir la cantidad de desechos depositados en el botadero y, por lo tanto, reducir la generación de lixiviados contaminantes.

A la Municipalidad Provincial de el Collao Ilave, implementar un sistema de recolección y tratamiento adecuado de los lixiviados generados en el botadero municipal.

Continuar con el monitoreo regular de los niveles de metales pesados en el suelo para asegurar que se mantengan dentro de los límites aceptables a lo largo del tiempo. Sin embargo, a pesar de cumplir con los estándares, es importante tener en cuenta que cualquier acumulación sostenida de metales pesados puede tener impactos a largo plazo en la calidad del suelo y la salud humana. Por lo tanto, se recomienda seguir implementando prácticas de gestión de desechos sostenibles y adoptar medidas preventivas para mantener la salud del ecosistema local.

BIBLIOGRAFÍA

- Arroyave, S. M. S., & Restrepo, F. J. C. (2009). ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO: REVISIÓN DE LA NORMATIVA Y POSIBILIDADES DE REGULACIÓN ECONÓMICA. *Semestre Económico*, 23.
- Balcazar, I. R. R., Rodríguez, A. C. G., Ocaña, J. A. G., & Ocaña, G. 1* L. (2020). EFECTOS DE CONTAMINANTES EN SUELO POR UN VERTEDERO A CIELO ABIERTO EN TABASCO. *Journal of Energy, Engineering Optimization and Sustainability*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.19136/jeeos.a4n1.3473>
- Bravo-Inclán, L., & Saldaña-Fabela, P. (2013). *La importancia de la contaminación difusa en México y en el mundo*.
- Burbano-Orjuela, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 117-124. <https://doi.org/10.22267/rcia.163302.58>
- Castillo, I., & Daniela, P. (2018). *Evaluación de la contaminación por lixiviados en zonas aledañas al botadero de Zámbriza mediante métodos geofísicos*. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2792063>
- Cerón, M. G. C., & Cruz, M. R. S. (2020). *EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS: CADMIO, NÍQUEL, PLOMO Y ZINC, EN ZONAS ALEDAÑAS AL RELLENO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE TEXISTEPEQUE, SANTA ANA, EL SALVADOR*.
- Chávez Montes, W. M. (2011). *Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. De Chihuahua, Méx.*
- Covarrubias, S. A., & Cabriales, J. J. P. (2017). CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR METALES PESADOS EN MÉXICO: PROBLEMÁTICA Y ESTRATEGIAS DE FITORREMEDIACIÓN. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33, 7-21. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.esp01.01>
- Cruz, A. B., & Barra, J. E. (2004). *La calidad del suelo y sus indicadores*.

- Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.- Ministerio del Ambiente.* (s. f.). Recuperado 16 de abril de 2023, de <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-011-2017-minam/>
- Díaz Fonseca, B. W. (2019). Evaluación de la contaminación del suelo por lixiviados del botadero Municipal del Distrito de San Pablo—2018. *Universidad César vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31560>
- Duran Feliciano, E. N. (2021). *Residuos sólidos en el Perú*. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/18237>
- Eugenio, N. R., McLaughlin, M., de Adelaida, U., Pennock, D., Pierzynski, G. M., Montanarella, L., Steffensen, J. C., Bazza, Z., Vargas, R., Ünlü, K., Kohlschmid, E., Perminova, O., Tagliati, E., Ugarte, O. M., Khan, A., Pennock, L., Sala, M., Verbeke, I., & Stanco, G. (2019). *La contaminación del suelo: Una realidad oculta. Evaluación del impacto ambiental, económico y social.* (1995). <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea49s/ch29.htm>
- Falcón Núñez, M. C. K. (2016). Afectación del suelo como consecuencia de la disposición de residuos sólidos municipales en el botadero Roma- Casa Grande. *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/6794>
- Gestión de Residuos Sólidos Urbanos y su Impacto Medioambiental. (2020). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2, 993-1008. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.135
- Gomez, H. de L. (2015). *Impacto del lixiviado generado en el relleno sanitario municipal de Linares (Nuevo León) sobre la calidad del agua superficial y subterránea*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1026-87742015000300514
- Huertos, E. G., & Baena, A. R. (2008). *Contaminación de Suelos por Metales Pesados*.
- Keats, J. (2013). 8.1.- *Movilización de metales pesados en el suelo*.
- Ley General del Ambiente.* (2017). [Text]. SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-ambiente>

- Malavé-Suárez, J. I., & Muñoz-Naranjo, D. (2020). Monitoreo de la contaminación por los lixiviados generados en el relleno sanitario de la empresa pública EMASA del Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena – Ecuador. *Revista de Ciencias Agropecuarias ALLPA*. ISSN: 2600-5883., 3(6), Article 6.
- Martínez H, E., Fuentes E, J. P., & Acevedo H, E. (2008). CARBONO ORGÁNICO Y PROPIEDADES DEL SUELO. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 8(1), 68-96. <https://doi.org/10.4067/S0718-27912008000100006>
- Méndez, J. P., Ramírez, C. A. G., Gutiérrez, A. D. R., & García, F. P. (2009). *CONTAMINACIÓN Y FITOTOXICIDAD EN PLANTAS POR METALES PESADOS PROVENIENTES DE SUELOS Y AGUA*.
- MINAM. (2014). <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2702-guia-para-muestreo-de-suelos>
- Novelo, R. I. M., Sandoval, E. C., & Riancho, M. R. S. (2002). *Influencia del material de cubierta en la composición de los lixiviados de un relleno sanitario*.
- Perez Gutierrez, A. (2016). *GERENCIA DE RECURSOS NATURALES MEDIO AMBIENTE Y PARTICIPACION CIUDADANA*. <https://www.clubensayos.com/Ciencia/GERENCIA-DE-RECURSOS-NATURALES-MEDIO-AMBIENTE-Y-PARTICIPACION/3402792.html>
- Pilco Isuiza, N. J. (2021a). Determinación de la influencia de los lixiviados en la concentración de metales pesados del suelo del botadero municipal de Moyobamba, 2020. *Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto*. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/4040>
- Pilco Isuiza, N. J. (2021b). *Determinación de la influencia de los lixiviados en la concentración de metales pesados del suelo del botadero municipal de Moyobamba, 2020*.
- Quintero Ramirez, A., Valencia González, Y., & Lara Valencia, L. A. (2017). Efecto de los lixiviados de residuos sólidos en un suelo tropical. *DYNA*, 84(203), 283-290.

<https://doi.org/10.15446/dyna.v84n203.63875>

Ramos Peña, D. V. (2019). Determinación de Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr y Hg en el botadero de Rumiallana como fuente de contaminantes a las poblaciones del Distrito de Simón Bolívar y Yanacancha-Provincia de Pasco-2018. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1022>

Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM. (2014). Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/resolucion-ministerial-n-085-2014-minam/>

Saavedra La Torre, K. A. (2020). *Contaminación del suelo por lixiviados generados en el botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019*.

Sáez, A. (2014). *Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe*.

Ticona Carrizales, L., & Apaza Panca, C. M. (2020). *Evaluación del impacto de la contaminación de los residuos sólidos sobre suelo y agua del botadero sanitario de Cancharani Puno*. <http://repositorio.unaj.edu.pe/bitstream/handle/UNAJ/104/29-36.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torres Quispe, N. E. (2018). *Evaluación de la concentración de metales pesados como As, Cu, Cd, Hg y Pb en el botadero de Cancharani de la ciudad de Puno*.

Velasquez Vilca, L. C. (2021). *Evaluación de niveles de contaminación de agua y suelo generados por los lixiviados del botadero de Chilla en Juliaca, 2021*.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Consistencia

Título: EFECTO POR LIXIVIADOS DEL BOTADERO MUNICIPAL EN EL SUELO POR METALES PESADOS DISTRITO DE ILAVE - 2023

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿Cuál es el efecto por lixiviados del botadero municipal en el suelo por metales pesados distrito de Ilave - 2023 ?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar el efecto por lixiviados del botadero municipal en el suelo por metales pesados distrito de Ilave - 2023</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Los lixiviados del botadero municipal en el suelo por metales pesados es alto en concentraciones de metales pesados, distrito de Ilave - 2023 es alto</p>	<p>V. Independiente</p> <p>Lixiviados del botadero municipal</p>	<p>Metales pesados: Pb, Hg, Cd y As</p>	<p>Análisis de laboratorio</p> <p>Estadística descriptiva</p>	<p>Diseño de Investigación:</p> <p>no experimental, Tipo; Descriptivo - Analítico</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Qué metales pesados contiene el lixiviado del botadero municipal del distrito de Ilave?</p> <p>¿Cuál es el grado de contaminación por metales</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Identificar los metales pesados presentes en los lixiviados del botadero municipal del distrito de Ilave.</p> <p>Determinar los metales pesados presentes en suelos afectados por lixiviados del botadero municipal del distrito de Ilave.</p> <p>Comparar la concentración de metales pesados con los estándares de calidad</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Los lixiviados del botadero municipal del distrito de Ilave contienen altas concentraciones de metales pesados.</p> <p>Los suelos afectados por los lixiviados del botadero municipal del distrito de Ilave contienen metales pesados en niveles contaminantes.</p>	<p>V. Dependiente:</p> <p>Efecto en el suelo por metales pesados.</p>	<p>pH del suelo.</p> <p>Materia orgánica.</p>	<p>ECA del suelo.</p> <p>D.S.N°011-2017-MINA M.</p>	



pesados en los suelos por los lixiviados del botadero municipal del distrito de llave?	¿Los niveles de concentración de metales pesados estarán dentro de los estándares de calidad ambiental establecidos por el MINAM?	ambiental establecidos por el MINAM.	La concentración de metales pesados supera los estándares de calidad ambiental establecidos por el MINAM.				
--	---	--------------------------------------	---	--	--	--	--

GUIA DE CAMPO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EFECTO POR LIXIVIADOS DEL BOTADERO MUNICIPAL EN EL SUELO POR METALES PESADOS DISTRITO DE ILAVE - 2023

ELABORADO POR: _____

Punto de Muestreo	Tipo de Muestra	Profundidad de Muestreo	Descripción del Punto de Muestreo	Método de Recolección	Etiqueta/Identificador de la Muestra
		-			
		-			
		-			

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EFECTO POR LIXIVIADOS DEL BOTADERO MUNICIPAL EN EL SUELO POR METALES PESADOS DISTRITO DE ILAVE - 2023

ELABORADO POR: _____

Punto de Muestreo	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Coordenadas Geográficas	Profundidad de Muestreo	Descripción del Punto de Muestreo
			Latitud: Longitud: Altitud:		

Anexo 03: Registro Fotográfico



Figura 15: Vista general del botadero municipal del distrito de llave.



Figura 16: Medición de profundidad del punto de muestreo P1.



Figura 17: Monitoreo del pH y temperatura del punto de muestreo P1.



Figura 18: Toma de muestra de suelo del punto P1.



Figura 19: Pesaje del muestreo P1.



Figura 20: Registro de datos del punto de muestreo P1.



Figura 21: Medición de profundidad del punto de muestreo P2.



Figura 22: Monitoreo del pH y temperatura del punto de muestreo P2.



Figura 23: Toma de muestra de suelo del punto P2.



Figura 24: Registro de datos del punto de muestreo P2.



Figura 25: Medición de profundidad del punto de muestreo P3.



Figura 26: Monitoreo del pH y temperatura del punto de muestreo P3.



Figura 27: Registro de datos del punto de muestreo P3.



Figura 28: Pesaje del muestreo P3.



Figura 29: Zona de generación de lixiviados.



Figura 30: Pozo de acumulación de lixiviados.



Figura 31: Zona de generación de lixiviado.



Figura 32: Toma de muestra de lixiviado P4.



Figura 33: Almacenamiento de muestra.



Figura 34: Acondicionamiento de las muestras P1, P2, P3 y P4.



Figura 35: Transporte de las muestras a Olva Courier.

Anexo 04 Registro de datos en Campo

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo".

REGISTRO DE DATOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EFECTO POR LIXIVIADOS DEL BOTADERO MUNICIPAL EN EL SUELO POR METALES PESADOS
DISTRITO DE ILAVE - 2023
ELABORADO POR: Jeny Gaston Escobar Conqueña

Punto de muestreo	Descripción	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas	Altura manm	Fecha	Hora	pH	T °C	Humedad	Observaciones
P1	200g de suelo del botadero	Apurukchillo	Ilave	El Callao	Pun.	12° 53' 57"	3022.8	30/06/23	08:30 AM	5.6	12	Alta	-
P2	200g de suelo de botadero	Apurukchillo	Ilave	El Callao	Pun.	12° 53' 56"	3022.1	26/07/23	08:40 AM	5.3	10	Normal	-
P3	200g de suelo de botadero	Apurukchillo	Ilave	El Callao	Pun.	12° 53' 55"	3021.7	30/06/23	08:30 AM	5.0	8	Normal	-
P4	200g de suelo de botadero	Apurukchillo	Ilave	El Callao	Pun.	12° 53' 57"	3022.8	30/06/23	08:30 AM	-	-	-	-

Figura 36: Registro de datos P1, P2, P3 y P4.

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

GUIA DE CAMPO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EFECTO POR LIXIVIADOS DEL BOTADERO MUNICIPAL EN EL SUELO POR METALES PESADOS DISTRITO DE ILAVE - 2023

ELABORADO POR: TONY GASTON PACOMPIA COMENIRA

Punto de Muestra	Tipo de Muestra	Profundidad de Muestra	Descripción del Punto de Muestra	Método de Recolección	Etiqueta/Identificador de la Muestra
Punto 1	Suelo	-0.25 m	Zona baja del botadero municipal	bolsa Simple	MUESTRA N°1 SUELO
Punto 2	Suelo	-0.20 m	Zona con vegetación dentro del botadero	bolsa Simple	MUESTRA N°2 SUELO
Punto 3	Suelo	-0.30 m	Zona cercana a una alberca	bolsa Simple	MUESTRA N°3 SUELO
Punto 4	Lixiviado	-	Zona de generación de lixiviado (Punto 4a)	botella de vidrio	MUESTRA N°4 LIXIVIADO

Figura 37: Guia de campo P1, P2, P3 y P4.

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EFECTO POR LIXIVIADOS DEL BOTADERO MUNICIPAL EN EL SUELO POR METALES PESADOS DISTRITO DE ILAVE - 2023

ELABORADO POR: TONY GASTON PACHECO CONQUIRA

Punto de Muestreo	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Coordenadas Geográficas	Profundidad de Muestreo	Descripción del Punto de Muestreo
P1 Suelo	30/06/23	10:31 am	Latitud: -18,0623492 Longitud: -80,6402468 Altitud: 5882,82 m	0,25 m	Zona bajo del botadero municipal
P2 Suelo	30/06/23	10:44 am	Latitud: -18,0334203 Longitud: -80,6403879 Altitud: 5882,6 m	0,20 m	Zona con vegetación dentro del botadero municipal.
P3 Suelo	30/06/23	10:58 am	Latitud: -18,0515291 Longitud: -80,6409759 Altitud: 5882,0 m	0,30 m	Zona cercana a un ojo de agua
P4 Lixiviado	30/06/23	10:50 am	Latitud: -18,0333482 Longitud: -80,6402454 Altitud: 5882,82 m	-	Zona de generación de lixiviados (Punto bajo del botadero)

Figura 38: Recolección de datos P1, P2, P3 y P4.

Anexo 05: Resultados de Laboratorio AGQ Labs

Resultado del muestreo de suelo punto P1

	INFORME DE ENSAYO				
	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072				
Registro N° LE - 072					
N° de Referencia:	S-23/043/77	Registrada en:	AGQ Perú	Ciente (*):	Tony Pacompia Coaquira
Análisis:	S-PR-0020	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	LIMA-PERU
Tipo Muestra:	SUELO	Fecha Recepción:	04/07/2023	Contrato:	OM-1-PI-20200204
Fecha Inicio:	04/07/2023	Fecha Fin:	17/07/2023	Ciente SR(*):	----
Descripción (*):	Zona baja del botadero Municipal				
Fecha/Hora Muestreo:	30/06/2023 10:36	Muestreado por:	*Ciente (*)		
Lugar de Muestreo:	Botadero municipal				
Punto de Muestreo:	Zona baja del botadero Municipal				

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los resultados reflejados en el presente informe se refieren únicamente a la muestra sometida a ensayo. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, tanto la asociada a la toma de muestras realizada por él como a otros datos descriptivos, nombrados con (*) y que se encuentran fuera de nuestro alcance de Acreditación.



Roberto Chuquimayo Avellaneda
CIP: 775

FECHA EMISIÓN: 14/07/2023

OBSERVACIONES (*):

N° de Referencia:	5 23/043677	Tipo Muestra:	SURCOS
Descripción(N):	Zona Baja del Auditorio Municipal	Fecha Fin:	12/07/2023

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CVA
Metales Totales				
Aluminio Total	27.865	mg/kg PS	±1.115	
Antimonio Total	< 0.0030	mg/kg PS		
Arsénico Total	33.8	mg/kg PS	±3.1	
Bario Total	219.0	mg/kg PS	±15	
Berilio Total	11.72	mg/kg PS	±0.11	
Bismuto Total	0.20904	mg/kg PS	±0.019	
Boro Total	21.87	mg/kg PS	±1.5	
Cadmio Total	0.7347	mg/kg PS	±0.044	
Calcio Total	5.180	mg/kg PS	±311	
Cerio Total	34.232	mg/kg PS	±4.0	
Cobalto Total	6.750	mg/kg PS	±0.11	
Cobre Total	33.2	mg/kg PS	±4.0	
Cromo Total	21.53	mg/kg PS	±1.5	
Estroncio Total	0.3653	mg/kg PS	±0.025	
Estroncio Total	25.56	mg/kg PS	±4.7	
Fluoruro Total	508	mg/kg PS	±45	
Hierro Total	21.005	mg/kg PS	±840	
Litio Total	55.0	mg/kg PS	±4.6	
Magnesio Total	9.870	mg/kg PS	±395	
Manganeso Total	394	mg/kg PS	±25	
Mercurio Total	< 0.010	mg/kg PS	-	
Niobio Total	0.155	mg/kg PS	±0.014	
Níquel Total	14	mg/kg PS	±1.1	
Plata Total	< 0.002	mg/kg PS	-	
Piombo Total	25.36	mg/kg PS	±9.2	
Potasio Total	± 852	mg/kg PS	±410	
Selenio Total	2.35	mg/kg PS	±0.25	
Sodio Total	2.204	mg/kg PS	±132	
Talio Total	0.577	mg/kg PS	±0.258	
Titanio Total	1.536	mg/kg PS	±32	
Torio Total	6.075	mg/kg PS	±0.95	
Uranio Total	0.304	mg/kg PS	±0.063	
Vanadio Total	48	mg/kg PS	±3.8	
Wolframio Total	< 0.001	mg/kg PS	-	
Zinc Total	273	mg/kg PS	±25	

Nota: A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Los resultados emitidos no han sido corregidos con valores de recuperación. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert. Exp. [U] ha sido reportada con un Factor de Cobertura $k=2$, para un nivel de confianza al 95%.

[*] Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Nº de Referencia:	523/043677	Tipo Muestra:	SUR OS
Descripción(°):	Zona baja del Botadero Municipal	Fecha Fin:	12/07/2023

ANEXO TECNICO				
Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim. Cuantif/ Detect (S)
Metales Totales				
Aluminio Total	EPA Method 3000B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,140 mg/kg PS
Antimonio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0030 mg/kg PS
Arsénico Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Bario Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0230 mg/kg PS
Berilio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0060 mg/kg PS
Bismuto Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,00090 mg/kg PS
Boro Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0120 mg/kg PS
Cadmio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0008 mg/kg PS
Calcio Total	EPA Method 3000B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		10 mg/kg PS
Cerio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,00050 mg/kg PS
Cobalto Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0080 mg/kg PS
Cobre Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,030 mg/kg PS
Cromo Total	EPA Method 3000B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0400 mg/kg PS
Estaño Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0060 mg/kg PS
Estronio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0020 mg/kg PS
Fósforo Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,50 mg/kg PS

(*) El límite cuantitativo de cada metal se muestra en el cuadro de límites de detección y cuantificación de metales pesados en el anexo técnico.

Nº de Referencia:	5 23/043677	Tipo Muestra:	SUR OS
Descripción(ón):	Zona baja del Voladero Municipal	Fecha Fin:	12/07/2023

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim. Cuantif. Detectab.
Metales Totales				
Hierro Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Litio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Magnesio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,3 mg/kg PS
Manganeso Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		1,00 mg/kg PS
Mercurio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Molibdeno Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,002 mg/kg PS
Níquel Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,02 mg/kg PS
Plata Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,002 mg/kg PS
Plomo Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Potasio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		10,0 mg/kg PS
Selenio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,006 mg/kg PS
Sodio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		1,00 mg/kg PS
Zinc Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Titanio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,01 mg/kg PS
Torio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,0001 mg/kg PS
Uranio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,003 mg/kg PS

Elaborado por: AGQ PERU S.A.C. / Fecha de Emisión: 12/07/2023 / Hora de Emisión: 10:10:00 AM / Usuario: AGQPERU / Versión: 1.0 / Página: 4 de 6

Nº de Referencia:	5-23/043677	Tipo Muestra:	SURCOS
Descripción(°):	Zona baja del voladero Municipal	Fecha Fin:	12/07/2023

Parámetro:	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim. Cuantif./ Detect. (S)
Metales Totales				
Vanadio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1998) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,20 mg/kg PS
Wolframio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1998) / EPA Method 50203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,004 mg/kg PS
Zinc Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1998) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,140 mg/kg PS

El límite cuantitativo de esta prueba está determinado por el método de análisis utilizado y puede variar en función de la calidad de los reactivos y del equipo utilizado.



INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

Nº de Referencia:	5-23/043627	Tipo Muestra:	SURCOS
Descripción(°):	Zona baja del voladero Municipal	Fecha Fin:	12/07/2023

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

© 2023, Inacual (Instituto Peruano de Acreditación) es una entidad pública que no garantiza la exactitud de los datos que se muestran en este informe.

Resultado del muestreo de suelo punto P2



INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

N° de Referencia:	S-23/043/78	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente (*):	Tony Pacompia Cosquirá
Análisis:	S-PR-0020	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	LIMA-PERU
Tipo Muestra:	SUILOS	Fecha Recepción:	14/07/2023	Contrato:	QM-PI-230507/84
Fecha Inicio:	18/07/2023	Fecha Fin:	17/07/2023	Cliente S3(*):	----
Descripción(*):	Zona con vegetación				
Fecha/Hora Muestreo:	30/06/2023 10:00	Muestreado por:	*Cliente (*)		
Lugar de Muestreo:	Cintadero municipal				
Punto de Muestreo:	Zona con vegetación				

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los resultados reflejados en el presente informe se refieren únicamente a la muestra sometida a ensayo. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, tanto la asociada a la toma de muestras realizada por el mismo a otros datos descriptivos, marcados con (*) y que se encuentran fuera de nuestro alcance de Acreditación.



Roberto Chuquimayo Arellano
CQP-779

FECHA EMISIÓN: 14/07/2023

OBSERVACIONES (*):

N° de Referencia:	5 23/043678	Tipo Muestra:	SUR OS
Descripción(*):	Zona con vegetación	Fecha Fin:	12/07/2023

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CAA
Metales Totales				
Aluminio Total	25,745	mg/kg PS	+1,115	
Antimonio Total	< 0,0022	mg/kg PS		
Arsénico Total	25,7	mg/kg PS	-3,1	
Bario Total	210,0	mg/kg PS	±13	
Berilio Total	1,093	mg/kg PS	±0,11	
Bismuto Total	0,20304	mg/kg PS	+0,017	
Cromo Total	20,78	mg/kg PS	-1,5	
Cadmio Total	0,4834	mg/kg PS	±0,044	
Calcio Total	5,120	mg/kg PS	±311	
Cerio Total	34,342	mg/kg PS	-14,0	
Cobalto Total	5,687	mg/kg PS	+0,11	
Copre Total	31,5	mg/kg PS	±4,0	
Cromo Total	22,50	mg/kg PS	-1,5	
Estaño Total	0,3543	mg/kg PS	10,025	
Estroncio Total	28,78	mg/kg PS	-4,7	
Hidrógeno Total	2916	mg/kg PS	+45	
Hierro Total	21,009	mg/kg PS	±840	
Litio Total	65,1	mg/kg PS	±4,6	
Magnesio Total	3,950	mg/kg PS	±395	
Manganeso Total	385	mg/kg PS	128	
Mercurio Total	< 0,008	mg/kg PS	-	
Monohidrógeno Total	0,147	mg/kg PS	±0,014	
Níquel Total	13	mg/kg PS	-1,1	
Plata Total	< 0,002	mg/kg PS	-	
Potasio Total	22,98	mg/kg PS	-9,3	
Potasio Total	5,776	mg/kg PS	±410	
Selenio Total	2,28	mg/kg PS	±0,28	
Sodio Total	2,189	mg/kg PS	±132	
Talio Total	0,572	mg/kg PS	10,358	
Titanio Total	1,496	mg/kg PS	-192	
Torio Total	8,298	mg/kg PS	±0,96	
Uranio Total	0,301	mg/kg PS	±0,063	
Vanadio Total	47	mg/kg PS	-3,8	
Wolframio Total	< 0,001	mg/kg PS	-	
Zinc Total	263	mg/kg PS	125	

Nota: A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Los resultados emitidos no han sido corregidos con valores de recuperación. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert. Exp. (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aprox de 95%.

(*): Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Nº de Referencia:	523/043678	Tipo Muestra:	SUR OS
Descripción(ón):	Zona con vegetación	Fecha Fin:	12/07/2023

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim. Cuantif/ Detect (s)
Metales Totales				
Aluminio Total	EPA Method 3000B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,140 mg/kg PS
Antimonio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0030 mg/kg PS
Arsénico Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Bario Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0230 mg/kg PS
Berilio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0060 mg/kg PS
Bismuto Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0090 mg/kg PS
Boro Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0120 mg/kg PS
Cadmio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0008 mg/kg PS
Calcio Total	EPA Method 3000B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		10 mg/kg PS
Cerio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0050 mg/kg PS
Cobalto Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0080 mg/kg PS
Cobre Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,030 mg/kg PS
Cromo Total	EPA Method 3000B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0080 mg/kg PS
Estaño Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0060 mg/kg PS
Estronio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0020 mg/kg PS
Fluoro Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,50 mg/kg PS

(*) El límite cuantitativo de cada metal se refiere al límite de detección de cada metal en el método de análisis.

Nº de Referencia:	5-23/043678	Tipo Muestra:	SUR OS
Descripción(ón):	Zona con vegetación	Fecha Fin:	12/07/2023

Parámetro:	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim. Cuantif. Detectab.
Metales Totales				
Hierro Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Litio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,016 mg/kg PS
Magnesio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,3 mg/kg PS
Manganeso Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		1,00 mg/kg PS
Mercurio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Molibdeno Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,002 mg/kg PS
Níquel Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,02 mg/kg PS
Plata Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,002 mg/kg PS
Plomo Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,0020 mg/kg PS
Potasio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		10,0 mg/kg PS
Selenio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,006 mg/kg PS
Sodio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		1,00 mg/kg PS
Zinc Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,003 mg/kg PS
Titanio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,01 mg/kg PS
Torio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,0001 mg/kg PS
Uranio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,003 mg/kg PS

El límite cuantificable de cada elemento se muestra en el informe de resultados. Para más información consulte el sitio web de AGQ Labs: www.agqlabs.com

Nº de Referencia:	523/043678	Tipo Muestra:	SUR OS
Descripción(°):	Zona con vegetación	Fecha Fin:	12/07/2023

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim. Cuantif/ Detect (S)
Metales Totales				
Vanadio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1998) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,20 mg/kg PS
Wolframio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1998) / EPA Method 50203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,004 mg/kg PS
Zinc Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1998) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,140 mg/kg PS

El límite cuantitativo de esta participación es de 0,100 mg/kg PS para el Vanadio y 0,004 mg/kg PS para el Wolframio y 0,140 mg/kg PS para el Zinc.



INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

Nº de Referencia:	5-23/043678	Tipo Muestra:	SURCOS
Descripción(ón):	Zona con vegetación	Fecha Fin:	12/07/2023

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

PDF generado por el sistema de gestión documental de la Universidad Privada San Carlos. El uso de este documento es estrictamente personal y no debe ser utilizado para fines comerciales.

Resultado del muestreo de suelo punto P3



INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE-072

N° de Referencia:	S-23/043179	Registrada en:	AGQ Perú	Ciente (*):	Tony Pacompija Coaquira
Análisis:	S-PR-0020	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	LIMA-PERU
Tipo Muestra:	SUELO	Fecha Recepción:	04/07/2023	Contrato:	QM-PI-23050/14
Fecha Inicio:	08/07/2023	Fecha Fin:	12/07/2023	Ciente 33(*):	---
Descripción (*):	Zona cercana a ojo de agua				
Fecha/Hora:	30/06/2023 10:58	Muestreado por:	*Ciente (*)		
Muestra:					
Lugar de Muestreo:	Botadero municipal				
Punto de Muestreo:	Zona cercana a ojo de agua				

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los resultados reflejados en el presente informe se refieren únicamente a la muestra sometida a ensayo. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, tanto la asociada a la toma de muestras realizada por él como a otros datos descriptivos, marcados con (*) y que se encuentran fuera de nuestro alcance de Acreditación.

Roberto Chuquimayo Arellano
CQP-775

FECHA EMISIÓN: 14/07/2023

OBSERVACIONES (*):

AGQ PERU, S.A.S.C.

Av. Luis José de Orbegoso 1501, San Luis, Lima, PERU

T: (511) 710 27 00

atencionalcliente@agqlabs.com

agqlabs.pe

1/6

Nº de Referencia:	5-23/043679	Tipo Muestra:	SUR OS
Descripción(°):	Zona cercana a ojo de agua	Fecha Fin:	12/07/2023

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CAA
Metales Totales				
Aluminio Total	23,985	mg/kg PS	+1,115	
Antimonio Total	< 0,0020	mg/kg PS		
Arsénico Total	28,9	mg/kg PS	-3,1	
Bario Total	205,1	mg/kg PS	±15	
Berilio Total	10,75	mg/kg PS	±0,11	
Bismuto Total	0,13402	mg/kg PS	+0,017	
Cromo Total	21,02	mg/kg PS	-1,5	
Cadmio Total	0,5964	mg/kg PS	±0,044	
Calcio Total	5,357	mg/kg PS	±311	
Cerio Total	33,059	mg/kg PS	-14,0	
Cobalto Total	5,109	mg/kg PS	+0,11	
Cobre Total	30,7	mg/kg PS	±4,0	
Cromo Total	22,87	mg/kg PS	-1,5	
Estaño Total	0,4570	mg/kg PS	10,025	
Estroncio Total	2,148	mg/kg PS	-4,7	
Hidrógeno Total	508	mg/kg PS	+45	
Hierro Total	22,004	mg/kg PS	±840	
Litio Total	55,18	mg/kg PS	±4,6	
Magnesio Total	9,870	mg/kg PS	±395	
Manganeso Total	3,74	mg/kg PS	128	
Mercurio Total	< 0,011	mg/kg PS	-	
Monóxido Total	0,181	mg/kg PS	±0,014	
Níquel Total	14	mg/kg PS	-1,1	
Plata Total	< 0,002	mg/kg PS	-	
Potasio Total	25,64	mg/kg PS	-9,5	
Potasio Total	5,808	mg/kg PS	±410	
Selenio Total	2,33	mg/kg PS	±0,25	
Sodio Total	2,295	mg/kg PS	±132	
Talio Total	0,584	mg/kg PS	10,358	
Titanio Total	1,508	mg/kg PS	-192	
Torio Total	8,825	mg/kg PS	±0,95	
Uranio Total	0,876	mg/kg PS	±0,063	
Vanadio Total	45	mg/kg PS	-5,8	
Wolframio Total	< 0,003	mg/kg PS	-	
Zinc Total	274	mg/kg PS	125	

Nota: A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Los resultados emitidos no han sido corregidos con valores de recuperación. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert. Exp. (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aprox de 95%.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

N° de Referencia:	523/043679	Tipo Muestra:	SURCOS
Descripción(°):	Zona cercana a ojo de agua	Fecha Fin:	12/07/2023

ANEXO TECNICO				
Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim. Cuantif/ Detect (S)
Metales Totales				
Aluminio Total	EPA Method 30.00B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,140 mg/kg PS
Antimonio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0030 mg/kg PS
Arsénico Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Bario Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0230 mg/kg PS
Berilio Total	EPA Method 30.00B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0060 mg/kg PS
Bismuto Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0050 mg/kg PS
Boro Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0120 mg/kg PS
Cadmio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0008 mg/kg PS
Calcio Total	EPA Method 30.00B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		10 mg/kg PS
Cerio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0050 mg/kg PS
Cobalto Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0080 mg/kg PS
Cobre Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,030 mg/kg PS
Cromo Total	EPA Method 30.00B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,1400 mg/kg PS
Estaño Total	EPA Method 30.00B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0060 mg/kg PS
Estronio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0020 mg/kg PS
Fluoro Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,50 mg/kg PS

(*) El límite cuantitativo de cada metal se muestra en el cuadro de límites de detección y cuantificación de metales pesados.

Nº de Referencia:	5-23/043679	Tipo Muestra:	SUR OS
Descripción(ón):	Zona cercana a ojo de agua	Fecha Fin:	12/07/2023

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim. Cuantif. Detect. (S)
Metales Totales				
Hierro Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Litio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Magnesio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,3 mg/kg PS
Manganeso Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		1,00 mg/kg PS
Mercurio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Molibdeno Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,002 mg/kg PS
Níquel Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,02 mg/kg PS
Plata Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,002 mg/kg PS
Plomo Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Potasio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		10,0 mg/kg PS
Selenio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,006 mg/kg PS
Sodio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		1,00 mg/kg PS
Zinc Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Titanio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,01 mg/kg PS
Torio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,0001 mg/kg PS
Uranio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1995) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,003 mg/kg PS

Elaborado por: AGQ PERU S.A.C. - Calle 10 de Julio 1000, Lima 15001 - Perú. Teléfono: +51 (0)1 710 27 00. Email: info@agqlabs.com

Nº de Referencia:	5-23/043679	Tipo Muestra:	SURCOS
Descripción(°):	Zona cercana a ojo de agua	Fecha Fin:	12/07/2023

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim. Cuantif./ Detect. (S)
Metales Totales				
Vanadio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1998) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,20 mg/kg PS
Wolframio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1998) / EPA Method 50203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,004 mg/kg PS
Zinc Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1998) / EPA Method 60203 Rev.2 (2014)	Espect. ICP-MS		0,140 mg/kg PS

El límite cuantitativo de esta prueba está determinado por el método de análisis utilizado y puede variar en función de la calidad de los reactivos y del equipo utilizado.



INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

Nº de Referencia:	5-23/043679	Tipo Muestra:	SURCOS
Descripción(°):	Zona cercana a ojo de agua	Fecha Fin:	12/07/2023

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

© 2023, Inca Cuatrecasas, S.A. Reservados todos los derechos. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

Resultado del muestreo de lixiviado punto P4



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	LX 23/002100	Registrada en:	AGQ Perú	Ciente (*):	TONY GASTON PASCOPÍA C/ JACUJITA
Análisis:	A-PR-0034 (Metales Pesados)	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	LIMA-PERU
Tipo Muestra:	LIXIVIADOS MINEROS	Fecha Recepción:	04/07/2023	Contrato:	QMT-PE230000534
Fecha Inicio:	08/07/2023	Fecha Fin:	13/07/2023	Ciente S? (*):	---
Descripción (*):	Parte baja de botadero municipal				

Fecha/Hora Muestreo:	30/06/2023 10:50	Muestreado por:	*Ciente (*)
Lugar de Muestreo:	Botadero Municipal		
Punto de Muestreo:	Parte baja de Botadero municipal		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los resultados reflejados en el presente informe se refieren únicamente a la muestra sometida a ensayo. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, tanto la asociada a la toma de muestras realizada por él como a otros datos descriptivos, marcados con (*) y que se encuentran fuera de nuestro alcance de Acreditación.



Identificación del Cliente

FECHA EMISIÓN: 17/07/2023

OBSERVACIONES (*):

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Luis José de Orbegoso 150, San Luis, Lima, PERU

T: (511) 210 77 00

arencionalcliente@agqlabs.com

agqlabs.pe

1/4

Nº de Referencia:	LX-23/002100	Tipo Muestra:	LIXIVIADOS MINUBUS
Descripción(*):	Parte baja de botadero municipal	Fecha Emi:	13/01/2023

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert.	CMA
Metales Totales				
Arsenico Total	1,0099	mg/L	-	
Cadmio Total	0,127891	mg/l	-	
Mercurio Total	< 0,00007	mg/l	-	
Piomo Total	0,53795	mg/L	-	

Nota: A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Los resultados emitidos, no han sido corregidos con valores de recuperación. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente, la incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert. Exp. (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aprox del 95%.

Nº de Referencia:	LX-23/002100	Tipo Muestra:	LIXIVIADOS MUNDIUS
Descripción(*):	Parte baja de botadero municipal	Fecha In:	13/07/2023

ANEXO TÉCNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma	Lim Cuant./Detección (#)
Metales Totales				
Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.1 (1994)	Espect ICP-MS		0.00004 mg/L
Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0.00001 mg/L
Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.1 (1994)	Espect ICP-MS		0.00007 mg/L
Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0.00006 mg/L

(*) El Lim Cuant. es el valor a partir del cual se cuantifica. El Lim Detección es el valor a partir del cual se detecta. Para los valores de Detección y Lim Cuant. se aplican los factores de conversión de unidades de medida.



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	LX-23/002100	Tipo Muestra:	LIXIVIADOS MINUTOS
Descripción(*):	Parte baja de botadero municipal	Fecha Fin:	13/07/2023

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

(*) El Lit. Cuant. es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lit. Cabeceos e. indica el nivel de calidad de referencia. Para los ambientes de producción de agua.