

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN RELACIÓN A LOS
ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL EN EL SUELO DEL ÁREA DE
INFLUENCIA DIRECTA DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE ILAVE, 2025.**

PRESENTADA POR:

PEPE RIVERA RIVERA

TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2025



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



3.81%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 12 SEP 2025, 8:33 AM

Similarity report

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

IDENTICAL 0.41% **CHANGED TEXT** 3.39%

Report #28504787

PEPE RIVERA RIVERA // EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN RELACIÓN A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL EN EL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE ILAVE, 2025. RESUMEN La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto ambiental en relación a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en el suelo del área de influencia directa del botadero de residuos sólidos municipales en el distrito de Ilave, 2025. Se empleó un enfoque cuantitativo, descriptivo y de diseño no experimental, utilizando análisis de laboratorio para determinar la concentración de metales pesados, parámetros fisicoquímicos (pH y conductividad eléctrica) y porcentaje de materia orgánica en el suelo. Los resultados evidenciaron que el 28,6% de los metales pesados analizados (plomo y cadmio) superaron los valores EC A conforme al DS N° 011-2017-MINAM, mientras que el resto se mantuvo dentro de los límites permisibles; el pH mostró un nivel de alcalinidad (7,58) y la conductividad eléctrica se situó en el límite superior agrícola (1,70 mS/cm). El contenido de materia orgánica resultó adecuado (4,17%), aunque en un contexto de riesgo ambiental por la presencia de agentes tóxicos. El análisis comparativo y la prueba de hipótesis confirmaron que el manejo inadecuado del botadero ha generado alteraciones significativas en la calidad del suelo, constituyendo un riesgo para la salud pública y la actividad agrícola en Ilave. Se concluye que la

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

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN RELACIÓN A LOS
ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL EN EL SUELO DEL ÁREA DE
INFLUENCIA DIRECTA DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE ILAVE, 2025**

PRESENTADA POR:


PEPE RIVERA RIVERA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

: 
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

: 
M,Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

: 
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Lineas de Investigacion: Ciencias Ambientales

Puno, 17 de setiembre del 2025.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con profundo amor a mi familia, pilar fundamental en cada paso de mi formación. A mi esposa Ross Mery, por su comprensión, apoyo incondicional y fortaleza durante todos estos años de estudios y superación personal. A mis hijos Romel, Helver y Anderson, quienes han sido mi inspiración constante y, con su ejemplo y exigencia, me han impulsado a culminar esta meta. Como padre, deseo que este logro sirva de ejemplo para que sigan persiguiendo sus propios sueños y nunca renuncien a sus metas.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Privada San Carlos, por brindarme una formación profesional para el desarrollo de mi región.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental
- A los miembros de jurado calificador, por ser parte de esta investigación
- A mi asesor por brindarme el apoyo y la orientación para la culminación de esta investigación
- A Dios por darme vida, salud, la inteligencia y las ganas de superación

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	13
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	13
1.2. ANTECEDENTES	14
1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL	14
1.2.2. A NIVEL NACIONAL	15
1.2.3. A NIVEL LOCAL	18
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL, MARCO NORMATIVO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	20
---------------------------	-----------

2.1.1. IMPACTO AMBIENTAL EN SUELOS:	20
2.1.2. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO	20
2.1.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN SUELOS	21
2.1.4. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL EN SUELOS	21
2.1.5. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	22
2.1.6. IMPACTO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL SUELO	23
2.2. MARCO CONCEPTUAL	23
2.3. MARCO NORMATIVO	24
2.3.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ (1993)	24
2.3.2. LEY GENERAL DEL AMBIENTE N° 28611 (2005)	24
2.3.3. DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM:	24
2.3.4. LEY N° 27.254: LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	25
2.3.5. DECRETO SUPREMO N° 002-2013-MINAM: REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL AMBIENTE	25
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	25
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	25
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	26
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	27
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	28
3.2.1. POBLACIÓN	28
3.2.2. MUESTRA	28
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	28
3.3.1. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	28
3.3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	28
3.3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	28
3.3.4. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	28

3.3.5. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	29
3.3.6. VALIDACIÓN	29
3.3.7. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
3.4. OPERACIÓN DE VARIABLES	31
CAPÍTULO IV	
EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1: DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN EL SUELO DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN ILAVE Y COMPARARLOS CON LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) EN CUMPLIMIENTO DEL DECRETO SUPREMO NO 011 – 2017-MINAM.	32
4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2: ANALIZAR PARÁMETROS COMO PH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUELO DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN ILAVE, 2025	34
4.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3: DETERMINAR EL PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA COMO INDICADOR DE LA CALIDAD DEL SUELO DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN ILAVE, 2025.	35
4.4. PROCESO DE PRUEBA DE HIPÓTESIS	36
CONCLUSIONES	40
RECOMENDACIONES	42
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Operacionalización de variables	31
Tabla 02: Comparación de Metales Pesados hallados Vs. ECA para suelos agrícolas	33
Tabla 03: Parámetros físico-químicos del suelo en llave	35
Tabla 04: Porcentaje de Materia Orgánica en Suelo del Botadero llave	36

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Georreferencia del botadero con coordenadas UTM E- 431524 N-8224680 ALTITUD: 3835 m.s.n.m	27
Figura 02: Lugar de estudio	50
Figura 03: Haciendo un agujero para sacar la muestra	50
Figura 04: Vaciando la muestra a un recipiente	51
Figura 05: Vaciando la muestra a un recipiente	51
Figura 06: Juntando todas las muestras que recolecte.	52
Figura 07: Juntando todas las muestras que recolecte.	52
Figura 08: Pesando las muestras.	53
Figura 09: Sellando las muestras para llevarlas al laboratorio.	53
Figura 10: Registrando todo para llevar mi muestra de suelo al laboratorio.	54

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia	47
Anexo 02: Resultados del análisis del laboratorio	48
Anexo 03: Panel fotográfico	50

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto ambiental en relación a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en el suelo del área de influencia directa del botadero de residuos sólidos municipales en el distrito de Llave, 2025. Se empleó un enfoque cuantitativo, descriptivo y de diseño no experimental, utilizando análisis de laboratorio para determinar la concentración de metales pesados, parámetros fisicoquímicos (pH y conductividad eléctrica) y porcentaje de materia orgánica en el suelo. Los resultados evidenciaron que el 28,6% de los metales pesados analizados (plomo y cadmio) superaron los valores ECA conforme al DS N° 011-2017-MINAM, mientras que el resto se mantuvo dentro de los límites permisibles; el pH mostró un nivel de alcalinidad (7,58) y la conductividad eléctrica se situó en el límite superior agrícola (1,70 mS/cm). El contenido de materia orgánica resultó adecuado (4,17%), aunque en un contexto de riesgo ambiental por la presencia de agentes tóxicos. El análisis comparativo y la prueba de hipótesis confirmaron que el manejo inadecuado del botadero ha generado alteraciones significativas en la calidad del suelo, constituyendo un riesgo para la salud pública y la actividad agrícola en Llave. Se concluye que la adecuada gestión y remediación de residuos es fundamental para restaurar la calidad ambiental y proteger los recursos naturales de la localidad.

Palabras clave: Botadero, Calidad ambiental, ECA, Llave, Materia orgánica, Metales pesados, Residuos sólidos, Suelos.

ABSTRACT

The present investigation aimed to evaluate the environmental impact in relation to the Environmental Quality Standards (ECA) in the soil of the area of direct influence of the municipal solid waste landfill in the district of Llave, 2025. A quantitative, descriptive approach and non-experimental design was used, using laboratory analysis to determine the concentration of heavy metals, physicochemical parameters (pH and electrical conductivity) and percentage of organic matter in the soil. The results showed that 28.6% of the heavy metals analyzed (lead and cadmium) exceeded the ECA values according to DS No. 011-2017-MINAM, while the rest remained within the permissible limits; pH showed an alkalinity level (7.58) and electrical conductivity was at the upper agricultural limit (1.70 mS/cm). The organic matter content was adequate (4.17%), although in a context of environmental risk due to the presence of toxic agents. Comparative analysis and hypothesis testing confirmed that improper management of the landfill has led to significant alterations in soil quality, posing a risk to public health and agricultural activity in Llave. It is concluded that proper waste management and remediation is essential to restoring environmental quality and protecting the area's natural resources.

Keywords: Landfill, Environmental quality, ECA, Llave, Organic matter, Heavy metals, Solid waste, Soil.

INTRODUCCIÓN

La gestión ambiental y la protección del recurso suelo constituyen pilares fundamentales para el desarrollo sostenible y la preservación de la salud pública, especialmente en regiones donde la disposición inadecuada de residuos sólidos representa un desafío ambiental creciente. En el contexto peruano, la acelerada urbanización, el aumento poblacional y la infraestructura limitada para el manejo de residuos han provocado una creciente presión sobre los sistemas de gestión de residuos, agravando la problemática de la contaminación del suelo y las fuentes de agua cercanas.

Particularmente en el distrito de Ilave, la disposición de residuos sólidos municipales en botaderos abiertos sin control técnico ha generado impactos ambientales negativos notables. Entre estos, destaca la contaminación del suelo por metales pesados, alteraciones fisicoquímicas y la afectación de la fertilidad agrícola, lo que podría repercutir en la salud de las comunidades locales y en la seguridad alimentaria. Esta situación evidencia la urgente necesidad de evaluar y controlar el impacto ambiental teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en la normativa nacional, para definir medidas correctivas y estrategias de remediación oportunas.

Frente a este panorama, la presente investigación se orienta a responder la siguiente interrogante: ¿De qué manera influye el impacto ambiental en los estándares de calidad ambiental en el suelo del área de influencia directa del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave, 2025? El estudio contempla la caracterización cuantitativa del suelo mediante el análisis de metales pesados, parámetros fisicoquímicos y materia orgánica, evaluando su cumplimiento frente a la normativa vigente. Los resultados obtenidos constituyen una base empírica fundamental para el diseño de políticas locales de manejo de residuos y decisiones estratégicas para la protección ambiental de Ilave.

El contenido de esta tesis se organiza en: Capítulo I, Planteamiento del Problema, Antecedentes y Objetivos de la Investigación; Capítulo II, Marco Teórico, Conceptual, Marco Normativo e Hipótesis; Capítulo III, Metodología de la Investigación; Capítulo IV, Exposición y Análisis de Resultados, Conclusiones y Recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A escala global, la administración de residuos sólidos se ha transformado en un desafío ambiental crucial debido a la creciente urbanización y el incremento de la población del mundo. El aumento en la producción de residuos sólidos, particularmente en países en desarrollo, ha ejercido una presión significativa concerniente a los sistemas de gestión de desperdicios, muchos de los cuales dependen de vertederos al aire libre. La carencia de infraestructura apropiada y la gestión ineficaz en estos residuos han ocasionado efectos negativos sobre los ecosistemas, especialmente en la calidad del suelo. Las prácticas inadecuadas de gestión de residuos en sitios no regulados generan efectos ambientales duraderos, afectando la biodiversidad, los recursos hídricos y el bienestar humano.

En el contexto peruano, la gestión de residuos sólidos es un tema relevante, especialmente en las zonas periurbanas y rurales. A pesar de la existencia de marcos normativos como la Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27.254), las prácticas de disposición final de residuos permanecen inadecuadas en diversas regiones, particularmente en áreas periféricas de los centros urbanos. En el distrito de Ilave, la disposición de residuos sólidos en vertederos informales o no regulados ha generado múltiples problemas ambientales, especialmente en lo que respecta a la calidad del suelo. En cuanto a la evaluación del impacto ambiental en estos vertederos en el suelo es crucial para comprender la magnitud de los problemas ambientales que enfrentan las comunidades locales y, por ende, proponer soluciones viables. Sulca (2023) aclara que, a

nivel A nivel regional , se prohíbe el uso de rellenos sanitarios debido a los impactos ambientales adversos que generan, de conformidad con impactos ambientales Las regulaciones que generan, de acuerdo con la normativa establecida por la Ley N° 1278. establecido por la Ley N° 1278.

A nivel local, en llave, la problemática de los residuos sólidos es alarmante. En cuanto a la población de la localidad enfrenta dificultades para acceder a una gestión adecuada de residuos, lo que provoca la acumulación de desechos en áreas no autorizadas. El vertedero de desechos sólidos urbanos en la región de influencia directa en llave ha generado diversas repercusiones ambientales, siendo la contaminación del suelo uno de los problemas más destacados. Los lixiviados producidos por los desechos contaminan el suelo, deteriorando la calidad del agua subterránea y alterando el ecosistema circundante.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿DE QUÉ MANERA EL IMPACTO AMBIENTAL INFLUYE EN LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL EN EL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN ILAVE, 2025?

1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la concentración de metales pesados en el suelo del botadero de residuos sólidos municipales en llave y compararlos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en cumplimiento del Decreto Supremo No 011 – 2017-MINAM?
- ¿Cuál es el valor de pH y conductividad eléctrica en la calidad del suelo del botadero de residuos sólidos municipales en llave, 2025?
- ¿Cuál es el porcentaje de materia orgánica como indicador de la calidad del suelo del botadero de residuos sólidos municipales en llave, 2025?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Tigua (2021), indica que el rápido aumento poblacional ha generado un incremento notable producción de residuos sólidos a nivel mundial; Durante los treinta años recientes, la producción de residuos ha crecido un 70 %, de los cuales el 33 % no se gestiona de manera adecuada, lo que constituye un riesgo ambiental. En consecuencia, se realizó un estudio de evaluación de los efectos ambientales del vertedero de residuos Cañoso y se presentó una estrategia de gestión en la parroquia Alejo Lascano. Se inició una línea base a través de encuestas. Se descubrió que al menos el 40 % de los desechos producidos en la parroquia no están administrados de manera adecuada. Al caracterizar los desechos, se estima que la parroquia genera 19,43 kg/día, con 0,36 kg/cápita; Delaware La matriz de evaluación del efecto ambiental , el 20% de los residuos tiene un impacto crítico , el 30% tiene un impacto severo , el 40% tiene un impacto moderado y el 10% tiene una influencia positiva . % de residuos tienen impacto crítico, 30% severo, 40% moderado y 10% positivo. Finalmente los resultados sirvieron para desarrollar un plan de gestión ambiental que proporciona las herramientas necesarias para recolectar, tratar y disponer los residuos de la parroquia Alejo Lascano .Desarrollar un plan de gestión ambiental que proporcione las herramientas necesarias para recolectar, tratar y disponer los residuos de la parroquia Alejo Lascano .

Coque (2021), planteó un plan para el cierre definitivo del vertedero a cielo abierto del cantón Balzar, evaluando los impactos socioambientales resultantes de su operación. El vertedero recibió volúmenes considerables de desechos sólidos sin el tratamiento adecuado, debido a que la municipalidad de Balzar no cuenta con un sistema efectivo de manejo integral de residuos sólidos, lo que incrementa el riesgo de contaminación en diversas fases (aire, agua, suelo, flora y fauna). La metodología utilizada implicó un análisis teórico mediante una revisión preliminar del sistema de gestión de residuos en el vertedero, la elaboración de una matriz de relevancia y un check-list para evaluar los impactos ambientales. Basado en estos resultados, se establecieron los procedimientos

para el cierre técnico del vertedero y los planes de gestión que debe implementar el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD), asegurando la rehabilitación del área y el cumplimiento de las normativas sanitarias y ambientales.

1.2.2. A NIVEL NACIONAL

Nakayo & Leonardo (2023), este estudio tiene como finalidad identificar los efectos ambientales del relleno sanitario municipal de Canta y actualizar su estrategia de gestión de residuos sólidos. La metodología se divide en tres etapas: primera, preliminar, para recolectar información; segundo, de campo, para identificar factores ambientales, encuestar a la población y realizar monitoreos, y último, de gabinete, para analizar datos y evaluar. Los resultados extraídos de la matriz Leopold indican 58 interacciones ambientales negativas y 6 positivas relacionadas con las actividades del botadero de Pachacamac, Interacciones relacionadas con las actividades del botadero de Pachacamac. En resumen, la influencia negativa alcanzó la magnitud de 2,1 y una relevancia de 2,7, lo que sugiere un impacto mínimo y, por consiguiente, insignificante. Los impactos positivos mostraron magnitudes de 2.3 y 2.7 en relevancia, considerados como poco significativos.

Chucos (2020), indica que los residuos sólidos son una de las principales fuentes de contaminación ambiental, atribuible al incremento de la población y la falta de una gestión adecuada. La finalidad del estudio es analizar el impacto ambiental del vertedero "El Porvenir" en el distrito de El Tambo. Se estima que el vertedero recibe diariamente 180 toneladas de residuos, predominando los orgánicos. El riesgo del vertedero fue evaluado como moderado, con una puntuación de 61,5. A través de la visita de campo, observación directa, monitoreo del suelo y encuestas a los residentes adyacentes, se evaluó el impacto en tres componentes ambientales: social, físico y biológico. Los resultados demuestran que, en el contexto social, el impacto más notable fue el deterioro de la salud causado por los olores desagradables, con un valor de -64. En el componente físico, la alteración predominante fue la calidad del suelo, atribuida a los lixiviados, con un valor de

-71. Finalmente, en el componente biológico, la mayor afectación fue la disminución de la cobertura vegetal debido al desbroce, con un valor de -59.

Ferradas (2019), señala que la calidad del suelo del vertedero "San Idelfonso", ubicado en el distrito de Laredo, fue declarada en estado de emergencia debido a la inadecuada gestión de residuos, de acuerdo con la Resolución Ministerial N° 221-2019-MINAM. Se realizaron muestras de identificación en el área de estudio, efectuando 4 calicatas a 60 cm de profundidad para analizar la presencia de metales pesados (As, Ba, Cd, Cr VI, Pb, Hg), el pH, la conductividad eléctrica y la cantidad de materia orgánica. Se compararon estos resultados con los obtenidos de un punto de control en un área agrícola a 500 metros del vertedero, empleando un análisis estadístico t-Student. Los resultados mostraron niveles de cromo VI en el suelo del vertedero superan los límites establecidos por el Ministerio del Ambiente, además de mostrar un pH y salinidad elevados, así como un bajo porcentaje de materia orgánica.

Surco (2024), menciona que su proyecto tiene como propósito evaluar el impacto ambiental del manejo de residuos sólidos en el vertedero "El Cebollar" del distrito de Paucarpata, empleando un enfoque inductivo, de tipo aplicado y un diseño descriptivo no experimental. La investigación consistió en la caracterización de los residuos mediante un estudio bibliográfico que reveló que el vertedero recibe diariamente 40 toneladas de desechos, sobresaliente orgánicos, los cuales producen olores desagradables y lixiviados que comprometen la calidad del suelo y del agua. La proximidad del vertedero a la quebrada El Cebollar y su efecto sobre el río Socabaya evidencian la contaminación del agua. Se emplearon herramientas como el análisis documental, la observación directa y el monitoreo de agua, aire y suelo, además de encuestas a 34 residentes adyacentes al vertedero para evaluar su percepción sobre la contaminación. La evaluación, realizada mediante la matriz de Leopold, arrojó una puntuación total de -360, lo que indica una influencia perjudicial sobre componentes ambientales como el agua, el aire, el suelo y los aspectos sociales. Según la política ambiental, este vertedero no debe continuar en funcionamiento y debe ser clausurado o transformado en un relleno sanitario.

Fajardo et al. (2019), evaluó la calidad ambiental de la zona degradada por residuos sólidos en el vertedero "El Milagro", situado en la Municipalidad Provincial de Trujillo, en 2019, con el propósito de identificar los riesgos para la salud y el medio ambiente derivados de las posibles alteraciones de los componentes ambientales, especialmente la calidad del aire, suelo y agua subterránea. Se identificó la incineración de residuos sólidos como la principal fuente de contaminación, generando niveles elevados. Los resultados Se evidencia que la calidad del aire en las áreas urbanas y rurales adyacentes al vertedero no satisface los estándares estipulados por el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM para material particulado. Asimismo, se identifican 168 mg/kg de plomo en el suelo del área de monitoreo, cifra que excede 2.4 veces el límite permitido para suelos agrícolas, lo cual indica un elevado contenido de plomo en el suelo. El estudio identificó cuatro géneros y cinco especies de moscas, destacando a la mosca doméstica como un vector significativo de patógenos como *Escherichia coli* y *Salmonella typhi*. En relación con la prospección geofísica, se identifican áreas con resistividades indicativas de lixiviados originados en el vertedero, alcanzando profundidades superiores a 30 metros, aunque no se establece si estos lixiviados impactan directamente las aguas subterráneas.

Fernández & Villanueva (2020), evaluaron el impacto de los lixiviados del relleno sanitario local sobre la calidad del suelo para uso agrícola en el distrito de San Antonio de Cumbaza, provincia de San Martín. Relleno sanitario municipal respecto a la calidad de los suelos destinados a la agricultura. Se utilizó un diseño descriptivo correlacional con una población de suelos del vertedero y una muestra de 1000 gramos de suelo. Los resultados Se observaron altas concentraciones de metales pesados, especialmente de cromo total y cadmio, que superaron los límites establecidos en las cuatro muestras analizadas. En dos puntos de muestreo, se detectó un exceso de plomo, los impactos negativos más destacados en el medio ambiente abarcan la afectación a la flora, esto que conlleva a la destrucción del ecosistema y la pérdida de cobertura vegetal.

Arana et al. (2019), en esta tesis se determinará la concentración de metales pesados (arsénico, mercurio, cadmio, cromo y plomo) en el suelo de la zona de influencia directa del vertedero ubicado en el centro poblado de Pampachacra, Huancavelica. La investigación utilizó un diseño no experimental transversal, con un muestreo intencional de 20 puntos en una población de 13 hectáreas. Se empleó un espectrofotómetro de absorción atómica para la recopilación de datos. Los resultados indican que las cantidades de cadmio, plomo y cromo durante ambos períodos variaron entre 0.9-1.34, 3.6-32.74 y 1.19-60.6 mg/Kg de suelo, respectivamente, sin sobrepasar los Estándares de Calidad Ambiental para suelos agrícolas. No obstante, las concentraciones de arsénico fluctuaron entre 7,6 y 222,4 mg/Kg, con algunos valores sobrepasando el límite permitido de 50 mg/Kg, mientras que las concentraciones de mercurio variaron entre 0,01 y 22,7 mg/Kg, con ciertos valores excediendo el límite de 6,6 mg/Kg.

1.2.3. A NIVEL LOCAL

Palacios (2022), menciona que el objetivo de la investigación es analizar el impacto ambiental causado por el vertedero de residuos sólidos en el distrito de Ilave, Puno, en 2021, utilizando un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental y descriptivo. La metodología inició una evaluación de impacto ambiental (EIA) mediante la matriz de Leopold, que permitió el análisis de los factores abióticos, bióticos y socioeconómicos, considerando siete actividades realizadas en el vertedero. Los resultados revelaron que el impacto ambiental es predominantemente negativo, con una ponderación de 3,94 por efectos adversos y 2,5 para los beneficiosos. La magnitud de estos impactos fue de 3.35 para los negativos y 2.75 para los positivos, lo que indica que las afectaciones son de alta incidencia, difíciles de remediar y de naturaleza irreversible y permanentes. La composición de los residuos en el vertedero es de 52,42% orgánicos y 47,58% inorgánicos, con los restos de alimentos constituyendo el 47,51% del total.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar de qué manera influye el impacto ambiental en los estándares de calidad ambiental en el suelo del área de influencia directa del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave, 2025.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración de metales pesados en el suelo del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave y compararlos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en cumplimiento del Decreto Supremo No 011 – 2017-MINAM
- Analizar parámetros como pH y conductividad eléctrica del suelo del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave, 2025.
- Determinar el porcentaje de materia orgánica como indicador de la calidad del suelo del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave, 2025.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL, MARCO NORMATIVO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. IMPACTO AMBIENTAL EN SUELOS:

Evaluar las funciones ecosistémicas del suelo y los impactos asociados a su uso y manejo es fundamental para el control y monitoreo de la degradación o restauración de este recurso, ya que la contaminación del suelo provoca una reacción en cadena, provocando un desequilibrio en sus nutrientes. (Hurtado, 2023)

- **Tipos De Impacto Ambiental En Suelos**

Los impactos ambientales en los suelos pueden ser erosivos, químicos o de contaminación.(CORPORATIVA, 2019)

- **Importancia De La Evaluación Del Impacto Ambiental En Suelos**

Es fundamental prevenir, mitigar y restaurar los daños ambientales ocasionados por las actividades humanas..(Newsroom, 2019)

2.1.2. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

- **Efectos De La Contaminación Del Suelo En La Salud Humana Y El Medio Ambiente**

Efectos De La Contaminación Del Suelo En La Salud Humana Y El Medio Ambiente

La contaminación del suelo puede provocar intoxicaciones, alteraciones neurológicas y disfunciones endocrinas.

La exposición a metales pesados y pesticidas puede aumentar el riesgo de cáncer.

La contaminación del suelo puede provocar enfermedades como el cólera, la disentería bacilar, la fiebre tifoidea y la amebiasis.

La contaminación del suelo puede poner en peligro la seguridad alimentaria al contaminar los alimentos y el agua potable..(*Pollution*, 2020)

Tipos De Contaminantes Del Suelo

- Plaguicidas: Insecticidas, herbicidas y fungicidas.
- Metales pesados: Como el plomo
- Hidrocarburos: Sustancias orgánicas que pueden ser altamente tóxicas
- Basura: Residuos urbanos e industriales, como baterías, desechos de carbón, aguas residuales, detergentes y plásticos
- Microorganismos patógenos: Bacterias y virus que pueden contaminar el suelo
- Ácidos: Sustancias que pueden contaminar el suelo
- Aguas de relave: Sustancias que pueden contaminar el suelo.(*SINIA*)

2.1.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN SUELOS

Pueden incluir la matriz de Leopold, el método de Battelle-Columbus, el análisis energético de McAllister y el diagrama de Ishikawa. Se pueden incluir la matriz de Leopold, el método de Battelle-Columbus, el análisis energético de Mc Allister y el diagrama de Ishikawa. (Barrantes et al., 2016)

● **Indicadores De Calidad Del Suelo**

Son herramientas que analizan las propiedades, características y procesos del suelo. Facilitar la evaluación de la salud y la fertilidad del suelo. (*Estrada*, 2017)

2.1.4. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL EN SUELOS

● **Estándares De Calidad Del Suelo En Diferentes Países Y Organizaciones Internacionales**

Son un criterio vinculante para la elaboración de instrumentos de gestión ambiental. Estos estándares se aplican en actividades que pueden inducir riesgos de contaminación del suelo.(*SINIA*)

● **Importancia De La Monitorización Y El Control De La Calidad Del Suelo**

Es importante para la gestión sostenible del suelo y para la conservación de los recursos naturales.(Ogreen, 2021)

- **Métodos De Monitorización Y Control del suelo**

Se basan en el muestreo, la evaluación de la calidad y la realización de ensayos.(Usda)

- **Evaluación De La Calidad Del Suelo**

Es un proceso que determina la composición del suelo y su idoneidad para la agricultura.

Se examinan diversos parámetros.(Usda)

- **Indicadores De Calidad Del Suelo**

Son instrumentos que evalúan las propiedades, características y procesos del suelo.

Facilitar la evaluación de la salud del suelo y su fertilidad.(García et al., 2012)

- **Métodos De Evaluación del suelo**

Métodos se pueden utilizar dos tal vez para analizar los componentes del suelo : fluorescencia semicuantitativa (FRX) y espectroscopia de emisividad de plasma de argón cuantitativa, se utiliza para analizar los componentes del suelo espectroscopia de fluorescencia semicuantitativa (FRX) y espectroscopia de emisividad de plasma de argón cuantitativa .(ICP-MS). (Raymond, 2018)

2.1.5. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

- **Gestión De Residuos Sólidos en el suelo.**

Implica la recolección, transporte, tratamiento y disposición de los desechos generados por las actividades humanas. (Córdoba, 2023)

- **Tipos De Residuos Sólidos en el suelo.**

Pueden clasificarse según su origen, características y peligrosidad en: residuos orgánicos, residuos inorgánicos, residuos peligrosos y residuos no peligrosos. (Sanchez, 2025)

- **Importancia De La Gestión De Residuos Sólidos en el suelo**

Es crucial para el suelo, ya que contribuye a su protección contra la contaminación y a la mejora de su calidad.(Colomina, 2005)

2.1.6. IMPACTO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL SUELO

Puede contaminar el suelo, lo que repercute en la biodiversidad y la calidad del agua. la biodiversidad y la calidad del agua. Asimismo, puede afectar negativamente la salud humana y el clima. (Fao, 2018)

- **Métodos De Gestión De Residuos Sólidos en el suelo**

Incluyen el compostaje y la disposición en vertederos (Fany et al.,)

- **Tecnologías De Gestión De Residuos Sólidos en el suelo**

Comprenden el reciclaje, la reutilización, el compostaje, la digestión, la incineración, la pirólisis, la carbonización y la gasificación. (Safety, 2022)

2.2. MARCO CONCEPTUAL

- **Botadero de Residuos Sólidos**

Un vertedero de residuos sólidos es un lugar donde se depositan los desechos producidos por la actividad humana (domésticos, industriales, comerciales, entre otros) sin ningún tratamiento o disposición regulada. Los vertederos a cielo abierto constituyen una fuente considerable de contaminación debido a los lixiviados producidos por el procesamiento de los residuos y la liberación de gases tóxicos.

- **Calidad Ambiental**

La calidad ambiental alude a las condiciones del entorno natural, particularmente en relación con la pureza del aire, agua y suelo. En el caso del suelo, implica la existencia de contaminantes, como metales pesados, que perjudican su capacidad para sustentar la vida y las actividades humanas.

- **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**

Es un procedimiento que facilita la anticipación y valoración de los efectos adversos de un proyecto o actividad en el medio ambiente.

- **Impacto Ambiental**

Alude a cualquier alteración significativa y nociva en el entorno, resultante de las actividades humanas. En el contexto de los vertederos de residuos sólidos, el impacto ambiental puede evidenciarse en las alteraciones de los ecosistemas. La evaluación de

impacto ambiental (EIA) facilita la identificación, predicción y evaluación de estos efectos con el fin de proponer medidas correctivas y preventivas.

- **Lixiviados**

Los lixiviados son líquidos generados cuando el agua interactúa con residuos sólidos, disolviendo sustancias como metales pesados, compuestos orgánicos y otros contaminantes.

- **Metales pesados**

Son elementos metálicos que, debido a su toxicidad y persistencia en el entorno, pueden ocasionar efectos perjudiciales en los organismos vivos. En los vertederos de desechos sólidos, los metales pesados más prevalentes son el plomo, el cadmio y el cromo, los cuales pueden dañar el suelo y las fuentes de agua adyacentes.

(Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo | SINIA)

2.3. MARCO NORMATIVO

2.3.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ (1993)

El Artículo 2 de la Constitución Política del Perú consagra el derecho de los individuos a gozar de un entorno equilibrado y apropiado para su bienestar, reconociendo la obligación del Estado de salvar el medio ambiente. Este derecho fundamental la legislación ambiental del país, incluye la protección de los recursos naturales, como el suelo.

2.3.2. LEY GENERAL DEL AMBIENTE N° 28611 (2005)

La Ley General del Ambiente establece el marco regulatorio para la gestión ambiental en el Perú. El Artículo 6 establece los principios de la política ambiental, que incluyen la prevención y la precaución, esenciales para la gestión de residuos sólidos y la protección del suelo.

2.3.3. DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM:

Estándares de Calidad Ambiental para Suelos el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM establece los Estándares de Calidad Ambiental para Suelos , especificando los límites permisibles para la concentración de contaminantes en el suelo, como metales pesados

(plomo, cadmio, cromo), los cuales son comunes en los lixiviados generados por los botaderos. Este decreto es fundamental para la evaluación de la calidad del suelo en el área de influencia del botadero de llave, ya que proporciona los parámetros base para identificar concentraciones de contaminación que superan los límites establecidos.

2.3.4. LEY N° 27.254: LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

La Ley General de Residuos Sólidos regula la gestión de residuos sólidos en el Perú, con el objetivo de fomentar una disposición adecuada y sostenible de los mismos. Dispone que los desechos deben ser administrados en circunstancias que reduzcan su impacto ambiental. Esta legislación es especialmente relevante para su investigación, ya que regula la disposición final de residuos en vertederos y establece el manejo adecuado para prevenir la contaminación del suelo, como ocurre en el vertedero de llave.

2.3.5. DECRETO SUPREMO N° 002-2013-MINAM: REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL AMBIENTE

El Supremo Decreto N° 002-2013-MINAM establece el reglamento de la Ley General del Ambiente y delinea los procedimientos y normas para la gestión de residuos sólidos. No. 002-2013-MINAM establece el reglamento de la Ley General del Ambiente y delinea los procedimientos y normas para el manejo de residuos sólidos. Regula tanto los residuos peligrosos como los no peligrosos. Esta normativa es fundamental para entender los procedimientos y métodos que deben implementarse para la adecuada gestión de residuos y la evaluación de sus impactos en el medio ambiente, particularmente sobre la calidad del suelo.

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El impacto ambiental influye en los estándares de calidad ambiental en el suelo del área de influencia directa del botadero de residuos sólidos municipales en llave, 2025.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- La concentración de metales pesados en el suelo del botadero de residuos sólidos municipales en llave supera los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en cumplimiento del del Decreto Supremo No 011-2017-MINAM.
- Los parámetros de pH del suelo y conductividad eléctrica en el área del botadero de residuos sólidos municipales en llave se encuentran por debajo o por encima de los valores óptimos característicos del suelo.
- El porcentaje de materia orgánica es alto como indicador de la calidad del suelo del botadero de residuos sólidos municipales en llave, 2025.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El Botadero Achatuyo, Chiara Jake - Parcialidad Apacheta , situado en el distrito de llave, Provincia de El Collao, departamento de Puno. Cantidad de Residuos y área que ocupa (Botadero grande – superficie de 500 m², cantidad acumulada de residuos + 600 000 toneladas)



Figura 01: Georreferencia del botadero con coordenadas UTM E- 431524 N-8224680

ALTITUD: 3835 m.s.n.m

Fuente: Google Earth

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Se encuentra conformada por todo el ámbito de influencia del botadero de la Parcialidad Apacheta, situado en el distrito de llave que es de Botadero grande – superficie de $86000 m^2$.

3.2.2. MUESTRA

Se tiene como muestra la superficie de 1 a 3 Ha, del botadero, así como la existencia de familias y medio ambiente que se encuentra alrededor.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es descriptivo, ya que se busca especificar las propiedades, características y perfiles importantes del fenómeno que se somete a análisis, en este caso, el impacto ambiental en relación a los estándares de calidad ambiental en el suelo del área de influencia directa del botadero de residuos sólidos municipales en el distrito de llave.

3.3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicada, debido a que se enfoca en la resolución de problemas prácticos y específicos, utilizando conocimientos adquiridos y generando nuevos conocimientos para su aplicación en la solución de problemas ambientales relacionados con el botadero de residuos sólidos.

3.3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es no experimental, ya que no se manipulan deliberadamente las variables independientes para observar su efecto sobre otras variables. Se observan los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.

3.3.4. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas de recolección de datos incluyen:

- Análisis de laboratorio para determinar los niveles de materia orgánica, pH, conductividad eléctrica y concentraciones de metales pesados (arsénico, bario, cadmio, cromo, mercurio y plomo) en muestras de suelo.
- Observación directa de las prácticas de almacenamiento, recolección, recuperación y reciclaje en el botadero de residuos sólidos.
- Revisión documental de informes y estudios previos relacionados con el área de estudio.

3.3.5. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos de recolección de datos son:

- Fichas de registro para los resultados de los análisis de laboratorio.
- Guía de observación para las prácticas de manejo de residuos sólidos.
- Fichas bibliográficas para la revisión documental.

3.3.6. VALIDACIÓN

La validación de los instrumentos se realizaron a través de:

- Validez de criterio: Comparación de los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos por la normativa vigente.

3.3.7. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo Específico 1: Determinar la concentración de metales pesados en el suelo del botadero de residuos sólidos municipales en llave y compararlos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en cumplimiento del Decreto Supremo N.º 011-2017-MINAM.

Método: Se aplicó un enfoque cuantitativo mediante el método hipotético-deductivo. Se recolectaron muestras de suelo en diferentes puntos del botadero, las cuales fueron analizadas en laboratorio para identificar y cuantificar la presencia de metales pesados. Los resultados obtenidos se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en el Decreto Supremo N.º 011-2017-MINAM para evaluar el nivel de contaminación.

Objetivo Específico 2: Analizar parámetros como pH y conductividad eléctrica del suelo del botadero de residuos sólidos municipales en llave.

Método: Se aplicó un enfoque cuantitativo mediante el método hipotético-deductivo. Se llevaron a cabo muestreos de suelo en distintos sectores del botadero. Estas muestras fueron sometidas a pruebas de laboratorio para determinar el pH y la conductividad eléctrica. Los datos recopilados permitieron evaluar las condiciones químicas del suelo y su posible impacto ambiental.

Objetivo Específico 3: Determinar el porcentaje de materia orgánica como indicador de la calidad del suelo del botadero de residuos sólidos municipales en llave.

Método: Se aplicó un enfoque cuantitativo mediante el método hipotético-deductivo. Se tomaron muestras de suelo en diversas áreas del botadero y se analizaron en laboratorio para medir el contenido de materia orgánica. Los resultados se utilizaron para evaluar la calidad del suelo y su capacidad para sustentar la vida biológica y la degradación de residuos.

3.4. OPERACIÓN DE VARIABLES

Tabla 01: Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
VI:	Área de acumulación	<ul style="list-style-type: none"> ● Almacenamiento
Estándar de Calidad Ambiental en el Suelo	informal de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> ● Recolección ● Recuperación y Reciclaje
VD:	Propiedades Químicas	<ul style="list-style-type: none"> ● Materia orgánica ● pH ● Conductividad eléctrica ● Arsénico ● Bario ● Cadmio ● Cromo ● Mercurio ● Plomo
Impacto Ambiental		

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1: DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN EL SUELO DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN ILAVE Y COMPARARLOS CON LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) EN CUMPLIMIENTO DEL DECRETO SUPREMO NO 011 – 2017-MINAM.

La contaminación por metales pesados es uno de los principales riesgos ambientales en zonas de disposición de residuos sólidos. El presente objetivo busca comparar los valores hallados en el suelo del botadero de Ilave (ver anexo 02) con los límites establecidos por la ECA peruano, a fin de identificar posibles excedencias y sus implicancias.

Tabla 02: Comparación de Metales Pesados hallados Vs. ECA para suelos agrícolas

Pesado de metal	Resultado de laboratorio (mg/kg)	ECA Suelo Agrícola (mg/kg)	¿Supera ECA?
Plomo (Pb)	75.00	70	Si
Cadmio (Cd)	4.50	1.4	Si
Arsénico (As)	45.00	50	No
Mercurio (Hg)	0.122	6.6	No
Zinc (Zn)	220	300	No
Cromo (Cr)	18	180	No
Níquel (Ni)	17	140	No

En la tabla 02 se ven los valores obtenidos que muestran que el plomo y el cadmio superan los límites establecidos por la normativa nacional para suelos agrícolas, mientras que el arsénico está cerca del límite y los demás metales pesados se encuentran dentro

de los límites permisibles. Esto evidencia un riesgo químico importante para la salud y el ambiente relacionado con la disposición inadecuada de residuos.

Discusión con hallazgos anteriores:

Ferradas (2019), Fajardo et al. (2019), Fernández & Villanueva (2020), y Arana et al. (2019) reportan suelos en vertederos municipales con excedencias de plomo, cadmio y, en algunos casos, arsénico y mercurio, muchas veces vinculadas al vertido directo de residuos peligrosos y lixiviados. A nivel internacional (Tigua, 2021; Coque, 2021) los vertederos mal gestionados también muestran exceso de metales pesados y riesgo ambiental. La coincidencia de resultados sugiere que Ilave comparte el problema estructural de contaminación observado en otros estudios nacionales y en vertederos similares, confirmando la urgencia de acciones de gestión ambiental.

4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2: ANALIZAR PARÁMETROS COMO PH Y

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUELO DEL BOTADERO DE RESIDUOS

SÓLIDOS MUNICIPALES EN ILAVE, 2025

El pH y la conductividad eléctrica del suelo indican el grado de alteraciones químicas, afectando la retención de nutrientes y la salinidad, factores clave para el crecimiento vegetal. Su monitoreo permite conocer el grado de impacto de la disposición de residuos sobre la calidad del suelo.

Tabla 03: Parámetros físico-químicos del suelo en Ilave

Parámetro	Valor Laboratorio	Rango suelo agrícola	¿Alterado? óptimo
pH	7.58	6.5 – 7.5	Ligeramente alcalino
Conductividad eléctrica (mS/cm)	1.70	<2.0	Límite superior

En la tabla 03 se muestra que el suelo presenta un pH ligeramente alcalino y una conductividad eléctrica en el límite del rango adecuado para suelo agrícola, indicadores de nivel de alteración química. Estos parámetros pueden limitar la absorción de nutrientes y afectar cultivos sensibles, sugiriendo la presencia de lixiviados.

Discusión con hallazgos anteriores:

Ferradas (2019) y Chucos (2020) identifican pH y conductividad elevados en suelos de vertederos, asociados a lixiviados y residuos inorgánicos.

Los resultados indican que estos valores son comunes en suelos afectados por residuos sólidos, lo que puede restringir el uso agrícola y afectar el desarrollo vegetativo, como lo señala también Surco (2024) respecto al vertedero El Cebollar.

A nivel internacional (Tigua, 2021) la alteración en pH y salinidad se relaciona directamente con la falta de gestión de residuos y presencia de lixiviados.

4.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3: DETERMINAR EL PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA COMO INDICADOR DE LA CALIDAD DEL SUELO DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN ILAVE, 2025.

La materia orgánica es crucial para la fertilidad y estructura del suelo. Sin embargo, en presencia de contaminantes químicos, su beneficio puede verse enmascarado. Este

indicador ayuda a evaluar el potencial de uso agrícola, así como el equilibrio biológico del suelo.

Tabla 04: Porcentaje de Materia Orgánica en Suelo del Botadero llave

Indicador	Valor (%)	Laboratorio	Rango óptimo suelo agrícola (%)	¿Adecuado?
Materia orgánica	4.17		2.0 – 5.0	Si

En la tabla 04 muestra que el porcentaje de materia orgánica encontrada es adecuado para condiciones agrícolas, señalando un alto aporte de residuos orgánicos. Sin embargo, la contaminación con metales pesados limita su utilidad y puede comprometer la seguridad del ecosistema y los cultivos.

Discusión con hallazgos anteriores:

Palacios (2022) y Chucos (2020) evidencian predominancia de residuos orgánicos en vertederos y presumen valores elevados de materia orgánica.

Por el contrario, Ferradas (2019) reportó materia orgánica baja en suelos de vertederos mal gestionados, lo que puede deberse a diferencias en la composición de los residuos y el tiempo de procesamiento.

El beneficio de la materia orgánica debe analizarse junto a la carga de metales pesados y otros contaminantes, situación también reportada en estudios de Fernández & Villanueva (2020).

4.4. PROCESO DE PRUEBA DE HIPÓTESIS

Hipótesis general: El impacto ambiental influye en los estándares de calidad ambiental en el suelo del área de influencia directa del botadero de residuos sólidos municipales en llave, 2025.

Hipótesis nula (H₀): El impacto ambiental NO influye significativamente en los estándares de calidad ambiental del suelo en la zona de influencia del botadero de llave.

Hipótesis alterna (H_1): El impacto ambiental SÍ influye significativamente en los estándares de calidad ambiental del suelo en la zona de influencia del botadero de llave.

Solución:

Para validar la hipótesis general, se sometió a contrastar las evidencias de los tres parámetros clave:

- Concentración de metales pesados (Tabla 1. Metales pesados en suelo vs. ECA)
- Parámetros físico-químicos (Tabla 2. pH y conductividad eléctrica del suelo)
- Porcentaje de materia orgánica (Tabla 3. Materia orgánica en el suelo)

Analizando si estaban dentro o fuera de los rangos normativos y óptimos.

Resultados:

Los resultados muestran que en la Tabla 1, el plomo y el cadmio superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos agrícolas. En la Tabla 2, el pH es apenas superior al rango óptimo, y la conductividad eléctrica está en el límite superior permitido, indicando un nivel de alteraciones químicas. Finalmente, la Tabla 3 muestra materia orgánica adecuada, pero en un contexto de presencia de contaminantes.

Decisión:

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), concluyendo que el impacto ambiental generado por el botadero influye significativamente en los estándares de calidad ambiental del suelo de su área de influencia.

Prueba de Hipótesis Específica 1

Hipótesis específica: La concentración de metales pesados en el suelo del botadero de residuos sólidos municipales en llave supera los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en cumplimiento del DS N° 011-2017-MINAM.

Hipótesis nula (H_0): Las concentraciones de metales pesados NO superan los ECA.

Hipótesis alterna (H_1): Las concentraciones de metales pesados SÍ superan los ECA.

Solución:

Se compara cada metal con el ECA utilizando los resultados de la Tabla 1.

Resultados:

En la Tabla 1, plomo (75,00 mg/kg) y cadmio (4,50 mg/kg) exceden sus respectivos límites ECA (70 y 1,4 mg/kg). Otros metales están dentro de los márgenes permitidos.

Decisión:

Se rechaza H_0 y se acepta H_1 , ya que hay superación comprobada para plomo y cadmio.

Prueba de Hipótesis Específica 2

Hipótesis específica: Los parámetros de pH del suelo y conductividad eléctrica se encuentran por debajo o por encima de los valores óptimos del suelo agrícola.

Hipótesis nula (H_0): El pH y la conductividad eléctrica del suelo están dentro del rango agrícola óptimo.

Hipótesis alterna (H_1): El pH o la conductividad eléctrica NO están dentro del rango agrícola óptimo.

Solución:

Se contrastan los resultados de la Tabla 2 con los valores óptimos reportados en la literatura.

Resultados:

La Tabla 2 muestra que el pH es 7,58 (rango óptimo: 6,5–7,5), ligeramente fuera del límite superior, y que la conductividad eléctrica es 1,70 mS/cm (límite: <2,0 mS/cm), en el límite superior agrícola.

Decisión:

Si rechaza parcialmente H_0 y se acepta parcialmente H_1 , constatando alteraciones en el nivel de pH y CE.

Prueba de Hipótesis Específica 3

Hipótesis específica: El porcentaje de materia orgánica es alto como indicador de la calidad del suelo del botadero de residuos sólidos municipales en llave, 2025.

Hipótesis nula (H_0): El porcentaje de materia orgánica NO es alto ni está dentro del rango agrícola ideal.

Hipótesis alterna (H_1): El porcentaje de materia orgánica SÍ está dentro del rango agrícola ideal.

Solución:

Se interpreta el contenido de materia orgánica usando la Tabla 3.

Resultados:

La Tabla 3 reporta materia orgánica de 4,17% (rango agrícola recomendado: 2,0- 5,0%).

Decisión:

Se acepta H_1 , el contenido de materia orgánica es alto y adecuado, aunque debe ser considerado junto con la presencia de contaminantes.

CONCLUSIONES

PRIMERA: El análisis del suelo en la zona de influencia directa del botadero municipal de llave evidencia que el impacto ambiental influye de manera significativa en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) . En particular, los resultados muestran que el 28,6% (2 de 7) de los metales pesados analizados superan los valores ECA (plomo y cadmio) , mientras que el resto (71,4%) permanece dentro de los límites permisibles. Estos hallazgos confirman la hipótesis de que el manejo inadecuado de residuos sólidos está generando contaminación del suelo por metales pesados y alteraciones de sus parámetros químicos, con un impacto ambiental negativo y riesgo potencial para la salud pública y la agricultura local.

SEGUNDA: La concentración de metales pesados en el suelo del botadero de residuos sólidos municipales en llave, mostraron que en el caso del plomo y el cadmio, se encontró que el plomo alcanzó 75 mg/kg, superando en 7.1% el límite ECA (70 mg/kg) , mientras que el cadmio alcanzó 4.5 mg/kg, superando en 221% el límite permitido (1.4 mg/kg) . El arsénico presentó un valor de 45 mg/kg (90% del límite ECA, 50 mg/kg) , lo que indica una cercanía crítica al umbral máximo permitido. Estos resultados reflejan una contaminación preocupante asociada a los lixiviados y desechos urbanos depositados sin control, con un riesgo directo de acumulación en la cadena alimentaria.

TERCERA: El suelo analizado presentó un pH de 7.58 , ligeramente por encima del rango óptimo agrícola (6.5-7.5), evidenciando una condición de alcalinidad del +1.06% respecto al límite superior . Asimismo, la conductividad eléctrica alcanzó 1,70 mS/cm , situándose en el 85% del límite máximo tolerado (2,0 mS/cm) . Aunque ambos parámetros se mantienen cercanos al rango agrícola aceptable, reflejando un proceso de

alteraciones químicas por la influencia de lixiviados, situación que podría intensificarse con la continuidad del vertido de residuos.

CUARTA: El porcentaje de materia orgánica en el suelo fue de 4,17% , valor dentro del rango agrícola óptimo (2,0 – 5,0%). Esto representa una condición favorable desde el punto de vista físico-biológico para la fertilidad del suelo. Sin embargo, la presencia simultánea de metales pesados convierte este potencial en un riesgo ambiental, ya que el suelo podría sustentar cultivos con alto riesgo de bioacumulación tóxica , evidenciando que la calidad orgánica está enmascarada por la contaminación química.

RECOMENDACIONES

Dirigidas a la Municipalidad Distrital de Ilave al área de Residuos Sólidos:

PRIMERA: Implementar un programa de monitoreo semestral del suelo y el agua subterránea en el área de influencia del botadero, con énfasis en metales pesados como plomo y cadmio, a fin de prevenir y gestionar a tiempo riesgos ambientales y sanitarios.

SEGUNDA: Gestionar recursos para la clausura técnica del botadero actual y su reemplazo inmediato por un relleno sanitario controlado, cumpliendo con los lineamientos del DS N° 011-2017-MINAM. Esto permitirá una disminución progresiva de lixiviados y gases contaminantes.

TERCERA: Establecer proyectos de reforestación, biorremediación y aplicación de enmiendas en suelos contaminados, con prioridad en áreas donde se superaron los límites ECA de metales pesados.

CUARTA: Desarrollar programas de segregación en la fuente, reciclaje y compostaje comunitario, acompañados de campañas de concientización ciudadana, con el fin de reducir en al menos un 40% la cantidad de desechos llegados al botadero en los próximos 3 años.

BIBLIOGRAFÍA

- Aprueban Estándares De Calidad Ambiental (Eca) Para Suelo | Sinia.* (S. f.). Recuperado 7 De Febrero De 2025, De [Https://Sinia.Minam.Gob.Pe/Normas/Aprueban-Estandares-Calidad-Ambiental-Eca-Suelo-0https://Cia.Uagraria.Edu.Ec/Archivos/Tigua%20miranda%20maria%20fernanda.Pdf](https://Sinia.Minam.Gob.Pe/Normas/Aprueban-Estandares-Calidad-Ambiental-Eca-Suelo-0https://Cia.Uagraria.Edu.Ec/Archivos/Tigua%20miranda%20maria%20fernanda.Pdf).
- Arana, B. Q., Asenat, C., & Soto, B. S. (S. f.). *Gestión Ambiental Y/O Sanitaria.*
- Colomina, I. A. F. (2005). *La Gestion Integral De Los Residuos Sólidos Urbanos En El Desarrollo Sostenible Local. 3.*
- Coque Marin Andrea Belen.Pdf.* (S. f.). Recuperado 7 De Febrero De 2025, De [Https://Cia.Uagraria.Edu.Ec/Archivos/Coque%20marin%20andrea%20belen.Pdf](https://Cia.Uagraria.Edu.Ec/Archivos/Coque%20marin%20andrea%20belen.Pdf)
- Corporativa, I. (2019). *La Contaminación Del Suelo, Sus Efectos Sobre Nuestro Futuro Y Qué Podemos Hacer Para Reducirla.* Iberdrola. [Https://Www.Iberdrola.Com/Sostenibilidad/Contaminacion-Del-Suelo-Causas-Efectos-Soluciones](https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/contaminacion-del-suelo-causas-efectos-soluciones)
- Fajardo Vargas, L. W., Gonzales Rossel, J. A., & Olivares Alcántara, V. M. (2019). Evaluación Ambiental Del Área Degradada Por Residuos Sólidos Municipales—Botadero «el Milagro», De La Municipalidad Provincial De Trujillo En El 2019. *Organismo De Evaluación Y Fiscalización Ambiental - Oefa.* [Http://Repositorio.Oefa.Gob.Pe//Handle/20.500.12788/860](http://repositorio.oefa.gob.pe/handle/20.500.12788/860)
- Fao. (2018). *La Contaminación De Los Suelos Está Contaminando Nuestro Futuro.* Newsroom. [Https://Www.Fao.Org/Newsroom/Story/Polluting-Our-Soils-Is-Polluting-Our-Future/](https://www.fao.org/newsroom/story/polluting-our-soils-is-polluting-our-future/) Es
- Ferradas Herrera Luis Alberto—Guerra González Yamali Janin.Pdf.* (S. f.). Recuperado 6 De Febrero De 2025, De [Https://Repositorio.Upn.Edu.Pe/Bitstream/Handle/11537/22442/Ferradas%20herre](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22442/Ferradas%20herra%20luis%20alberto%20-%20guerra%20gonz%C3%A1lez%20yamali%20janin.P)

df?Sequence=1&Isallowed=Y

García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores De La Calidad De Los Suelos: Una Nueva Manera De Evaluar Este Recurso. *Pastos Y Forrajes*, 35(2), 125-138.

Guía Para La Evaluación De La Calidad Y Salud Del Suelo.Pdf. (S. f.). Recuperado 7 De Febrero De 2025, De <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-10/Gu%C3%Ada%20para%20la%20evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20calidad%20y%20salud%20del%20suelo.Pdf>

Hurtado Lugo, E. (2023). *Indicador De Impactos Ambientales Asociados Al Uso Y Manejo Del Suelo* [Trabajo De Grado - Maestría, Universidad Nacional De Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/83298>

Indicadores De Calidad De Suelo Para Evaluar Su Fertilidad. (2017). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000800813

lv_fin_107_te_surco_reyes_2024.Pdf. (S. f.). Recuperado 7 De Febrero De 2025, De https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/14460/1/lv_fin_107_te_surco_reyes_2024.Pdf?utm_source=Chatgpt.Com

lv_fin_107_ti_chucos_palomino_2020.Pdf. (S. f.). Recuperado 6 De Febrero De 2025, De https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8794/4/lv_fin_107_ti_chucos_palomino_2020.Pdf?utm_source=Chatgpt.Com

Javier Sanchez. (2025). *Qué Son Los Residuos Sólidos Y Cómo Se Clasifican—Con Vídeo*. Ecologiaverde.Com. <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html>

La Contaminación De Los Suelos Está Contaminando Nuestro Futuro. (2019). Newsroom. <https://www.fao.org/newsroom/story/polluting-our-soils-is-polluting-our-future/> Es

La Importancia Del Monitoreo De La Calidad Del Suelo. (2021, Junio 17). *Ogreen*.

[Https://Ogreen.Com.Pe/Monitoreo-Ambiental/Monitoreo-Calidad-Suelo/](https://Ogreen.Com.Pe/Monitoreo-Ambiental/Monitoreo-Calidad-Suelo/)

Mora-Barrantes, J. C., Molina-León, O. M., Sibaja-Brenes, J. P., Mora-Barrantes, J. C.,

Molina-León, O. M., & Sibaja-Brenes, J. P. (2016). Aplicación De Un Método Para Evaluar El Impacto Ambiental De Proyectos De Construcción De Edificaciones Universitarias. *Revista Tecnología En Marcha*, 29(3), 132-145.

[Https://Doi.Org/10.18845/Tm.V29i3.2893](https://doi.org/10.18845/Tm.V29i3.2893)

Nakayo, D. J., & Leonardo, J. (S. f.). *Línea De Investigación:*

Palacios Mamani, J. A. (2022). Impacto Ambiental Generado Por El Botadero De Residuos Sólidos En El Distrito De Ilave-Puno, 2021. *Universidad Privada San Carlos*. [Http://Repositorio.Upsc.Edu.Pe:8080/Handle/Upsc/448](http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/upsc/448)

Raymond, E. (2018, Enero 24). *Métodos De Análisis Del Suelo*. Berger - Es. [Https://Www.Berger.Ca/Es/Recursos-Para-Los-Productores/Tips-Y-Consejos-Practicos/Metodos-De-Analisis-Del-Suelo/](https://www.berger.ca/es/recursos-para-los-productores/tips-y-consejos-practicos/metodos-de-analisis-del-suelo/)

Safeti. (2022, Julio 29). *¿Qué Es La Gestión De Residuos?* Safetyculture. [Https://Safetyculture.Com/Es/Temas/Gestion-De-Residuos/](https://safetyculture.com/es/temas/gestion-de-residuos/)

Sgs Cordoba. (2023). *Gestión De Residuos Sólidos: Un Enfoque Responsable Para Un Futuro Sostenible*. Sgscorp. [Https://Www.Sgs.Com/Es-Pe/Noticias/2023/09/Gestion-Residuos-Solidos](https://www.sgs.com/es-pe/noticias/2023/09/gestion-residuos-solidos)

Sinia. (S. f.). Recuperado 7 De Febrero De 2025, De [Https://Sinia.Minam.Gob.Pe/Sites/Default/Files/Siar-Puno/Archivos/Public/Docs/1471.Pdf](https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/1471.pdf)

Soil Pollution And Health. (2020). [Page]. European Environment Agency. [Https://Www.Eea.Europa.Eu/Publications/Zero-Pollution/Health/Soil-Pollution](https://www.eea.europa.eu/publications/zero-pollution/health/soil-pollution).

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

TÍTULO: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN RELACIÓN A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL EN EL SUELO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE ILAVE, 2025.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p>¿De qué manera el impacto ambiental influye en los estándares de calidad ambiental en el suelo del área de influencia directa del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave, 2025?</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuál es la presencia de metales pesados en el suelo del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave y compararlos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en cumplimiento del Decreto Supremo No 011 – 2017-MINAM?</p> <p>¿Cuál es el valor de pH y conductividad eléctrica en la calidad del suelo del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave, 2025?</p> <p>¿Cuál es el porcentaje de materia orgánica como indicador de la calidad del suelo del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave, 2025?</p>	<p>Determinar de qué manera influye el impacto ambiental en los estándares de calidad ambiental en el suelo del área de influencia directa del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave, 2025</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <p>Determinar la concentración de metales pesados en el suelo del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave y compararlos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en cumplimiento del Decreto Supremo No 011 – 2017-MINAM</p> <p>Analizar parámetros como pH y conductividad eléctrica del suelo del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave, 2025</p> <p>Determinar el porcentaje de materia orgánica como indicador de la calidad del suelo del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave, 2025</p>	<p>El impacto ambiental influye en los estándares de calidad ambiental en el suelo del área de influencia directa del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave, 2025</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <p>La concentración de metales pesados en el suelo del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave supera los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en cumplimiento del Decreto Supremo No 011 – 2017-MINAM.</p> <p>Los parámetros de pH del suelo y conductividad eléctrica en el área del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave se encuentran por debajo o por encima de los valores óptimos característicos del suelo.</p> <p>El porcentaje de materia orgánica es alto como indicador de la calidad del suelo del botadero de residuos sólidos municipales en Ilave, 2025</p>	<p>VI:: Estándares de Calidad Ambiental en el Suelo</p> <p>VD: Impacto Ambiental</p>	<p>Materia orgánica pH Conductividad eléctrica Arsénico Bario Cadmio Cromo Mercurio Plomo Almacenamiento Recolección Recuperación y Reciclaje</p>	<p>Análisis estadístico descriptivo Comparación de resultados con Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Correlación de parámetros</p>	<p>Diseño de investigación: No experimental Tipo: Descriptivo Método: Hipotético deductivo con un enfoque cuantitativo. Población/muestra: Botadero de la Parcialidad Apacheta-Ilave (1 a 2 ha)</p>

Anexo 02: Resultados del análisis del laboratorio



MEGALABORATORIOS QUÍMICOS DE LOS ANDES S.A.C
AGUAS – SUELOS – MINERALES Y OTROS.
CON EQUIPOS CALIBRADOS Y CERTIFICADOS POR COMPARACIÓN
DE TRAZABILIDAD DIRECTA DE INACAL
RUC: 20612800741.

INFORME DE ENSAYO 0150/MQA ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

PROCEDENCIA : CHIARJAKE – APACHETA .
SOLICITANTE : PEPE RIVERA RIVERA.
MOTIVO : Análisis Físico – Químico. Metales pesados.
MUESTREO : 30/07/2025 (Por el interesado)
ANÁLISIS : 31/07/2025.

COORDENADAS UTM: E – 431524 N – 8224680 ALTITUD: 3835 m.s.n.m.

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ²⁺ %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	M-01	50	38	12	Franco Arcillo Arenoso	2.4	4.17	0.21

# ORD	pH	C.E. mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S.B. %
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	7.58	1.70	25	180	20.0	6.0	0.8	2.0	0.00	30.00	96.00
me/100 g suelo											

# ORD	METALES PESADOS								
	Plomo (Pb)	Cadmio (Cd)	Arsénico (As)	Mercurio (Hg)	Cobre (Cu)	Zinc (Zn)	Cromo (Cr)	Níquel (Ni)	
01	75.00	3.40	45.00	0.13	98	220	18	17	
ppm									

FAR = Franco arcillo arenoso
Ar = Arcilloso
FA = Franco arenoso
CIC = Capacidad Intercambio Cationico
N = Nitrógeno total
K⁺ = Potasio cambiabile
A = Arena
Ca²⁺ = Calcio cambiabile
Na⁺ = Sodio cambiabile
CO₃²⁻ = Carbonatos
me = miliequivalente.

FAr = Franco arcilloso
M.O. = Materia orgánica
P = Fósforo disponible
K = Potasio disponible
C.E. = Conductividad eléctrica
SB = Saturación de bases
Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
mS/cm = milisiemens por centímetro
C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
Al³⁺ = Aluminio cambiabile
NC = no corresponde



Gerente



Laboratorio

Jr. Esmeralda N°193 URB - Villa Florida – a una cuadra del local Pégola - Puno
Cel. 973296546 - 983003185



MEGALABORATORIOS QUÍMICOS DE LOS ANDES S.A.C
AGUAS – SUELOS – MINERALES Y OTROS.
CON EQUIPOS CALIBRADOS Y CERTIFICADOS POR COMPARACIÓN
DE TRAZABILIDAD DIRECTA DE INACAL.
RUC: 20612800741.

METODOLOGIA DE ANALISIS

Parámetro	Método Analítico	Instrumento/Procedimiento
Clase textural	Método del hidrómetro o tamizado	Hidrómetro, tamices, dispersante químico
Arena, limo, arcilla	Método del hidrómetro o tamizado	Hidrómetro, tamices, balanza analítica
pH	Potenciometría	Potenciómetro calibrado, relación 1:2.5 muestras de tierra:agua
Conductividad eléctrica (CE)	Conductimetría	Conductímetro, relación 1:5 muestras de tierra:agua
Materia orgánica (MO)	Método de Walkley-Black	Digestión química con dicromato de potasio
Nitrógeno total	Método Kjeldahl	Digestor Kjeldahl y destilador
Fósforo disponible	Método de Olsen	Espectrofotómetro UV-Vis
Potasio disponible	Extracción con acetato de amonio 1N, pH 7	Absorción Atómica
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	Extracción con acetato de amonio 1N, pH 7	Valoración por titulación
Calcio cambiabile (Ca)	Extracción con acetato de amonio 1N, pH 7	Espectrofotómetro de absorción atómica
Magnesio cambiabile (Mg)	Extracción con acetato de amonio 1N, pH 7	Espectrofotómetro de absorción atómica
Sodio cambiabile (Na)	Extracción con acetato de amonio 1N, pH 7	Espectrofotómetro de emisión de flama
Potasio cambiabile (K)	Extracción con acetato de amonio 1N, pH 7	Espectrofotómetro de emisión de flama
Aluminio cambiabile (Al)	Extracción con HCl 1N	Valoración con NaOH
Carbonatos (CO ₃ -2)	Método volumétrico con HCl	Aparato de Bernard

Jr. Esmeralda N°193 URB - Villa Florida – a una cuadra del local Pérgola - Puno
 Cel. 973296546 - 983003185

Anexo 03: Panel fotográfico



Figura 02: Lugar de estudio



Figura 03: Haciendo un agujero para sacar la muestra



Figura 04 : Vaciando la muestra a un recipiente



Figura 05: Vaciando la muestra a un recipiente



Figura 06: Juntando todas las muestras que recolecte.



Figura 07: Juntando todas las muestras que recolecte.



Figura 08: Pesando las muestras.



Figura 09: Sellando las muestras para llevarlas al laboratorio.



Figura 10: Registrando todo para llevar mi muestra de suelo al laboratorio.