



Esta obra está bajo una
[Licencia Creative Commons
Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
Vea una copia de esta licencia en
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis

Evaluación de la contaminación del suelo y cuerpos de agua por residuos sólidos en la ciudad de Moyobamba-2023

Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

Johnny Cano Guevara

<https://orcid.org/0000-0003-0280-8655>

Royer Denilson Villalobos Tapia

<https://orcid.org/0000-0002-9665-2745>

Asesor:

Ing. M.Sc. Juan José Pinedo Canta

<https://orcid.org/0000-0002-7855-3807>

Moyobamba, Perú

2025



FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis

Evaluación de la contaminación del suelo y cuerpos de agua por residuos sólidos en la ciudad de Moyobamba - 2023

Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

Johnny Cano Guevara

Royer Denilson Villalobos Tapia

Sustentado y aprobado el 23 de abril del 2025, por los siguientes jurados:

Presidente de Jurado

Ing. M.Sc. Santiago Alberto
Casas Luna

Secretario de Jurado

Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres
Bardález

Vocal de Jurado

Ing. M.Sc. Marcos Aquiles
Ayala Díaz

Asesor

Ing. M.Sc. Juan José Pinedo
Canta

Moyobamba, Perú

2025



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TESIS
CONDUCTENTES A TÍTULO PROFESIONAL N° 008-2025-UNSM/EPIA/UI**

Jurado reconocido con Resolución N° 045-2023-UNSM/CF/FE, Moyobamba 01 de febrero de 2023.

**FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

A las 10:30 horas, del día miércoles 23 de abril de 2025, se dio inicio al acto público de sustentación del informe final de tesis "Evaluación de la contaminación del suelo y cuerpos de agua por residuos sólidos en la ciudad de Moyobamba - 2023" para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, presentado por **Johnny Cano Guevara** y **Royer Denilson Villalobos Tapia**, con la asesoría del **Ing. M.Sc. Juan José Pinedo Canta**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por el **Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna** (Presidente del jurado), **Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález** (Secretario), **Ing. M.Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz** (Vocal) y acompañado por el **Ing. M.Sc. Juan José Pinedo Canta** (Asesor), el presidente del jurado dirige brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la **Resolución N° 573-2023-UNSM/CF/FE**, de fecha 29 de diciembre de 2023.

Seguidamente los autores expusieron el informe final de tesis y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por los sustentantes y evaluado por el jurado con la venia del asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia de los sustentantes y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue **QUINCE (15)**, tal como se deja constar en la siguiente descripción.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



De acuerdo con el Artículo 40° del RG-CTI, la nota obtenida es APROBATORIA correspondiente a la calificación de BUENO... leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que los autores deberán corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendarios.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de sustentaciones N° 001 del Programa de Estudios de Ingeniería Ambiental de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ecología de la UNSM.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y los autores del informe final tesis, en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 12:30 horas, el mismo día miércoles 23 de abril de 2025.



Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna
Presidente de Jurado




Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález
Secretario de Jurado



Ing. M. Sc. Marcos Aquiles Ayala Diaz
Vocal



Ing. M.Sc. Juan José Pinedo Canta
Asesor



Johnny Cano Guevara
Autor



Royer Denilson Villalobos Tapia
Autor

Declaratoria de autenticidad

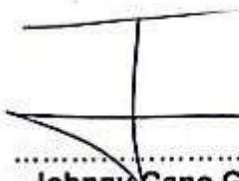

Johnny Cano Guevara, con DNI N° 76079777 y **Royer Denilson Villalobos Tapia**, con DNI N° 73318801, egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería ambiental, Facultad de ecología, de la Universidad Nacional de San Martín, autora de la tesis titulada: **Evaluación de la contaminación del suelo y cuerpos de agua por residuos sólidos en la ciudad de Moyobamba-2023**.



Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo las normas APA actuales
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 23 de abril del 2025.



.....
Johnny Cano Guevara
DNI N° 76079777



.....
Royer Denilson Villalobos Tapia
DNI N° 73318801

Ficha de identificación

<p>Título: Evaluación de la contaminación del suelo y cuerpos de agua por residuos sólidos en la ciudad de Moyobamba - 2023</p>	<p>Área de investigación: Ciencia, Tecnología y Ambiente Línea de investigación: calidad ambiental Sublínea de investigación: Manejo de residuos y reciclaje Grupo de investigación: Manejo de residuos y reciclajes Tipo de investigación: Básica <input checked="" type="checkbox"/>, Aplicada <input type="checkbox"/>, Desarrollo Tecnológico <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor: Johnny Cano Guevara</p>	<p>Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental https://orcid.org/0000-0003-0280-8655</p>
<p>Autor: Royer Denilson Villalobos Tapia</p>	<p>Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental https://orcid.org/0000-0002-9665-2745</p>
<p>Asesor: Ing. M.Sc. Juan José Pinedo Canta</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental Unidad o Laboratorio Ingeniería Ambiental https://orcid.org/0000-0002-7855-3807</p>

Dedicatoria

A nuestros padres, familiares y amigos por su inmenso apoyo para lograr nuestras metas. Gracias por su constancia y por la confianza que depositaron en nosotros

Agradecimientos

A Dios por darnos la vida y permitir que cada día sea un nuevo reto superado en nuestra vida profesional

A nuestros docentes de la Facultad de Ecología por sus enormes enseñanzas que hacen de nosotros unos profesionales competentes.

A nuestro asesor por sus sabias enseñanzas y por el apoyo brindado para ejecutar la presente investigación.

Índice general

Ficha de identificación.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimientos	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Antecedentes de la investigación.....	18
2.2. Fundamentos teóricos.....	20
2.2.1. Residuos sólidos	20
2.2.2. Contaminación del agua	23
2.2.3. Contaminación de suelos	26
2.2.4. Términos relacionados con la investigación	27
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación	29
3.1.1. Contexto de la investigación	29
3.1.2. Periodo de ejecución	29
3.1.3. Autorizaciones y permisos.....	29
3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad	29
3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales	29
3.2. Sistema de variables.....	30
3.2.1. Variables principales.....	30
3.2.2. Variables secundarias	30
3.3. Procedimientos de la investigación	30

3.3.1. Procedimientos para comparar los resultados obtenidos del análisis del agua con los estándares de calidad ambiental	30
3.3.2. Procedimientos para comparar los resultados obtenidos del análisis de suelo con los estándares de calidad ambiental.....	31
3.3.3. Procedimientos para determinar los índices de calidad del agua y suelo	31
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. Resultados obtenidos del análisis del agua	33
4.2. Resultados obtenidos del análisis del suelo.....	39
4.3. Determinación de los índices de calidad del agua y suelo	42
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	49
Anexo 1. Resultados de los análisis de laboratorio.....	49
Anexo 2. Croquis de ubicación de los puntos de muestreo.....	55
Anexo 3. Panel fotográfico.....	56

Índice de tablas

Tabla 1 Parámetros relacionados con la calidad del agua	30
Tabla 2 Parámetros relacionados con la calidad del suelo.....	30
Tabla 3 Análisis de los parámetros relacionados con la calidad del agua	33
Tabla 4 Análisis de los parámetros relacionados con la calidad del suelo	39
Tabla 5 Índice de calidad del agua.....	42

Índice de figuras

Figura 1 Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú	32
Figura 2 pH del agua.....	33
Figura 3 Turbidez del agua	34
Figura 4 Concentraciones de Oxígeno disuelto.....	34
Figura 5 Concentraciones de Cloruros.....	35
Figura 6 Concentraciones de Sulfatos.....	35
Figura 7 Concentraciones de Cadmio	36
Figura 8 Concentraciones de Cromo.....	36
Figura 9 Concentraciones de Plomo	37
Figura 10 Concentraciones de DBO.....	37
Figura 11 Concentraciones de DQO	38
Figura 12 Concentraciones de Coliformes termotolerantes.....	38
Figura 13 Concentraciones de Arsénico.....	39
Figura 14 Concentraciones de Cadmio	40
Figura 15 Concentraciones de Mercurio.....	40
Figura 16 Concentraciones de Plomo	41
Figura 17 Concentraciones de Bario	41

RESUMEN

Evaluación de la contaminación del suelo y cuerpos de agua por residuos sólidos en la ciudad de Moyobamba - 2023

La investigación surgió debido a que se inspeccionó y evidenciaron deficiencias en la disposición final de residuos sólidos en algunos puntos de la ciudad de Moyobamba; asimismo, en el distrito de Moyobamba al no contar con una PTAR hace que los pobladores de los sectores aledaños opten pozos que en muchos casos van a desembocar en las quebradas, que al igual que los residuos sólidos constituyen un problema para la salud y para el ambiente. Bajo estas condiciones surgió la presente investigación con el objetivo de evaluar la contaminación del suelo y cuerpos de agua por residuos sólidos en la ciudad de Moyobamba. La investigación fue de tipo básica con nivel descriptivo y se contó con 3 sectores identificados como puntos críticos, de donde se tomaron igual número de muestras llevadas al laboratorio para su análisis en lo que respecta a agua y suelo. Entre las conclusiones principales se reporta que, de los 11 parámetros relacionados con el agua para fines recreacionales, en promedio el Cadmio (0.04 mg/L), Plomo (0.113 mg/L), DBO (8.39 mg/L), DQO (90.8 mg/L) y Coliformes Termotolerantes (12136 NMP/100mL) superaron el ECA establecido según el DS 004-2017 MINAM. En cuanto al suelo, se concluyó que el Arsénico (10.80 ppm), el Cadmio (<0.005 ppm), el Cromo (9.80 ppm), el Mercurio (<0.005 ppm), el Plomo (10 ppm) y el Bario (19.89 ppm), se encontraban bajo los ECAs establecidos en el DS 011 MINAM para suelos de uso agrícola. Se concluyó que en dos sectores el índice de calidad del agua es malo y en un sector regular. En cuanto al suelo se concluyó que los residuos sólidos no han afectado su calidad dado que se encuentran dentro de los ECAs.

Palabras clave: agua, contaminación, residuo sólido, suelo.

ABSTRACT

Evaluation of soil and water pollution by solid waste in the city of Moyobamba - 2023

The research arose from inspections that revealed deficiencies in the final disposal of solid waste at some sites in the city of Moyobamba. Furthermore, the lack of a WWTP in the Moyobamba district forces residents of surrounding areas to use wells, which in many cases end up in streams, which, like the solid waste, pose a health and environmental problem. Under these conditions, the present investigation was developed with the objective of evaluating the contamination of soil and water bodies by solid waste in the city of Moyobamba. The research was basic and descriptive, and three sectors were identified as critical points. An equal number of samples were taken from these areas and taken to the laboratory for analysis of water and soil. Among the main conclusions, it is reported that, of the 11 parameters related to water for recreational purposes, on average Cadmium (0.04 mg / L), Lead (0.113 mg / L), BOD (8.39 mg / L), COD (90.8 mg / L) and Thermotolerant Coliforms (12136 NMP / 100 mL) exceeded the ECA established according to DS 004-2017 MINAM. Regarding the soil, it was concluded that Arsenic (10.80 ppm), Cadmium (<0.005 ppm), Chromium (9.80 ppm), Mercury (<0.005 ppm), Lead (10 ppm) and Barium (19.89 ppm), were below the ECAs established in DS 011 MINAM for soils for agricultural use. It was concluded that the water quality index is poor in two sectors and average in one sector. Regarding the soil, it was concluded that solid waste has not affected its quality since it is located within the ECAs.

Keywords: *water, pollution, solid waste, soil.*



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

A nivel mundial, la generación de residuos sólidos municipales (DSM) alcanza aproximadamente los 2.010 millones de toneladas por año, volumen que equivale al contenido de unas 822 mil piscinas olímpicas. Se estima que al menos un 33 % de estos desechos no recibe una gestión ambientalmente adecuada, representando un riesgo potencial para el entorno. Los DSM comprenden los residuos recolectados por los gobiernos locales u otras entidades competentes, incluyendo aquellos provenientes de viviendas, establecimientos comerciales e instituciones públicas, además de los desechos generados en áreas verdes como parques y jardines (Mena, 2022).

China es el país, según la base de datos del Banco Mundial “What A Waste Global Database” que más residuos sólidos municipales produce, con 395 millones de toneladas al año, seguido de Estados Unidos, con 265 millones de toneladas. Sin embargo, Estados Unidos ocupa un lugar mucho más alto que el gigante asiático en cuanto a la creación de DSM per cápita, con aproximadamente 812 kg anuales por cada residente en el país, sólo por detrás de Mónaco, Moldavia, Mongolia, Liechtenstein y Dinamarca. Esto significa que cada persona en EE.UU. produce más de dos kilos de este tipo de desechos cada día. (Mena, 2022, p.53).

Esta situación permite anticipar que el proceso de urbanización, junto con el crecimiento demográfico y económico, generará un incremento considerable en la producción de desechos en las próximas décadas. Según estimaciones del Banco Mundial, entre los años 2016 y 2050 la cantidad de residuos podría aumentar en un 70 % (Mena, 2022).

A esta situación hay que considerar que el manejo inadecuado de los residuos sólidos al nivel mundial es un gran problema para la sociedad, puesto que genera contaminación cuando se acumula o se disponen inadecuadamente sin tener en cuenta el lugar adecuado que estos requieren para ser depositados, teniendo en cuenta especialmente el suelo quien es el principal afectado al depositar los residuos sólidos de los botaderos, así mismo la descomposición de la materia orgánica originan lixiviados, estos perjudicando a los suelos continuos del lugar,

debido a que estos suelos son los únicos cuerpos receptores, de tal forma alterando la composición normal de estos, ello se traduce a contaminación del suelo y cuerpos de agua (Valdés. 2014, p. 38).

Según OEFA (2023), para el año 2022 se registraba en el país un total de 53 rellenos sanitarios, 13 rellenos mixtos y 5 celdas transitorias destinados a la disposición final de residuos municipales, los cuales se encontraban bajo el ámbito de supervisión ambiental. Según Falen (2016), se requiere implementar al menos 132 rellenos sanitarios en las ciudades grandes y medianas del país; actualmente solo hay 22 (cuatro en Lima y Callao), además de 1,617 rellenos sanitarios de pequeña escala necesarios en zonas rurales. Además, Defensoría del Pueblo (2022) sostiene que, En el país se han identificado más de mil setecientos lugares informales de disposición de residuos sólidos, donde la basura es arrojada sin control ni tratamiento adecuado, lo que provoca serios daños ambientales, afectando la calidad del aire, del suelo y de las fuentes de agua. Menciona el MINAM (2021), En el Perú, la producción diaria de residuos sólidos municipales se estima en alrededor de 21 000 toneladas, generadas por una población de aproximadamente 30 millones de personas, lo que representa una generación per cápita promedio de 0.8 kilogramos por habitante al día.

De acuerdo con la el marco establecido por la normativa municipal vigente, la administración de los residuos sólidos es una función de los gobiernos locales, que no solo abarca la recolección, sino también su valorización como recurso con potencial ecológico y económico. Este enfoque implica una transformación en el manejo tradicional de los desechos, pasando de la simple disposición final a su separación y aprovechamiento en procesos productivos sostenibles, como la generación de energía. No obstante, la cobertura de los servicios de recolección y disposición final en diversas ciudades latinoamericanas resulta insuficiente, permitiendo que una proporción considerable de los residuos termine afectando el entorno y representando un riesgo sanitario. En este contexto, el reciclaje representa una alternativa más sostenible frente al vertido indiscriminado, aunque los programas oficiales destinados a promoverlo continúan siendo escasos en la región. (Medina, 1999).

Como consecuencia de la deficiente disposición de residuos sólidos, se presume que una persona puede adquirir infecciones o enfermedades al entrar en contacto con otra, cuando el agente causante se transmite de un individuo a otro, o por el consumo de agua contaminada especialmente por residuos sólidos al no realizar procesos de desinfección adecuados. La disposición inadecuada de residuos sólidos no solo es

perjudicial para la salud también perjudica al suelo mediante el depósito directo y a los cuerpos de agua debido a los lixiviados que se generan (Correa, 2020).

En el ámbito local, en Moyobamba, actualmente Moyobamba cuenta con un relleno sanitario ubicado a 5,10 km del centro de la ciudad de Moyobamba, en el sector Tunchiyacu con un área de 5,6 Ha, donde se depositan 45,55 Ton/día (MPM, 2022), pero esta cantidad de toneladas no representa al total de los residuos que se generan dado que existen lugares ubicados alrededor de la ciudad que no cuentan con el servicio municipal, optando por quemar los residuos, depositarlos en terrenos al aire libre o arrojarlos en las quebradas de los ríos y riachuelos como Rumiyacu, Almendra, Pabloyacu y sus derivaciones, generando un problema ambiental principalmente al suelo y contaminando los cuerpos de agua en otros casos.

Para el servicio municipal de recojo de la municipalidad provincial cuenta con 10 camiones recolectores (incluidos los 3 adquiridos últimamente), sin embargo, falta implementar programas de segregación y clasificación de residuos desde su fuente de generación no solo generará ventajas ambientales para la comunidad, sino que también aportará beneficios socioeconómicos. En este contexto surgió la presente investigación con la siguiente interrogante: ¿Cuál es el resultado de la evaluación de la contaminación del suelo y cuerpos de agua por residuos sólidos en la ciudad de Moyobamba?. Asimismo, se tuvo como hipótesis de investigación que el índice de calidad del agua y suelo es malo. En cuanto a los objetivos, se formuló como objetivo general evaluar la contaminación del suelo y cuerpos de agua por residuos sólidos en la ciudad de Moyobamba, teniendo como objetivos específicos los siguientes: Comparar los resultados obtenidos del análisis del agua con los ECA; Comparar los resultados obtenidos del análisis de suelo con los estándares de calidad ambiental; determinar los índices de calidad del agua y suelo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Herrera (2024) evaluó el impacto en suelo por lixiviados generado por residuos sólidos en el botadero municipal del Distrito de Soritor; el tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo y el diseño no experimental; la población fue el total de kilos existentes en 5 hectáreas del botadero municipal, y la muestra representativa de 15 kg de suelo. Entre los resultados se determinó que el grado de contaminación del suelo fue 23,56 % de materia orgánica, 6,00 de pH, 1,67 meq/100g de sodio, 23,87 mg/kg de As, 1,92 mg/kg de Cd, 49,87 mg/kg de Pb y 4,56 mg/kg de Hg. Se planteó una alternativa de solución para minimizar la polución del suelo por la producción de lixiviados en el vertedero municipal del distrito de Soritor, con el propósito de conseguir un manejo ideal de los residuos sólidos creados por la población, bajo el Decreto Legislativo 1278.

En su investigación, Champi (2022) evaluó los aspectos fisicoquímicos, bacteriológicos y la presencia de metales pesados tanto en suelos como en lixiviados, aguas residuales y la calidad del agua de la laguna de Huacarpay. Para ello, se emplearon metodologías analíticas validadas en laboratorios acreditados, tomando como referencia los límites máximos permisibles (LMP) y los estándares de calidad ambiental (ECA) establecidos por el MINAM y el MINAGRI. Los resultados evidenciaron indicios de contaminación por cromo en el suelo del botadero controlado; además, aunque los lixiviados presentaron concentraciones de metales por debajo de los LMP, los valores de pH, DBO, DQO, STS y coliformes termotolerantes (92×10^4 NMP/100 mL) superaron los valores normativos, identificando a dichos lixiviados como una fuente potencial de contaminación.

Aedo y Flores (2021) en su tesis “Estrategias jurídicas ambientales y el tratamiento de residuos sólidos en el municipio de Trujillo, 2020”, se determinó que las estrategias legales orientadas a la calidad ambiental contribuyen significativamente a mejorar el manejo de desechos sólidos en la Municipalidad de Trujillo. El análisis evidenció que la mayoría de los pobladores considera indispensable la implementación de medidas que fortalezcan el sistema de gestión de residuos sólidos, debido al deterioro ambiental existente y a la necesidad de elevar la calidad de vida urbana, percepción compartida por el 77% de la población consultada. Del mismo modo, se identificó que el 83% de los participantes opina que las políticas de regulación ambiental deben ser reforzadas con el fin de prevenir la acumulación inadecuada de desechos y optimizar su tratamiento.

Saavedra (2021), desarrolló una investigación orientada a analizar la degradación del suelo ocasionada por los residuos sólidos. El estudio fue de tipo aplicado, con un enfoque mixto, nivel descriptivo y un diseño observacional no experimental de corte longitudinal. Los resultados evidenciaron que la degradación hídrica es la más relevante, con un promedio de 15.55%, mientras que la biológica presenta el menor impacto, alcanzando un 4.15%. Además, se identificó que los residuos sólidos predominantes corresponden principalmente a fuentes domiciliarias y urbanas, siendo los restos de alimentos los más representativos (67%), luego vienen los residuos generados en actividades de cocina (27.16%), papel (22.75%), cartón y vidrio (11.33%), y en menor medida, los tejidos (1.2%). En general, la composición de los residuos sólidos incluye una mezcla de materiales reciclables e inorgánicos, tales como papel, cartón, vidrio, metales y plásticos, así como residuos orgánicos, polvo de barrido y restos de poda y jardinería.

Pilco (2021), en su estudio evaluó el impacto del lixiviado en el contenido de metales pesados en la superficie de un relleno sanitario municipal del distrito de Moyobamba. Examinó metales pesados en lixiviado y suelo: cadmio, arsénico y plomo. Los resultados en el primer muestreo, la mayor concentración de metal pesado fue el plomo (Pb), 23,25 (ppm) (mg/kg). En el muestreo número dos, el plomo (Pb) también tuvo la mayor concentración de metal pesado, que fue de 21,52 (ppm) (mg/kg). En el muestreo número tres y en el último muestreo, la mayor concentración de metal pesado también fue el plomo (Pb), con una concentración de 32,56 (ppm) (mg/kg). Comparar los resultados con el ECA (D.S. No. 002 - 2013 - MINAM) y concluir que los efectos de este examen demuestran que no se prevalecen los valores de contenidos especificados en el ECA.

Díaz (2019), desarrolló un estudio descriptivo con el propósito de evaluar el grado de contaminación del suelo ocasionado por los lixiviados del botadero municipal del distrito de San Pablo. En la investigación se analizaron las concentraciones de metales pesados —Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Cromo VI (Cr^{6+}) y Cromo Total—, considerando los parámetros establecidos en el D.S. N.º 002-2013-MINAM. El muestreo se efectuó en tres zonas representativas del botadero: un área agrícola (P1), el sector central del depósito (P2) y un punto de control o suelo inicial (P3). Los resultados evidenciaron la presencia de Cadmio, Plomo y Cromo Total en todos los puntos analizados, mientras que el Cromo VI no fue detectado. Al comparar los valores obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos agrícolas, se observó que las concentraciones de Cadmio excedieron los límites permitidos en las tres muestras, mientras que los niveles de Plomo se mantuvieron dentro de los rangos establecidos por la normativa.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Residuos sólidos

Los desechos sólidos han existido desde la aparición del ser humano, ya que es él quien los produce. Estos residuos, ya sean orgánicos o inorgánicos, son el resultado de la producción humana.

Los residuos sólidos domiciliarios “son aquellos elementos, objetos o sustancias que como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas son desechados o abandonados” (Pinto, 2009, p. 28).

Los desechos sólidos constituyen una parte de los insumos descartados que se generan tras los procesos de producción, transformación o consumo de bienes, presentándose en estado sólido o semisólido. Si bien pueden originarse en actividades agrícolas, su generación es más frecuente en los entornos urbano (Sierra et al., 2010).

Los residuos sólidos comprenden, bienes o derivados generados en forma sólida o parcialmente sólida que son descartados por quienes los producen. Se denomina generador a todo ser humano cuyas actividades dan origen a este tipo de desechos. Habitualmente, estos materiales carecen de valor económico y se les conoce de manera general como basura (OEFA, 2013-2014).

Según la Ley N° 27314 (2000), Ley General de los residuos sólidos, se refieren a las sustancias, productos o subproductos que se encuentran en estado sólido o semisólido, y que su generador elimina. Se considera generador a aquel individuo que, debido a sus actividades, genera desechos sólidos. Generalmente se les considera de escaso valor económico y se les denomina popularmente como "basura".

2.2.1.1. Clasificación de los Residuos Sólidos

La Ley General de Residuos Sólidos los clasifica de la siguiente manera:

a. Por su origen

Residuos domiciliarios. “Son aquellos residuos generados en las actividades domésticas realizadas en los domicilios, estos comprenden los restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros similares” (Ley 27314, 2000).

Residuos comerciales. “Son aquellos generados en los establecimientos comerciales de bienes y servicios, tales como centros de abastos de alimentos, restaurantes, supermercados, tiendas, bares, bancos, oficinas de trabajo, entre otras actividades comerciales y laborales análogas” (Ley 27314, 2000).

Residuos de limpieza de espacios públicos. “Como su nombre lo indica, son aquellos residuos generados por los servicios de barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas, parques y otras áreas públicas, independientemente del proceso de limpieza utilizado” (Ley 27314, 2000).

Residuos de los establecimientos de atención de salud y centros médicos de apoyo. Desechos que se originan como consecuencia de las actividades de prestación de servicios de salud y de investigación médica, generados en establecimientos tales como hospitales, clínicas, centros y puestos de salud, laboratorios clínicos, consultorios y otros similares. Se caracterizan por estar contaminados con agentes infecciosos, microorganismos potencialmente peligrosos. (Ley 27314, 2000)

Residuos industriales. Corresponden a los desechos, peligrosos o no, que se originan como resultado de las actividades productivas desarrolladas por diversos sectores industriales, entre ellos el manufacturero, minero, químico, energético, pesquero y otros de naturaleza similar. Generalmente se encuentran mezclados con sustancias alcalinas o ácidas, aceites pesados, entre otros, incluyendo en general los residuos considerados peligrosos. (Ley 27314, 2000)

Residuos de las actividades de construcción. “Son aquellos residuos fundamentalmente inertes que son generados en las actividades de construcción y demolición de obras, tales como edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otras afines a estas” (Ley 27314, 2000).

Residuos agropecuarios. “Son aquellos residuos generados en el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias. Estos residuos incluyen los envases de fertilizantes, plaguicidas, agroquímicos diversos, entre otros” (Ley 27314, 2000).

Residuos de instalaciones o actividades especiales. Son aquellos residuos sólidos generados en infraestructuras, normalmente de gran dimensión, complejidad y de riesgo en su operación, con el objeto de prestar ciertos servicios públicos o privados, tales como plantas de tratamiento de agua para consumo humano o de aguas residuales, puertos, aeropuertos, terminales terrestres, instalaciones navieras y militares, entre otras; o de aquellas actividades públicas o privadas que movilizan recursos humanos, equipos o infraestructuras, en forma eventual, como conciertos musicales, campañas sanitarias u otras similares. (Ley 27314, 2000)

b. Por su peligrosidad

Residuos peligrosos. Se trata de desechos que, debido a sus propiedades intrínsecas o a la forma en que son manipulados, implican un peligro relevante para la salud humana

y el entorno natural. Son considerados dentro de esta categoría aquellos que presentan al menos una condición de riesgo, como inflamabilidad espontánea, capacidad explosiva, carácter corrosivo o reactivo, toxicidad, radiactividad o potencial patógeno. Así, por ejemplo, se consideran como residuos sólidos peligrosos los lodos de los sistemas de tratamiento de agua para consumo humano o de aguas residuales, salvo que el generador demuestre lo contrario. (Ley 27314, 2000)

Residuos no peligrosos. “Son aquellos que por sus características o el manejo al que son sometidos no representan un riesgo significativo para la salud de las personas o el ambiente” (Ley 27314, 2000).

c. En función a su gestión

Residuos de gestión municipal. Se trata de los residuos generados en los hogares, establecimientos comerciales y en diversas actividades que producen desechos con características similares, su manejo es asignado a las municipalidades. La responsabilidad sobre estos residuos pasa al municipio en el momento en que el generador los entrega al personal encargado del servicio de limpieza pública o los deposita en los puntos establecidos para su recolección. La disposición final de los residuos dentro del ámbito municipal se realiza mediante el uso del relleno sanitario como método principal (OEFA, 2014).

Residuos de gestión no municipal. Corresponden a los residuos generados por actividades o procesos que no se encuentran bajo la competencia de la administración municipal. Su disposición final se efectúa en rellenos sanitarios, los cuales se dividen en dos tipos principales: los rellenos de seguridad destinados a los residuos peligrosos, aunque también pueden recibir ciertos desechos no peligrosos (OEFA, 2014).

d. Por su naturaleza

Residuos orgánicos. Son desechos provenientes de materiales orgánicos de origen vegetal o animal que, al ser depositados en sitios de disposición final, experimentan procesos naturales de degradación, produciendo subproductos como gases (CO_2 y CH_4) y líquidos contaminantes conocidos como lixiviados. Mediante un tratamiento adecuado, pueden reaprovecharse como fertilizantes (compost, humus, entre otros). (Ley 27314, 2000)

Residuos Inorgánicos. “Residuos de origen mineral o producidos industrialmente, que no se degradan con facilidad. Pueden ser reaprovechados mediante procesos de reciclaje” (Ley 27314, 2000).

2.2.2. Contaminación del agua

Los desechos sólidos presentan alrededor de un 45 % de materia orgánica que, al descomponerse, provoca que sus macromoléculas se fragmenten en sustancias más simples, muchas de ellas líquidas o fácilmente movilizadas por el agua. Como resultado de este proceso se generan los lixiviados, además de compuestos de nitrógeno y fósforo que se liberan durante la degradación de la materia orgánica (Colomer y Gallardo, 2007).

Cuando el agua se infiltra entre los residuos urbanos dejados por las actividades humanas en los vertederos municipales, arrastra y disuelve tanto compuestos orgánicos como inorgánicos. Este proceso da origen a lixiviados con alto potencial contaminante, que tienden a alterar la salud de los seres humanos y alterar los ecosistemas cercanos. Estos líquidos contienen múltiples sustancias químicas producidas durante la descomposición de los desechos. Uno de los efectos ambientales más preocupantes, aunque a menudo pasa desapercibido, es la contaminación de ríos, quebradas y fuentes subterráneas. Esto ocurre tanto por el arrojo directo de basura a los cuerpos de agua como por el escurrimiento de lixiviados generados en los botaderos a cielo abierto (Stanley, 2007).

La descarga de residuos sólidos en ríos y lagos aumenta la carga orgánica del agua, decrece el oxígeno disuelto y aporta nutrientes que favorecen la proliferación excesiva de algas. Esto desencadena el proceso de eutrofización, que causa la muerte de organismos acuáticos, malos olores y la pérdida del atractivo paisajístico del cuerpo de agua. Como resultado, en muchas zonas estos recursos hídricos han dejado de ser aptos para el consumo humano y para actividades recreativas de la población (Piñeiro, 1991). El vertimiento de desechos en arroyos, canales y vías públicas provoca la reducción de la capacidad de los cauces y el bloqueo tanto de estos como de la red de drenaje.

2.2.2.1. Contaminación del agua por desechos sólidos

A lo largo de la historia, los cuerpos de agua, han sido utilizados para recibir los desechos producidos por las actividades humanas. Si bien el ciclo del agua cuenta con mecanismos naturales de autodepuración, esta capacidad y la percepción de que el recurso es inagotable han favorecido su uso como receptor final de múltiples tipos de residuos. Como consecuencia, se han encontrado pesticidas, sustancias químicas y metales pesados en distintas concentraciones, incluso en zonas remotas del planeta. En la actualidad, muchas fuentes hídricas presentan niveles de contaminación tan altos

que representan un peligro para la salud humana y generan impactos negativos en los ecosistemas acuáticos (Universidad de San Carlos, 2011).

La contaminación del agua puede originarse en rellenos sanitarios que no cumplen con las normas técnicas, lo que facilita que los lixiviados o el agua de escorrentía alcancen cuerpos de agua superficiales o subterráneos. De igual forma, la quema de residuos puede afectar la calidad del agua cuando las partículas liberadas se depositan en ríos, lagos o quebradas. Los lixiviados constituyen uno de los principales riesgos de contaminación hídrica. Además, la cantidad y composición de los residuos sólidos varía según factores socioeconómicos, los materiales utilizados en el empaque y almacenamiento, así como la época del año y los patrones de consumo asociados (Stanley, 2007).

En la actualidad, la cantidad de residuos generados ha crecido de manera alarmante debido al incremento del consumo de productos en envases no retornables, cuyo uso sigue extendiéndose. Muchas personas no consideran que el costo del envase está incluido en el precio del producto, ni que estos materiales complican significativamente las tareas de manejo y disposición final de los residuos sólidos. Aunque los desechos presentan una composición diversa, pueden clasificarse según su grado de biodegradabilidad: materiales de rápida descomposición, como los residuos orgánicos provenientes de alimentos; materiales de degradación lenta, como aceites, huesos, papel, trapos y determinados plásticos; y elementos prácticamente no degradables, como el vidrio y la mayoría de plásticos. Además, los botaderos de basura generan impactos sobre el agua, ya que la lluvia y la escorrentía, al atravesar los residuos en proceso de fermentación, transportan sustancias tóxicas y microorganismos patógenos hacia el subsuelo, llegando finalmente a las aguas subterráneas o cuerpos de agua cercanos (Piñeiro, 1991).

Debido a que la basura contiene diferentes proporciones de materiales que pueden descomponerse, en los botaderos las bacterias aerobias son las primeras en actuar, iniciando la degradación. Una vez agotado el oxígeno disponible, intervienen los microorganismos anaerobios, los cuales generan gases tóxicos y de olor desagradable, como metano, ácido sulfhídrico y amoníaco. Además, el aumento de la temperatura puede provocar combustiones espontáneas, produciendo grandes volúmenes de humo que, junto con partículas, polvo y malos olores transportados por el viento, deterioran la calidad del aire. Como resultado, los botaderos se convierten en focos de contaminación del aire, del agua y del suelo (Universidad de San Carlos, 2011).

2.2.2.2. Causas de la contaminación del agua debida a desechos sólidos

En la actualidad, el crecimiento del consumo ha dado lugar a una sociedad caracterizada por el uso y descarte inmediato de productos, lo que ha intensificado la generación de residuos y su impacto ambiental. En la mayoría de hogares, los desechos se almacenan en un único recipiente y luego son trasladados por un camión recolector hacia un mismo sitio de disposición final, donde solo en algunos casos se realiza una mínima separación para reciclaje o reúso. Esta gestión deficiente de los residuos está empeorando en casi todas las ciudades y es aún más crítica en los municipios pequeños, donde los servicios de recolección y disposición son limitados. Como consecuencia, surgen serios problemas de salud pública asociados a aparición y multiplicación de organismos perjudiciales, tales como ratas, insectos y otros artrópodos, los cuales funcionan como transmisores de diversas enfermedades. Asimismo, la falta de un manejo adecuado favorece la emisión de gases, humos y polvo que deterioran la calidad del aire, y contribuye a la contaminación de las aguas subterráneas debido a la infiltración de lixiviados en el suelo (Universidad de San Carlos, 2011).

El problema continúa agravándose debido al incremento constante de la generación de residuos por persona, que en muchas ciudades ya supera un kilogramo diario por habitante. A ello se suma la escasez de espacios adecuados para disponer estos desechos de manera segura. La combinación de una gestión deficiente de la basura y la falta de conciencia ambiental en la población provoca la acumulación de residuos en zonas específicas, formando botaderos informales. En numerosos casos, estos residuos son quemados, lo que genera los mismos impactos contaminantes previamente mencionados y agrava la problemática ambiental (Universidad de San Carlos, 2011).

2.2.2.3. Contaminación por lixiviados

El contacto del agua con los desechos sólidos acumulados en los sitios de disposición final da lugar a la formación de un fluido residual conocido como lixiviado, el cual contiene altas concentraciones de contaminantes y puede infiltrarse hasta el subsuelo. Según Rodríguez et al. (2010), este líquido puede originarse de cuatro maneras principales: la lluvia que cae directamente sobre los residuos, la escorrentía superficial que llega al vertedero, el contacto con aguas subterráneas y los derrames o aportes de fluidos en el propio sitio de disposición.

La composición química de los lixiviados puede variar considerablemente según la zona donde se encuentren los vertederos. Estas diferencias están influenciadas por el volumen y tipo de residuos acumulados, las características del suelo y las condiciones ambientales del lugar. A medida que los desechos se van descomponiendo, algunos componentes se degradan rápidamente mientras que otros lo hacen de forma más lenta,

lo que provoca cambios progresivos en la calidad del lixiviado. La emisión de olores, junto con la producción de estos líquidos contaminantes, constituye uno de los principales problemas que generan los vertederos ubicados cerca de zonas urbanas (Piñeiro, 1991).

2.2.3. Contaminación de suelos

El suelo surge como resultado de la interacción entre la atmósfera, la hidrósfera y la biosfera sobre la superficie de la geósfera. Se ubica justamente en la zona de contacto entre la geósfera y los demás sistemas terrestres, conocida como la Zona Crítica (Brantley et al., 2007).

La contaminación del suelo se presenta cuando ciertos elementos químicos o compuestos aparecen en concentraciones superiores a las naturales, generando efectos perjudiciales en distintos organismos. Estos contaminantes pueden tener un origen natural, como la descomposición de la roca madre, la actividad volcánica o el lixiviado de formaciones minerales o un origen antrópico, asociado a los materiales de carácter peligroso generados como resultado de actividades productivas, agropecuarias, extractivas y de la gestión inadecuada de los residuos urbanos. No obstante, desde el punto de vista legal, solo los contaminantes de origen humano se consideran verdaderamente como tales (Galán, 2008).

Estos espacios suelen registrar niveles elevados de contaminación, lo que deteriora la calidad de vida de las poblaciones cercanas y provoca múltiples efectos adversos. Entre ellos destacan la producción y fuga sin control de lixiviados, la proliferación de vectores, problemas de estabilidad geotécnica y alteraciones en la composición de la flora y fauna del entorno (Galán, 2008).

Según Saavedra, (2018) “el suelo es encontrado en estabilidad con muchas sustancias inorgánicas y orgánicas, cuando estos compuestos llegan a niveles que arriesgan la salud humana y al ambiente, se habla de contaminación o afectación del suelo” (p.32).

Por ello “La contaminación aparece por adquirir grandes cantidades de residuos sólidos que contienen sustancias químicas tóxicas no compatibles con el equilibrio ecológico y ambiental” (Bustamante, 2007, p.95).

2.2.3.1. Fuentes de contaminación de suelo

Según Maquerhua (2012), cuando se acumulan sustancias dañinas en cantidades que sobrepasan la capacidad natural de protección del suelo, este comienza a deteriorarse, perdiendo sus nutrientes y propiedades esenciales. Al igual que los derrames sin control de desechos sólidos que generan un impacto visual, esto se debe a los lixiviados que

contribuyen significativamente a la contaminación del suelo, aguas superficiales y aguas subterráneas, debido a su alto contenido tóxico (Riesco, 2012).

Los metales pesados que llegan a contaminar el suelo y los cuerpos de agua terminan dispersándose hacia plantas y animales, lo que favorece su ingreso y acumulación en la cadena alimentaria. En este contexto, los lixiviados representan una de las principales fuentes de contaminación del suelo debido a su alto contenido de metales pesados y otros compuestos que contribuyen a su degradación (Sánchez, 2010).

2.2.3.2. Contaminación por Lixiviados

Fernández (2008) señala que la fracción orgánica presente en los residuos sólidos se descompone y genera un líquido altamente contaminante, de color oscuro y olor intenso, conocido como lixiviado. En este fluido se han identificado más de 200 compuestos malignos tanto para el medio ambiente como para los humanos. Su formación se ve influenciada de manera importante por factores climáticos, especialmente por la humedad, que acelera el proceso de descomposición. Asimismo, el autor indica que los lixiviados se producen principalmente por el drenaje del exceso de agua contenida en los residuos y por la infiltración de agua de lluvia a través de los estratos en descomposición.

Según Tchobanoglous (1998), en la mayoría de vertederos el lixiviado se entiende como el líquido que ingresa al depósito a partir de fuentes externas, como el drenaje, la lluvia, el contacto con aguas subterráneas o superficiales, entre otras. Este líquido suele contener altas concentraciones de materiales provenientes de la rápida descomposición de los residuos.

2.2.4. Términos relacionados con la investigación

Contaminación: Es la liberación de sustancias que generan efectos negativos en el ambiente y en los organismos vivos, ya sea de forma directa o indirecta. Además, suele presentar dificultad para precisar sus características, su magnitud, su alcance y su duración (Defensoría del Pueblo, 2007).

Lixiviado: Cuando el agua de lluvia se filtra y entra en contacto con los residuos acumulados, se genera un líquido con alta concentración de contaminantes. Este fluido puede representar un riesgo significativo para el suelo y las aguas subterráneas si no se gestiona de forma adecuada (Kissi y Encarnación, 2006).

Manejo de residuos sólidos: Comprende todas las acciones técnicas y operativas relacionadas con los residuos sólidos, que van desde su manipulación, acondicionamiento, transporte y transferencia, hasta su tratamiento y disposición final,

incluyendo cualquier otro procedimiento aplicado durante todo su ciclo, desde que se generan hasta su destino final (Ley 27314).

Minimización: Consiste en disminuir al máximo la cantidad y el nivel de peligrosidad de los residuos sólidos mediante estrategias preventivas, así como a través de diversos procedimientos, métodos o técnicas aplicadas durante su generación (Ley 27314).

Reaprovechar: Implica aprovechar nuevamente un bien, artículo o componente que ha pasado a ser residuo sólido. Entre las principales técnicas de reaprovechamiento se incluyen el reciclaje, la recuperación y la reutilización (Ley 27314).

Reutilización: Cualquier acción destinada a utilizar nuevamente un bien, artículo o material considerado residuo sólido, con el propósito de que vuelva a cumplir la misma función para la que fue creado inicialmente (Ley 27314).

Suelo: Se entiende como la mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos presentes en la superficie terrestre que proporciona soporte para el crecimiento de las plantas (FAO, 2019).

Segregación: Es la acción de reunir ciertos componentes o elementos físicos de los residuos sólidos con el fin de tratarlos de manera específica o especializada (Ley 27314).

Tratamiento: Se refiere a cualquier procedimiento, método o técnica que transforme las propiedades físicas, químicas o biológicas de un residuo sólido, con el objetivo de disminuir o eliminar su capacidad de generar daños al ambiente o a la salud (Ley 27314).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1. Contexto de la investigación

La ciudad de Moyobamba se localiza en el sector septentrional del departamento de San Martín, delimitada aproximadamente entre los 76°43' y 77°38' de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich, y entre los 5°09' y 6°01' de latitud sur.

La provincia consta de 6 distritos: Habana, Soritor, Moyobamba, Japelacio, Calzada y Yantaló. Moyobamba presenta un área de 3,772.31 Km².

La capital se encuentra situada a 860 m s. n. m. El distrito tiene una población estimada al 2022 de 137 500 habitantes, de los cuales 88 059 residen en la ciudad de Moyobamba. (CPI Research,2022)

La densidad poblacional es de 23.51 hab/km²

3.1.2. Periodo de ejecución

Se realizó en 8 meses tal como lo estipula el cronograma de actividades del proyecto y el reglamento de investigación, en un periodo del 29/12/2023 al 28/08/2024

3.1.3. Autorizaciones y permisos

La autorización para la ejecución de la investigación estuvo dada por la resolución N°573-2023-UNSM/CF/FE de fecha 29-12-2023

3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

Respecto al control ambiental, el desarrollo de la investigación se llevó a cabo cumpliendo estrictamente las disposiciones sanitarias vigentes, haciendo uso de equipos de protección personal adecuados y empleando áreas apropiadas para el proceso de identificación y manejo de los residuos.

3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

El primer principio del bienestar de los participantes en el estudio fue adherir a estándares éticos respetando su derecho a aceptar o rechazar libremente su participación en el estudio mediante consentimiento y asentimiento verbal. La información personal recopilada se mantuvo anónima cuando se publicaron los resultados y los participantes no fueron sometidos a ningún procedimiento o tratamiento que hubiera puesto en peligro su dignidad, salud o seguridad.

3.2. Sistema de variables

3.2.1. Variables principales

Tabla 1

Parámetros relacionados con la calidad del agua

Parámetros	Unidad de medida	ECA
pH	upH	6 - 9
Turbidez	UNT	100
Oxígeno disuelto	mg/L	≥5
Cloruros	mg/L	500
Sulfatos	mg/L	1000
Cadmio	mg/L	0.01
Cromo	mg/L	0.05
Plomo	mg/L	0.01
Demanda Bioquímica de oxígeno	mg/L	5
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	30
Coliformes totales	NMP/100mL	200

Nota: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aguas superficiales destinadas para recreación.

Tabla 2

Parámetros relacionados con la calidad del suelo

Parámetros	Unidad de medida	ECA
Arsénico	ppm	50
Cadmio	ppm	1.4
Cromo	ppm	---
Mercurio	ppm	6.6
Plomo	ppm	70
Bario	ppm	750

Nota: Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM

3.2.2. Variables secundarias

Para el agua se podría considerar las estaciones dado que en invierno el caudal aumenta

3.3. Procedimientos de la investigación

3.3.1. Procedimientos para comparar los resultados obtenidos del análisis del agua con los estándares de calidad ambiental

Primero se identificaron los puntos donde la población al carecer de servicio de recojo de residuos sólidos y de alcantarillado, injustificadamente arrojan sus desperdicios en las quebradas como es el caso de Rumiyacu.

Después de hacer el recorrido se decidió realizar el estudio en 3 sectores tomando igual número de muestras en la parte alta de la quebrada Rumiyacu (sector los Algarrobos), en la parte media (sector la explanada) y en la parte baja (Sector Las Palmeras).

La muestra consistió en un litro de agua (de cada punto) depositado en un envase de vidrio y trasladado al laboratorio de la Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza, siguiendo los protocolos establecidos para el caso.

Una vez recibidos los resultados del análisis se procedió a la tabulación para luego comprar con los ECAs.

3.3.2. Procedimientos para comparar los resultados obtenidos del análisis de suelo con los estándares de calidad ambiental

En primer lugar, se identificaron los puntos donde la población depositan sus desperdicios en el suelo en la vía pública, los cuales son recogidos por la unidad recolectora de la Municipalidad con frecuencia irregular dado que no está en la ruta establecida.

Después de hacer el recorrido se decidió realizar el estudio en 3 sectores tomando igual número de muestras en el sector los Algarrobos, en el sector La Palmeras y en el sector Azungue.

La muestra consistió en un kg de tierra (en cada punto) extraído a 30 cm de profundidad desde la superficie, depositada en una bolsa Ziploc y trasladada al laboratorio de la Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza, siguiendo los protocolos establecidos para el caso.

Una vez recibidos los resultados del análisis se procedió a la tabulación para luego comprar con los ECAs.

3.3.3. Procedimientos para determinar los índices de calidad del agua y suelo

La evaluación del índice de calidad del agua se realizó mediante la aplicación del método canadiense, el cual considera tres componentes fundamentales: alcance, frecuencia y amplitud. La integración matemática de estos factores permite obtener un valor numérico único, comprendido entre 0 y 100, que caracteriza y expresa el nivel de calidad del agua en cada punto de monitoreo.

El factor F1, denominado alcance, corresponde al porcentaje de parámetros de calidad del agua que exceden los valores permitidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), en relación con el total de variables evaluadas.

El factor F2, denominado frecuencia, expresa la proporción de resultados analíticos que exceden los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), en relación con el total de datos obtenidos para los parámetros evaluados.

El factor F3, denominado amplitud, evalúa el grado de desviación de los resultados obtenidos, calculado a partir de la suma normalizada de los excedentes, considerando la magnitud en que los valores superan los límites permitidos en relación con el total de datos analizados.

El Índice de Calidad de Agua se calculó integrando los factores F1, F2 y F3 en un único valor numérico comprendido entre 0 y 100, donde los valores altos indican mejores condiciones del recurso hídrico. Para ello, se aplicó una expresión matemática basada en la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de dichos factores:

$$ICA=100 - \sqrt{\frac{F_1^2+F_2^2+F_3^2}{3}}$$

Se estableció la escala en cinco rangos, que son niveles de sensibilidad que me expresan y califican el estado de la calidad del agua, como Mala, Regular, Favorable, Buena y Excelente

ICA	95- 100	80- 94	65- 79	45- 64	0- 44
Calificación	Excelente	Buena	Favorable	Regular	Mala

Figura 1

Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú

Fuente: ICA – PE, ANA,2018

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.1. Resultados obtenidos del análisis del agua

Tabla 3

Análisis de los parámetros relacionados con la calidad del agua

Parámetros	Unidad de medida	ECA	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
pH	upH	6 - 9	8.05	7.85	7.95	7.95
Turbidez	UNT	100	35.80	19.80	20.30	25.3
Oxígeno disuelto	mg/L	≥5	7.42	7.47	7.33	7.407
Cloruros	mg/L	500	313.65	289.05	325.95	309.6
Sulfatos	mg/L	1000	60.87	56.35	63.51	60.24
Cadmio	mg/L	0.01	0.09	0.02	0.01	0.04
Cromo	mg/L	0.05	<0.005	<0.005	0.10	0.037
Plomo	mg/L	0.01	0.11	0.11	0.12	0.113
DBO	mg/L	5	8.02	10.03	7.12	8.39
DQO	mg/L	30	146.90	62.75	62.75	90.8
Coliformes termo.	NMP/100mL	1000	22999	4236	9172	12136

Análisis y discusión del resultado

En cuanto al pH, se mantiene dentro del ECA establecido por en el DS 004-2017-MINAM. Controlar el pH del suelo es un factor fundamental en la gestión de cultivos, ya que afecta directamente la disponibilidad de nutrientes para las plantas, dado que en algunos casos estas aguas son usadas para riego. Un pH adecuado es esencial para garantizar que las plantas puedan absorber los nutrientes. El resultado se muestra en la siguiente figura:

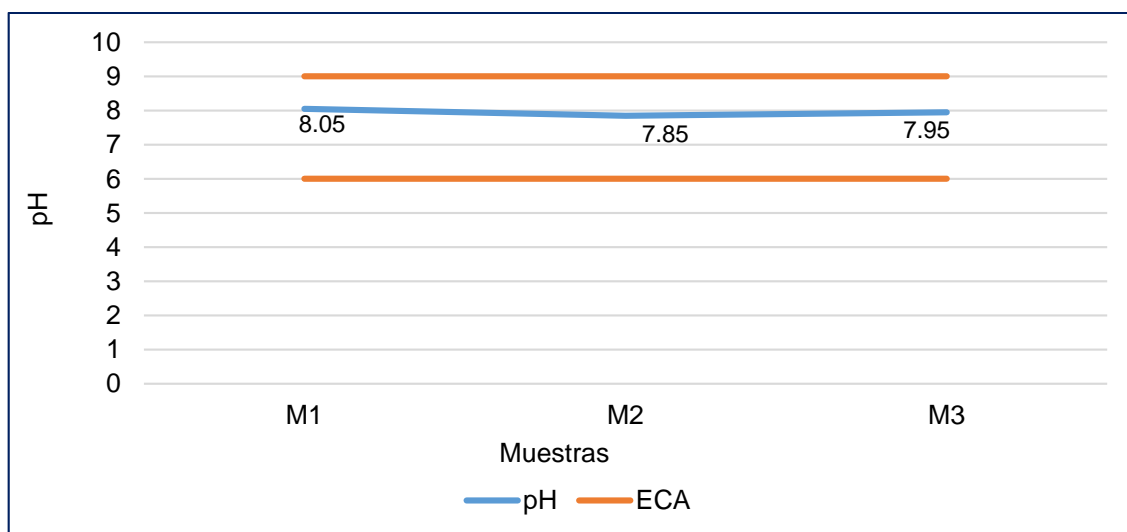


Figura 2
pH del agua.

La Turbidez también se encuentra dentro del ECA. Un factor importante es que, durante la ejecución del proyecto, en su fase de campo, de abril a mayo del 2024, no se presentaron lluvias en gran magnitud lo cual aumentaría la Turbidez del agua. El resultado se muestra en la siguiente figura:

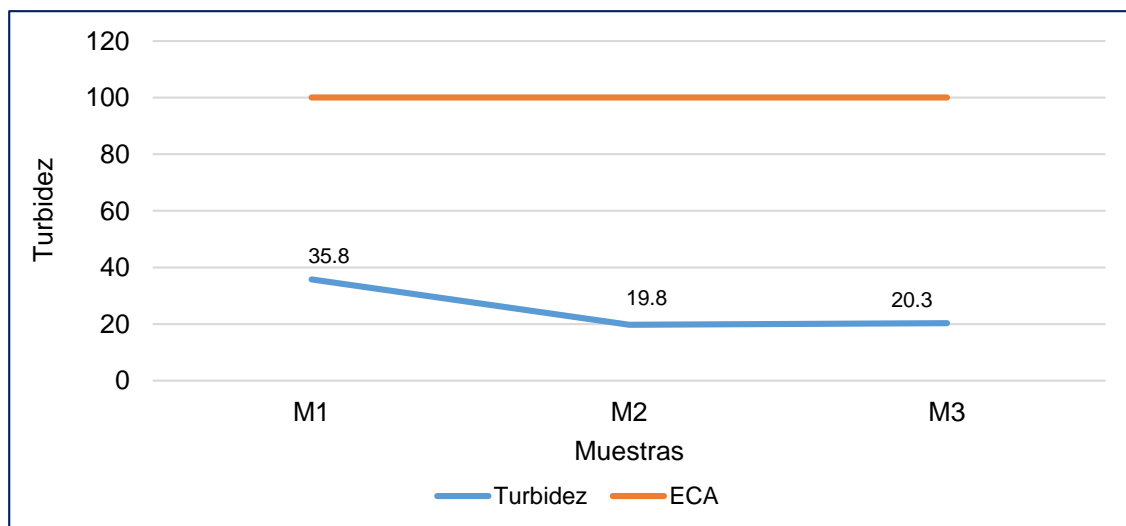


Figura 3
Turbidez del agua.

En cuanto al Oxígeno disuelto, refiriéndose a la cantidad de Oxígeno libre disponible en el agua, que es crucial para la supervivencia de organismos acuáticos, como peces, invertebrados y plantas, también se encuentra dentro del ECA establecido en el DS 004-2017 MINAM. El resultado se muestra en la siguiente figura:

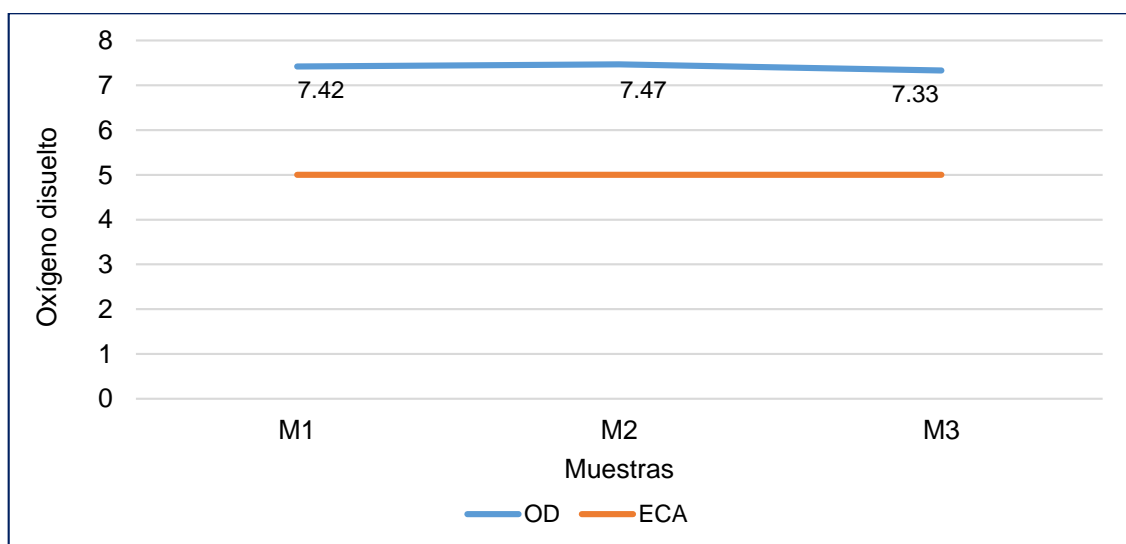


Figura 4
Concentraciones de Oxígeno disuelto.

Respecto a los Cloruros, estos se encuentran dentro del ECA establecido, lo cual no representa peligro para las plantas que se desarrollen en las inmediaciones,

garantizando su desarrollo dado que, en concentraciones muy altas, el Cloruro puede convertirse en un elemento tóxico también para toda forma de vida animal respecto a la respiración o sofocación. El resultado se muestra en la siguiente figura:

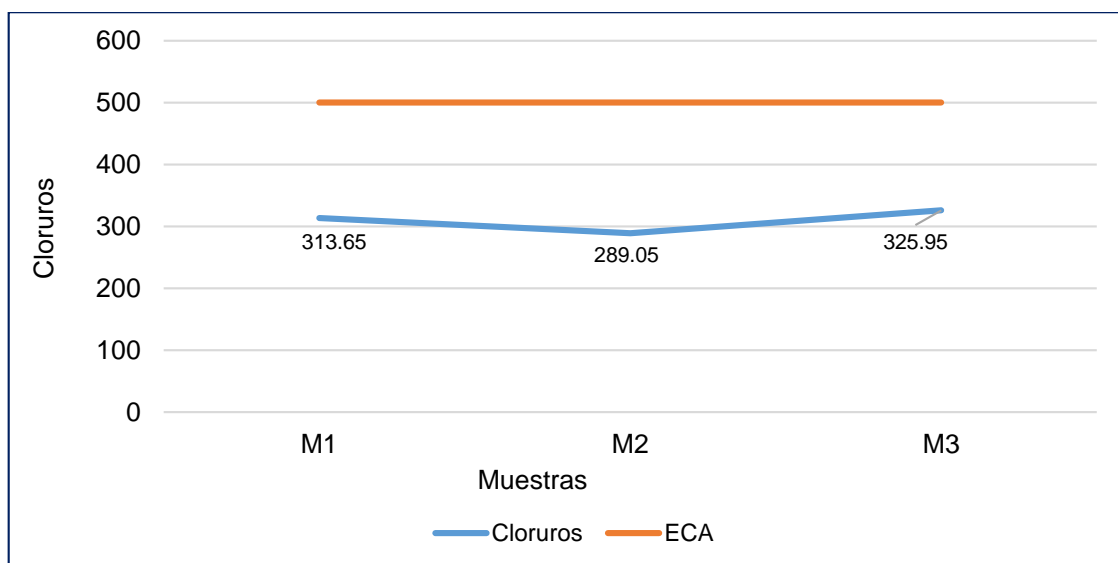


Figura 5
Concentraciones de Cloruros.

De manera similar los Sulfatos se encuentran dentro del ECA no representando peligro para toda forma de vida en el agua. El resultado se muestra en la siguiente figura:

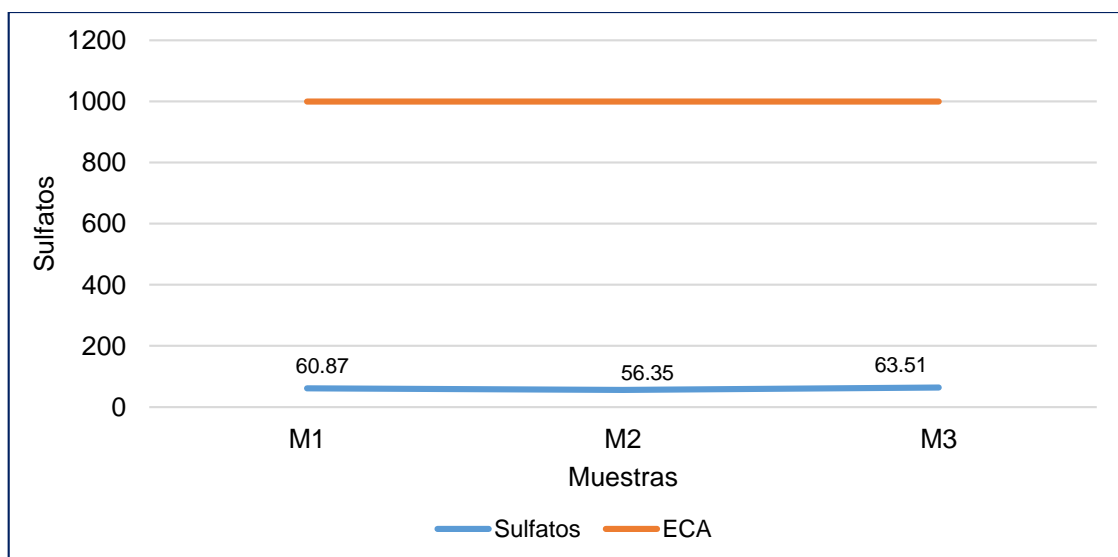


Figura 6
Concentraciones de Sulfatos.

En cuanto al Cadmio, se encontró que supera el ECA establecido, lo cual significa que este elemento, debido a su toxicidad, en las plantas podría reducir el crecimiento, la actividad fotosintética, el contenido de clorofilas y provocar clorosis principalmente en

hojas jóvenes, dado que interfiere en la entrada y transporte de nutrientes. En los animales, especialmente los jóvenes son más susceptibles que los adultos a la pérdida de tejido óseo y al aumento de fragilidad de los huesos. El resultado se muestra en la siguiente figura.

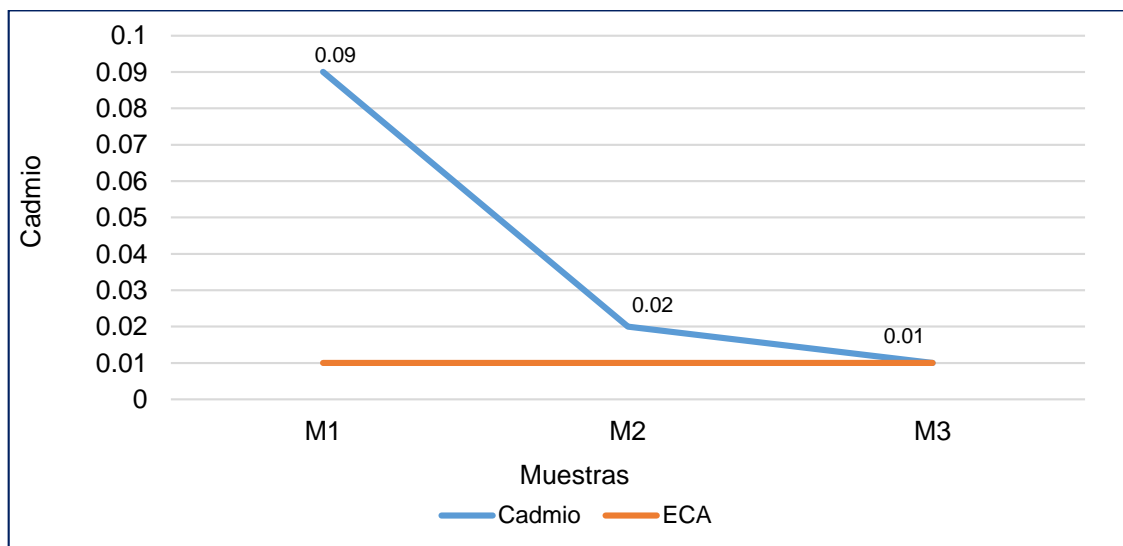


Figura 7
Concentraciones de Cadmio.

Respecto al Cromo, vemos que en los 2 primeros muestreos se mantiene bajo control, sin embargo, en el tercer muestreo supera el ECA lo cual puede representar peligro para las plantas dado que se podría producir un desequilibrio de nutrientes, daño a las raíces y clorosis foliar. En los animales el exceso de Cromo podría disminuir significativamente el contenido de glucógeno tisular, proteína total y lípidos totales en los tejidos del hígado, músculo y branquias en los peces. El resultado se muestra en la siguiente figura:

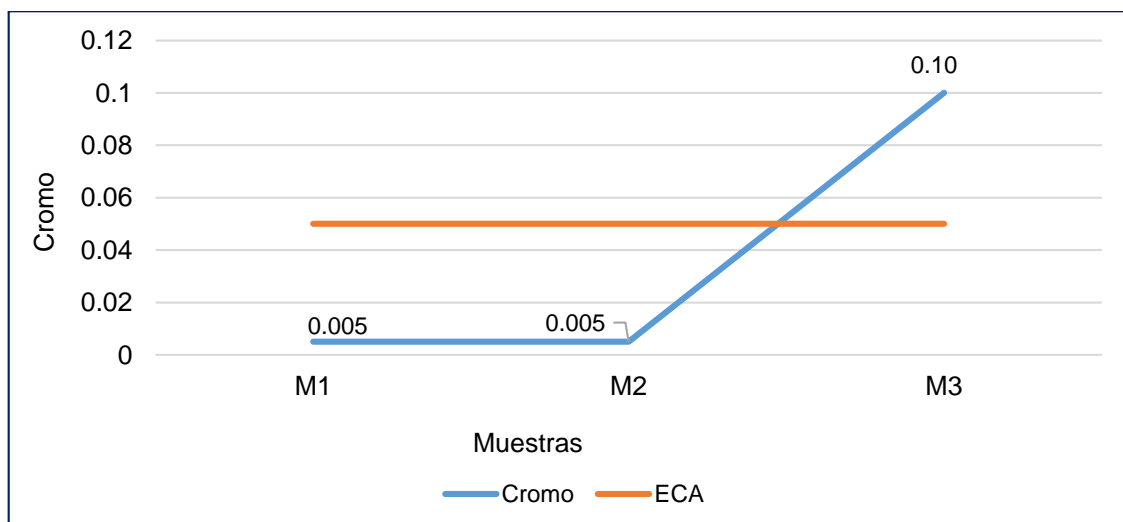


Figura 8
Concentraciones de Cromo

Igualmente, el Plomo al superar el ECA, por ser un metal altamente reactivo puede ser tóxico para las células vivas de plantas y animales. Este metal pesado es un contaminante para el ambiente ya que altera los ciclos naturales. El resultado se muestra en la siguiente figura:

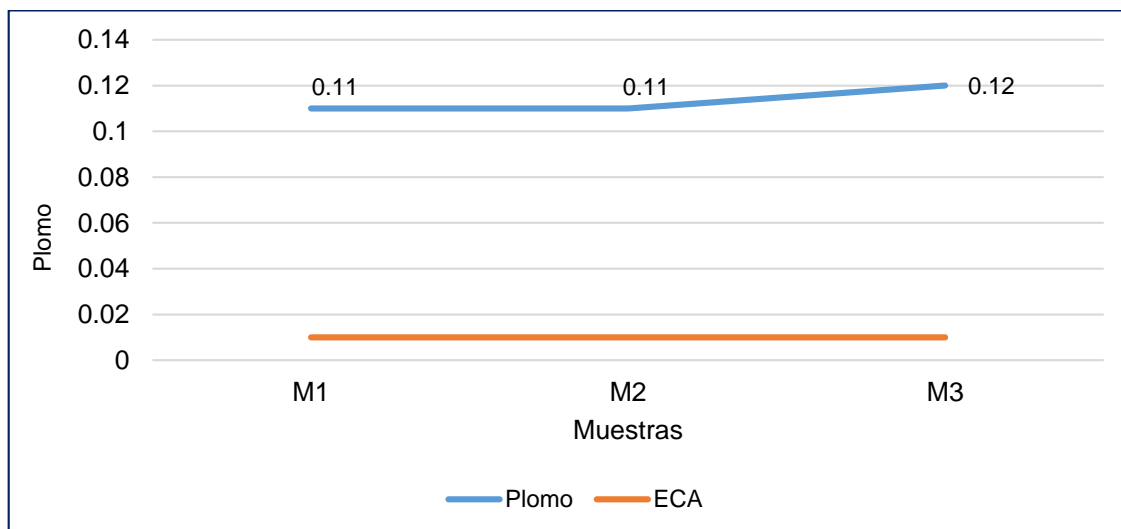


Figura 9
Concentraciones de Plomo.

En el análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), los resultados evidenciaron valores superiores a los establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental, lo que sugiere una elevada carga de materia orgánica en el agua. Esta condición favorece el consumo del oxígeno disponible, generando efectos adversos sobre los organismos acuáticos y el equilibrio del ecosistema. El resultado se muestra en la siguiente figura:

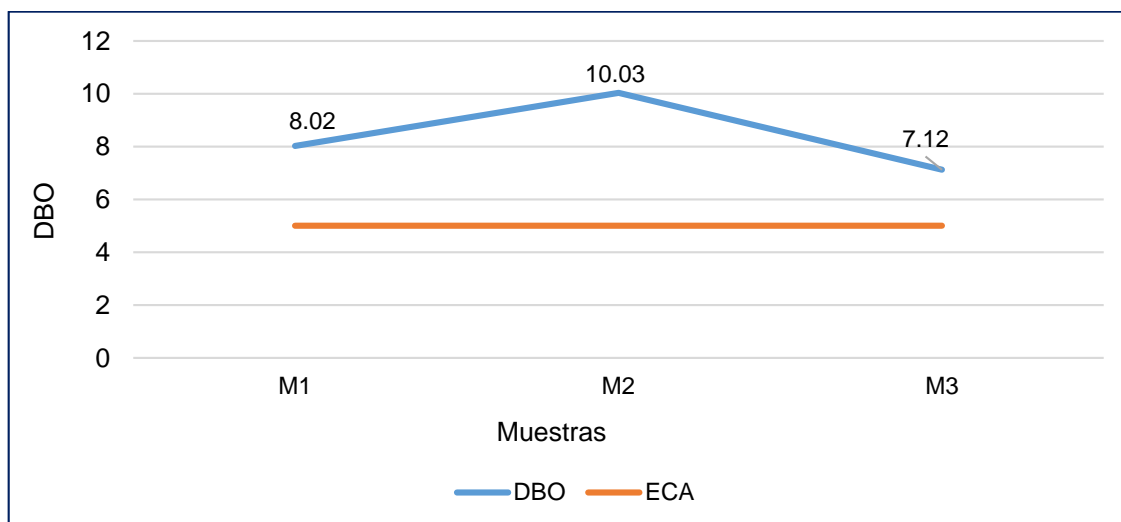


Figura 10
Concentraciones de DBO.

Por su parte, al analizar el DQO se obtuvo que supera el ECA, lo cual significa que por ser alto el nivel de DQO puede llevar a una reducción del oxígeno disuelto, lo que afecta el desarrollo y supervivencia de los organismos acuáticos y favorece condiciones anaeróbicas. El resultado se muestra en la siguiente figura:

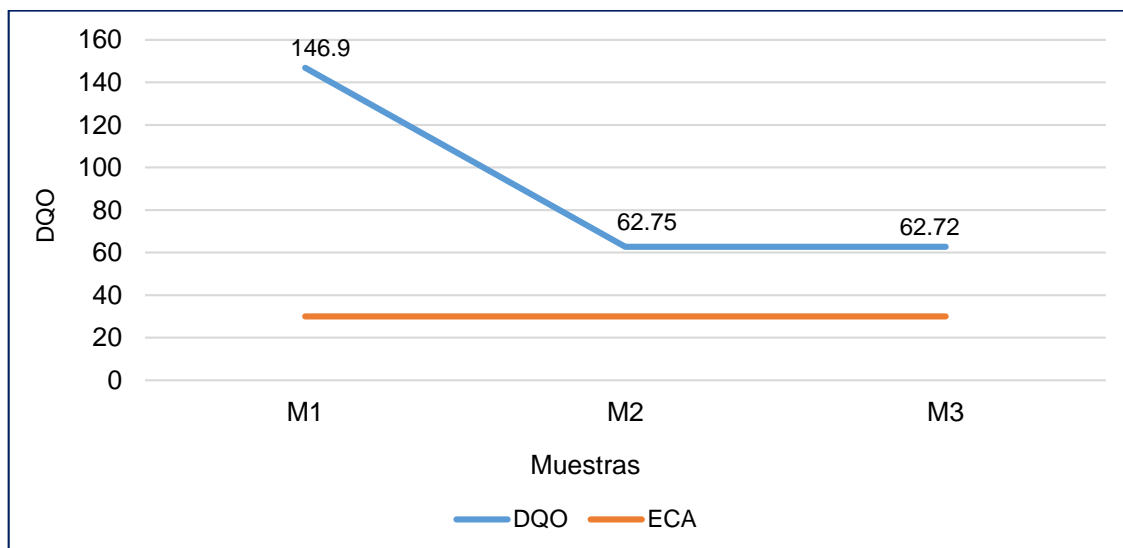


Figura 11
Concentraciones de DQO.

En cuanto a los Coliformes Termotolerantes, estos superan el ECA. La presencia de estos organismos indica que el agua está contaminada con excremento significando un alto riesgo de la presencia de organismos que pueden causar enfermedades. El resultado se muestra en la siguiente figura:

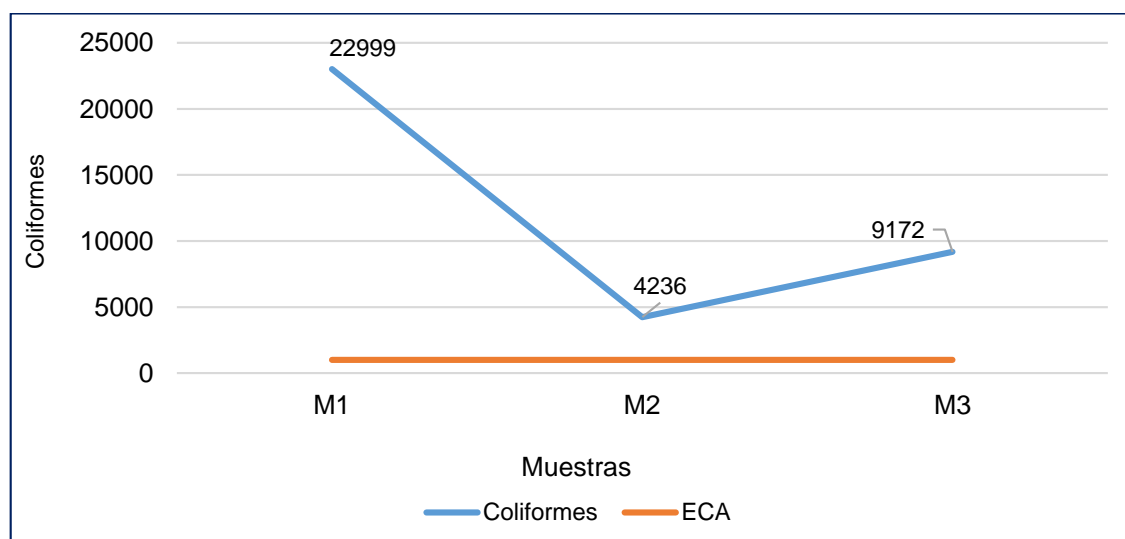


Figura 12
Concentraciones de Coliformes termotolerantes.

Finalmente, de los resultados presentados se evidenció que el agua de los sectores analizados supera el ECA en cuanto a la presencia de Cadmio, Plomo, DBO, DQO y Coliformes Termotolerantes, encontrando coincidencias con Champi (2022), quien al analizar las características fisicoquímicas, bacteriológicas y metales pesados en suelos, lixiviados, aguas residuales y calidad del agua de la laguna de Huacarpa, concluyó que el DBO, DQO, y Coliformes Termotolerantes superan los LMP de acuerdo a la normativa.

1.2. Resultados obtenidos del análisis del suelo

Tabla 4

Análisis de los parámetros relacionados con la calidad del suelo

Parámetros	Unidad de medida	ECA	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Arsénico	ppm	50	12.38	9.15	10.87	10.80
Cadmio	ppm	1.4	<0.005	<0.005	<0.005	0.005
Cromo	ppm	---	10.59	8.55	10.27	9.80
Mercurio	ppm	6.6	<0.005	<0.005	<0.005	0.005
Plomo	ppm	70	9.48	9.79	10.73	10.00
Bario	ppm	750	18.85	21.99	18.82	19.89

Análisis y discusión de resultados

Interpretando los resultados de la tabla 4, se encontró que el Arsénico no supera el ECA, lo cual significa que entre los residuos sólidos depositados en el suelo no se advierte mayor presencia de restos de pesticidas que puedan afectar las actividades microbianas del suelo. El resultado se muestra en la siguiente figura:

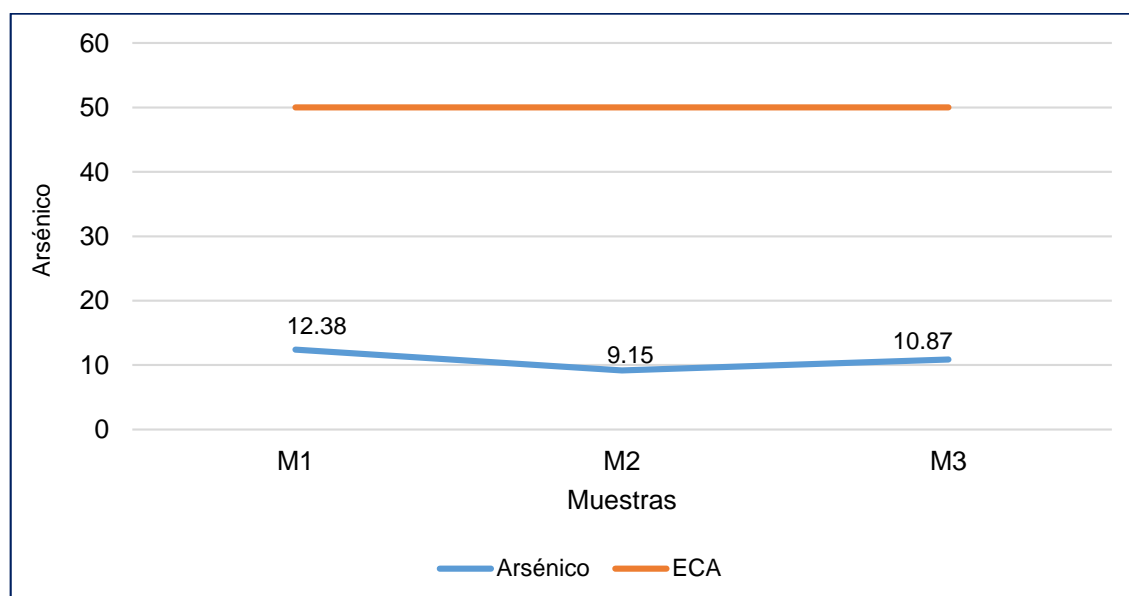


Figura 13

Concentraciones de Arsénico.

El Cadmio también se encuentra dentro del ECA establecido por la normatividad, significando que entre los residuos sólidos no se advierte mayor presencia de restos de fertilizantes fosfatados que pueda alterar la actividad fotosintética de las plantas. El resultado se muestra en la siguiente figura:

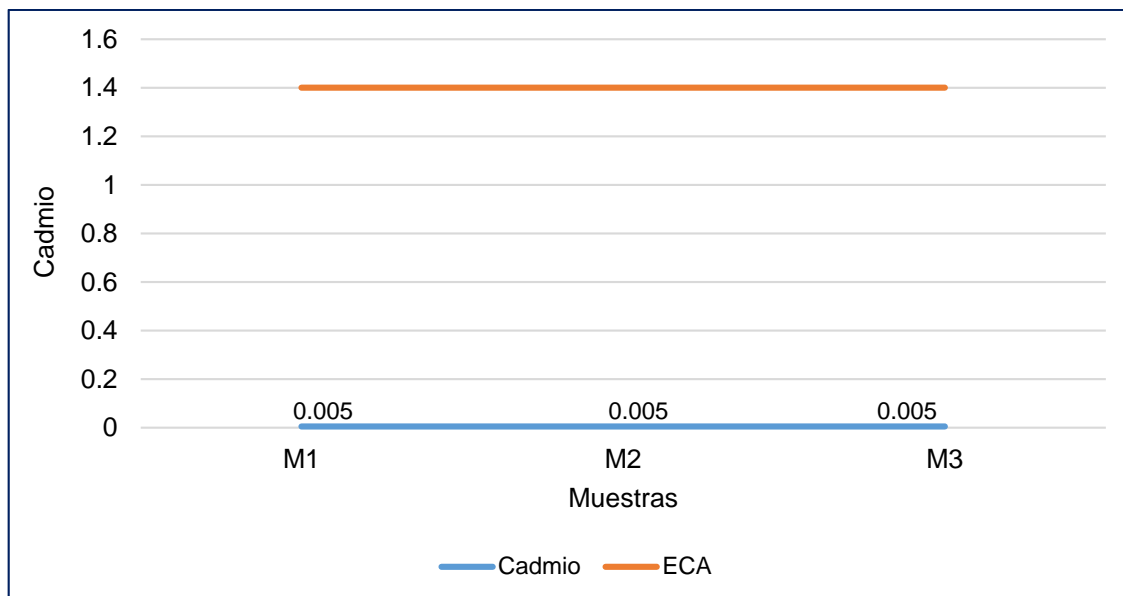


Figura 14
Concentraciones de Cadmio.

Respecto al Mercurio, entre los residuos no se advierte la presencia de luminarias, pilas o baterías, instrumentales médicos, pesticidas, entre otros que en su composición contienen Mercurio, debido a lo cual se evidenció que este metal está dentro del ECA. El resultado se muestra en la siguiente figura:

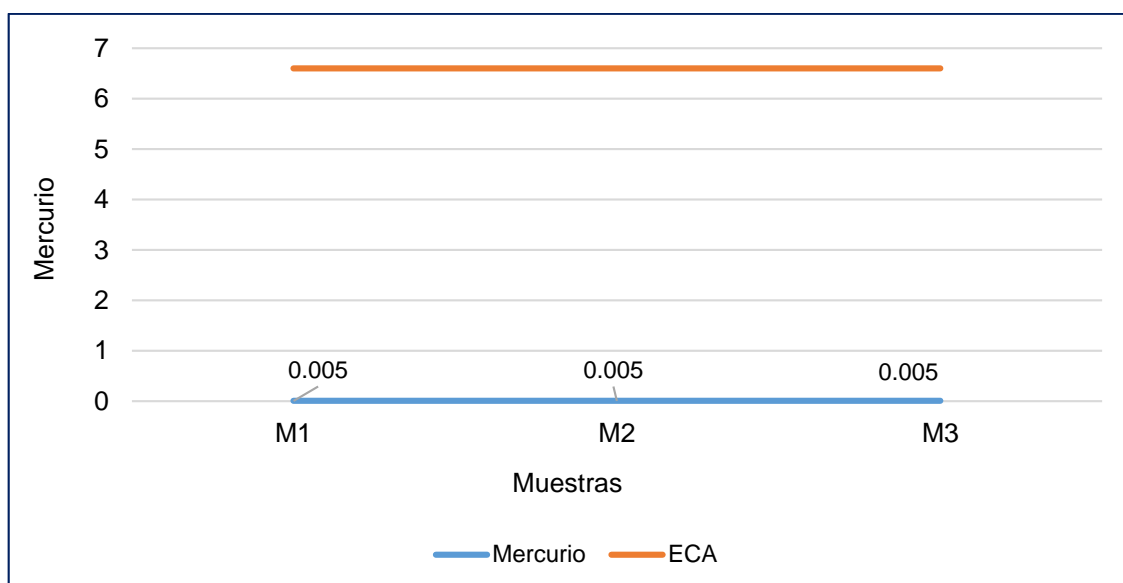


Figura 15
Concentraciones de Mercurio.

En cuanto al Plomo, según los análisis realizados se encontró que este metal no supera el ECA establecido por la norma. Usualmente se detecta presencia de Plomo en pinturas, cerámicas, tuberías y materiales de plomería, soldaduras, gasolina, baterías, cosméticos entre otros, los cuales no tienen mayor presencia entre los residuos sólidos domiciliarios. El resultado se muestra en la siguiente figura:

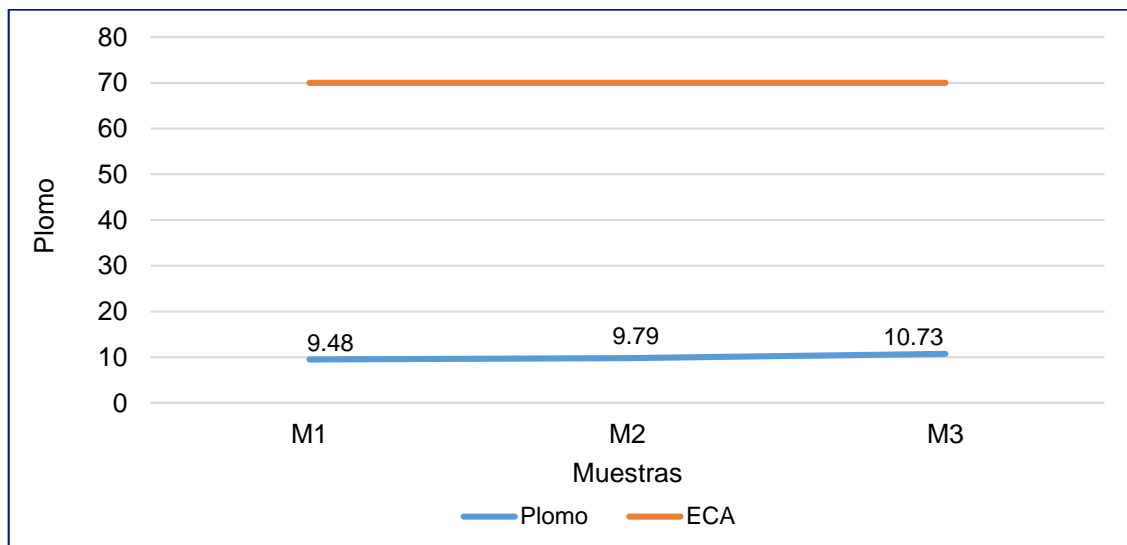


Figura 16
Concentraciones de Plomo.

El Bario es un elemento que evidenció baja presencia entre los residuos sólidos, razón por la cual en las muestras analizadas se encontró en bajos niveles no superando el ECA establecido. El Bario es un elemento que se usa cotidianamente para fabricar pinturas, ladrillos, cerámicas, vidrio, caucho entre otros. El resultado se muestra en la siguiente figura:

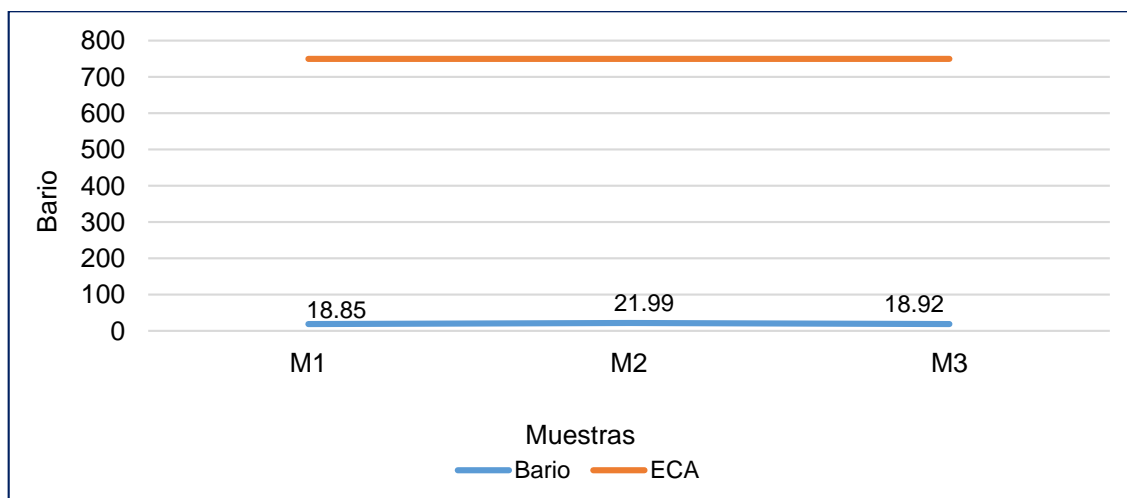


Figura 17
Concentraciones de Bario.

Finalmente, de acuerdo a la revisión bibliográfica se encontró a Saavedra (2021), quien al describir la degradación de suelos por efecto de los residuos sólidos concluyó que la degradación biológica no es significativa, la cual representa el 4.15% en promedio, identificando que los principales residuos sólidos se caracterizan principalmente por la presencia de papel, cartón, vidrio, metal, plástico, polvo de barredura, tejidos, residuos de cocina, residuos de alimentos, residuos de jardín. Igualmente, Díaz (2019), al evaluar la contaminación del suelo afectado por lixiviados del botadero municipal del Distrito de San Pablo encontró la presencia del Cadmio, Plomo y Cromo Total en los 3 puntos de muestreo, siendo el Plomo y Cromo en los tres puntos muestreados que no superan los valores establecidos por el ECA para un suelo agrícola

1.3. Determinación de los índices de calidad del agua y suelo

Tabla 5

Índice de calidad del agua

Puntos de muestreo	Número de parámetros	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Índice de calidad del agua
M1	11	0.45	0.45	97.81	43.53
M2	11	0.45	0.45	94.54	45.42
M3	11	0.45	0.45	95.58	44.82

Nota: M1 (sector Explanada), M2 (sector Algarrobos), M3 (sector Palmeras)

Interpretando los resultados de la tabla 5 se afirma que en los puntos de muestreo 1 y 3 del agua es de mala calidad, y en el punto de muestreo 2 la calidad del agua es regular. Estos resultados se dan debido a que básicamente el Cadmio, Cromo, Plomo, DBO, DQO y coliformes termotolerantes superan el ECA establecido En el DS. 004-2017 MINAM, respecto a aguas superficiales destinadas para recreación.

No se realizó el cálculo para la calidad del suelo para uso agrícola dado que en todos los parámetros los resultados obtenidos cumplían con el ECA establecido en el DS. 011-2017 MINAM.

Prueba de hipótesis:

La hipótesis fue contrastada con los índices de calidad. En tal sentido, se aceptó la hipótesis de investigación para la calidad del agua, dado que la hipótesis formulada versaba que el índice de calidades malo. Asimismo, se rechazó la hipótesis que el índice de calidad del suelo es malo dado que al desarrollar la investigación se concluyó que dicho índice es bueno.

CONCLUSIONES

Finalizada la investigación se puede que, al analizarse 11 parámetros relacionados con el agua para fines recreacionales, los parámetros que superaron el ECA establecido según el DS 004-2017 MINAM, en promedio fueron el Cadmio (0.04 mg/L), Plomo (0.113 mg/L), DBO (8.39 mg/L), DQO (90.8 mg/L) y Coliformes Termotolerantes (12136 NMP/100mL), los demás parámetros no superaron el ECA.

En cuanto al suelo, las muestras fueron extraídas a 30 cm de profundidad desde la superficie. Los análisis de laboratorio evidenciaron que el Arsénico (10.80 ppm), el Cadmio (<0.005 ppm), el Cromo (9.80 ppm), el Mercurio (<0.005 ppm), el Plomo (10 ppm) y el Bario (19.89 ppm), se encontraban bajo los ECAs establecidos en el DS 011 MINAM para suelos de uso agrícola.

Finalmente, se concluyó que en los puntos de muestreo M1 (sector explanado) y M3 (sector Palmeras), el índice de calidad del agua es mala, mientras que en el sector Rumiyacu (M3) la calidad es regular. En cuanto al suelo se concluye que los residuos sólidos no han afectado su calidad dado que se encuentran dentro de los ECAs.

RECOMENDACIONES

Dado que la mayor contaminación de las aguas se debe a la falta de alcantarillado y recojo de residuos sólidos, se recomienda a la Municipalidad Provincial de Moyobamba activar sus planes de contingencia y nuevos proyectos dado que el problema se acrecienta en épocas de verano por falta de lluvias, considerando se estos lugares en focos infecciosos sobre todo para los pobladores que residen en las inmediaciones.

A las autoridades de salud realizar los monitoreos respectivos para evitar enfermedades dado que la población está expuesta a las aguas especialmente los niños.

As los pobladores que residen en las zonas circundantes a la quebrada Rumiyacu y sus extensiones, construir de manera responsable sus pozos sépticos y disponer de manera adecuada sus residuos sólidos.

Ampliar el universo de pruebas para la trazabilidad de metales pesados en las aguas superficiales de la quebrada Rumiyacu, ampliando el monitoreo a sedimentos y aguas subterráneas

Se recomienda realizar el estudio tomando muestras del agua de la quebrada en diferentes meses del año para conocer el comportamiento bajo estas condiciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aedo, B., y Flores, P. (2021). *Estrategias jurídicas ambientales y el tratamiento de residuos sólidos en el municipio de Trujillo, 2020*. Universidad Privada de Trujillo.
- ANA (2018). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales*.
<https://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-068-2018-ana>
- Brantley, S. et. al. (2007). *Crossing Disciplines and scales to understand the critical zone*. Elements, 3, 307-314
- Bustamante, J. (2007). *Remediación de suelos y aguas subterráneas por contaminación de hidrocarburos en los terminales de Mollendo y Salaverry de la costa peruana*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Champi, V. (2022). *Evaluación de la contaminación por disposición final de residuos sólidos en los centros poblados de Pisac, Coya, Lamay y Calca- Región Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
- Colomer, F. y Gallardo, A. (2007). *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Correa, L. (2020). *Manejo de residuos durante la pandemia*.
<https://www.asuntoslegales.com.co/analisis/lina-correa-posada-2716270/manejo-de-residuos-durante-la-pandemia-2020>
- CPI Research (2022). *Perú: población 2022*.
<https://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/23/poblacion%202022.pdf>
- Decreto Legislativo 1278. *Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Congreso de la República
- Decreto Supremo 014-2017-MINAM. *Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*.
- Díaz, B. (2019). *Evaluación de la contaminación del suelo por lixiviados del botadero municipal del distrito de San Pablo - 2018*. Universidad César Vallejo
- FAO (2019). *El suelo*. <https://www.fao.org/4/w1309s/w1309s04.htm>

- Fernández, J. (2008): *Influence of geological setting on geochemical baselines of trace elements in soils*. Application to soils of south-west Spain. *Journal of Geochemical Exploration*, 98, 89-106.
- Galán, E. (2008). *The role of clay minerals in removing and immobilising heavy metals from contaminated soils*. In *Proceedings of the 1st Latin American Clay Conference*, vol. 1, C. Gomes, ed. Funchal, 351-361.
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta Edición. Editorial Mc Graw-Hill.
- Herrera, S. (2024). *Contaminación de suelo por lixiviados generado por Residuos Sólidos en botadero municipal del Distrito de Soritor - Moyobamba – 2023*. <https://repositorio.unsm.edu.pe/item/bf7a775a-0f93-48e4-a4b4-85bd60d91dc7>
- Falen, J. (2016). *Faltan 132 rellenos sanitarios para cubrir demanda en el país*. <https://elcomercio.pe/peru/faltan-132-rellenos-sanitarios-cubrir-demanda-pais-259560-noticia/>
- Kissi, G. y Encarnación, G. (2006). *Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de disposición final*. *Gaceta Ecológica*, 39-51
- Ley N° 27314, Ley general de residuos sólidos del Perú (21 de julio de 2000). <https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/27314.pdf>
- Maquerhua, Y. (2012). *Evaluación del nivel de contaminación de los suelos en el distrito El Mantro Provincia de Jauja*. Universidad Nacional Del Centro Del Perú
- Medina, M. (1999). *Reciclaje de desechos sólidos en América Latina*. Frontera norte, vol. 11, núm. 21, enero-junio de 1999. Departamento de Estudios Urbanos y del Medio Ambiente del Colegio de la Frontera Norte.
- MINAM (2013). *Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales*. <https://www.youtube.com/watch?v=dGXta-cmeQg>
- MINAM (2021). *Resultados y avances en la gestión de residuos sólidos en el Perú*. <https://www.youtube.com/watch?v=dGXta-cmeQg>
- OEFA (2013). *Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión Municipal Provincial*. Perú. 2013 – 2014
- OEFA (2014). *Informe 2013 – 2014, Fiscalización Ambiental en Residuos sólidos de gestión municipal provincial*. Lima, Perú.

- OEFA (2023). *Informe país: disposición final de residuos sólidos municipales, Diagnóstico y resultados de la supervisión ambiental a la disposición final de los residuos sólidos municipales en el Perú 2022*. Lima, Perú.
- Pilco, N. (2021). *Determinación de la influencia de los lixiviados en la concentración de metales pesados del suelo del botadero municipal de Moyobamba, 2020*. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/4040>
- Pinto, M. (2009). *Régimen jurídico y ambiental de los residuos sólidos*. Colombia. Universidad Externado de Colombia
- Piñeiro, J. (1991). *Vertederos controlados. Problemática de los lixiviados* <https://digital.csic.es/handle/10261/46985>
- Pueblo, D. (2007). *Contaminación ambiental y su impacto social*. Managua: EIP. Lozano. Obtenido de www.defensoriadelpueblo.com
- Pueblo, D. (2022). *Nuevas autoridades municipales deben priorizar acciones en materia ambiental*. <https://www.defensoria.gob.pe/defensoria-del-pueblo-nuevas-autoridades-municipales-deben-priorizar-acciones-en-materia-ambiental/>
- Riesco, R. (2012). *Proyecto de recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Rodríguez P., Ticante J., Vásquez R. & Muñoz A. (2010). Contribución al estudio de los lixiviados generados en el relleno sanitario. http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/TA/EC/TAC-10.pdf
- Saavedra, V. (2021). *Estudio de degradación de suelos por efecto de los residuos sólidos* Universidad Privada del Norte.
- Sánchez, M. (2010). *Contaminación por metales pesados en el botadero de basuras de Moravia en Medellín: Transferencia a flora y fauna y evaluación del potencial fitorremediador de especies nativas e introducidas*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Sierra, C, López, M, y Ortiz, K (2010). *Los residuos inundan una sociedad sin conciencia ambiental*. Bogotá: Fundación Universitaria Monserrate.
- Stanley, E. (2007). *Introducción a la química ambiental*. Barcelona. Edit. Reverté
- Tchobanoglous, G. (1998). *Gestión Integral de residuos sólidos*. Mc Graw-Hill/ Interamericana de España S.A.

Universidad de San Carlos (2011). *Contaminación del agua por desechos sólidos*.
<https://dggusac.files.wordpress.com/2011/09/contaminacion-del-agua-por-desechos-sc3b3lidos-y-reciclaje-2011.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los análisis de laboratorio



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS
UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS



INFORME DE ENSAYO N° : LAB24-AA-454

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE	ROYER DENILSON VILLALOBOS TAPIA
TELÉFONO	979775626
E-MAIL	rdvillalobos@unamza.unm.edu.pe
DOMICILIO LEGAL	MOVOBAMBA
RUC / DNI	73318801
DEPARTAMENTO	SAN MARTÍN
PROVINCIA	MOVOBAMBA
DISTRITO	MOVOBAMBA
CASERÍ ANENO	QUEBRADA RUMIYACU
LUGAR DE MUESTREO	MOVOBAMBA
CÓDIGO DE MUESTRA DEL CLIENTE	QUEBRADA RUMIYACU PI
MUESTREADO POR	ROYER DENILSON VILLALOBOS TAPIA
MATRIZ	AGUA NATURAL SUPERFICIAL RÍO
PRESENTACIÓN	01 ENVASE TRANSLUCIDO DE 1000 ML
FECHA DE MUESTREO	miércoles, 03 de Abril de 2024
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	jueves, 04 de Abril de 2024
FECHA DE ANÁLISIS	jueves, 04 de Abril de 2024
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS	FQ, MB y MP

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.

PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	R. E.	RESULTADOS
pH	Método 4500-H ⁺ -APHA, AWWA, WEF, 140 Ed. 2003	pH		0.02	8.05
TURBIDEZ	Método 2100-B, APHA, AWWA, WEF, 140 Ed. 2003	UNT		0.01	35.80
OXÍGENO DISUELT	Método 4500-O ₂ -APHA, AWWA, WEF, 140 Ed. 2003	mg/L		0.10	7.42

PARÁMETROS INORGÁNICOS NO METÁLICOS

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	R. E.	RESULTADOS
CLORUROS	Método 4500-CL-B, APHA, AWWA, WEF, 140 Ed. 2003	ppm Cl ⁻		<0.35	313.65
SULFATOS	Método 2100-S, EPA	ppm SO ₄ ²⁻		<1.0	60.87

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA

PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	R. E.	RESULTADOS
D.R.O. 5	Método 8000-DR, HACH, Densidad 30 Ed. 2002	mg C de O ₂		<0.01	8.02
D.Q.O.	Método 8000-DR, HACH, Densidad de Oxígeno, 30 Ed. 2002	mg/L de O ₂		<0.3	146.90

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

GRUPO COLIFORMES

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	R. E.	RESULTADOS
DILUCIÓN	Técnica Más Probable	MP			10-3
COLIFORMOS	Técnica Entérica de Fermentación en Tubo Múltiple (MTE) de Coliformos	NºND/100ML	NºMP		22999

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES

PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	R. E.	RESULTADOS
CADMI	Método 3110-B, APHA, AWWA, WEF, 140 Ed. 2003 Método de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X por Absorción de Neutrón (RF-AAS)	ppm Cd		<0.01	0.09
CRÓMO	Método 3110-B, APHA, AWWA, WEF, 140 Ed. 2003 Método de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X por Absorción de Neutrón (RF-AAS)	ppm Cr		<0.01	<0.005
PLOMO	Método 3110-B, APHA, AWWA, WEF, 140 Ed. 2003 Método de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X por Absorción de Neutrón (RF-AAS)	ppm Pb		<0.01	0.11

R.E. = Resolución Ejecutiva; L. D. = Límite máximo de detección del método; U.D. = Unidad de Medida; ND = Área de Análisis Microbiológico; FQ = Área de Análisis Físicoquímico; SGA = Área de Espectroscopía de Rayos X Atómicos

OBSERVACIONES	SIN OBSERVACIONES
----------------------	--------------------------

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

"La información resultante en negrita y cursiva, es información proporcionada por el cliente, la cual designa al laboratorio de toda responsabilidad del muestra realizada por el cliente".

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del S. ARS/SAIS.

Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA - AMAZONAS
Mg. LUIGI DEL PUERTO GONZALEZ

Calle Páez Duro 17340-1364-1365 - Av. de la Universidad N° 104 - Chachapoyas - Amazonas - Perú.
tel:0939824000 / 0939824001 / 0939824002 / 0939824003

Código CCY-008 / Versión 06 Página 01

"FIN DEL DOCUMENTO"



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS



INFORME DE ENSAYO N° :

LAB24-AA-461

DATOS GENERALES	
SOLICITANTE	ROYER DENILSON VILLALOBOS TAPIA
TELÉFONO	970775626
E-MAIL	rdvillalobos@alumno.unsam.edu.pe
DOMICILIO LEGAL	MOYOBAMBA
RUC / DNI	73318801
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN
PROVINCIA	MOYOBAMBA
DISTRITO	MOYOBAMBA
CASERÍ ANEXO	QUEBRADA RUMIYACU
LUGAR DE MUESTREO	MOYOBAMBA
CÓDIGO DE MUESTRA DEL CLIENTE	QUEBRADA RAMIYACU P2
MUESTREADO POR	ROYER DENILSON VILLALOBOS TAPIA
MATRIZ	AGUA NATURAL SUPERFICIAL-RÍO
PRESENTACIÓN	01 ENVASE TRASLUCIDO DE 1000 ML.
FECHA DE MUESTREO	<i>mércoles, 17 de Abril de 2024</i>
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	jueves, 18 de Abril de 2024
FECHA DE ANÁLISIS	jueves, 18 de Abril de 2024
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS	FQ, MB y MP

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.

PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN

PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	R. E.	RESULTADOS
pH	Método 8500-B-1, APHA, AWWA, WEF, 24th Ed. 2023	pH	0.02	7.85
TURBIDEZ	Método 2100-B, APHA, AWWA, WEF, 24th Ed. 2023	UNT	0.01	19.80
OXÍGENO DISUELT	Método 4500-O-G, APHA, AWWA, WEF, 24th Ed. 2023	mg/L	0.10	7.47

PARÁMETROS INORGÁNICOS NO METÁLICOS

PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	RESULTADOS
CLORUROS	Método 4500-Cl-B, APHA, AWWA, WEF, 24th Ed. 2023	ppm Cl	<0.325	289.05
SULFATOS	Método 3754, EPA	ppm SO ₄ ²⁻	<1.0	56.35

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA

PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA

PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	RESULTADOS
D.B.O. ₅	Método 8945, HACH, Duración 70 Ed. 2020	mg/L de O ₂	<0.01	10.03
D.Q.O.	Método 8000, HACH, Digestión de Reactor, 20 Ed. 2020	mg/L de O ₂	<0.7	62.75

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

GRUPO COLIFORMES

PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	RESULTADOS
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 ⁶		10-3
COLIFORMES	Técnica Entubada de Posición en Tubo Múltiple (NMP) de Coliformes	NMP/100mL	NMP	4236

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES

PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS

PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	RESULTADOS
CADMIO	Método 3170-B, APHA/AWWA, WEF, 24th Ed. 2023 Método de Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas (ME-AES)	ppm Cd	<0.05	0.02
CROMO	Método 3120-B, APHA/AWWA, WEF, 24th Ed. 2023 Método de Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas (ME-AES)	ppm Cr	<0.05	<0.005
PLOMO	Método 3120-B, APHA/AWWA, WEF, 24th Ed. 2023 Método de Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas (ME-AES)	ppm Pb	<0.05	0.11

R. E. = Resolución Equipo 1. D. = Límite máximo de detección del método. U. D. = Unidad de Medida. MB = Área de Análisis Microbiológico. FQ = Área de Análisis Físicoquímico. EPA = Área de Espectrofotometría de Fluorescencia Atómica.

OBSERVACIONES	SIN OBSERVACIONES
---------------	-------------------

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

"La información recolectada en negrita y cursiva, es informada proporcionada por el cliente, la cual designa al laboratorio de toda responsabilidad del muestreo realizado por el cliente"

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

Cuando se solicita la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABS-AG.

Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produjo.

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS
LABS-AG

Mg. LILY DEL PILAR UGARTE CONTRERAS
RESPONSABLE

Calle Higuer Urco N°342-350-356 - Calle Universitaria N°904 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
labtag@unrm.edu.pe / labtag@indes-con.edu.pe



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS



INFORME DE ENSAYO N° : 478 LAB24-AA-478

DATOS GENERALES

SOLICITANTE	1	ROYER DENILSON VILLALOBOS TAPIA
TELÉFONO	1	970775626
E-MAIL	1	rdvillalobos@alumino.unsm.edu.pe
DOMICILIO LEGAL	1	MOYOBAMBA
RUC / DNI	1	73318801
DEPARTAMENTO	1	SAN MARTÍN
PROVINCIA	1	MOYOBAMBA
DISTRITO	1	MOYOBAMBA
CASERÍ ANEXO	1	QUEBRADA RUMIYACU
LUGAR DE MUESTREO	1	MOYOBAMBA
CÓDIGO DE MUESTRA DEL CLIENTE	1	QUEBRADA RUMIYACU P3
MUESTREADO POR	1	ROYER DENILSON VILLALOBOS TAPIA
MATRIZ	1	AGUA NATURAL SUPERFICIAL-RÍO
PRESENTACIÓN	1	01 ENVASE TRASLUCIDO DE 1000 ML.
FECHA DE MUESTREO	1	mércoles, 01 de Mayo de 2024
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	1	jueves, 02 de Mayo de 2024
FECHA DE ANÁLISIS	1	jueves, 02 de Mayo de 2024
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS	1	FQ, MB y MP

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS,

PARÁMETROS FÍSICOS Y DE AGREGACIÓN

PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	R. E.	RESULTADOS
pH	Método 450-10-1, APHA, AWWA, WEF, 240 Ed. 2023	pH	0.02	7.95
TURBIDEZ	Método 2100 B, APHA, AWWA, WEF, 240 Ed. 2023	UNT	0.01	20.30
OXÍGENO DISUELT	Método 4500-O, APHA, AWWA, WEF, 24th Ed. 2023	mg/L	0.10	7.33

PARÁMETROS INORGÁNICOS NO METÁLICOS

PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	RESULTADOS
CLORUROS	Método 4500-Cl-B, APHA, AWWA, WEF, 24th Ed. 2023	ppm Cl	<0.355	325.95
SULFATOS	Método 375-4, EPA	ppm SO ₄ ²⁻	<1.0	63.51

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA

PARÁMETROS MATERIA ORGÁNICA

PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	RESULTADOS
D.B.O. ₅	Método 9045, HACHD Dirección N° Ed. 2020	mg/L de O ₂	<0.61	7.12
D.Q.O.	Método 8000, HACHD Dirección de Revisión, N° Ed. 2020	mg/L de O ₂	<0.7	62.75

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

GRUPO COLIFORMES

PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	RESULTADOS
DILUCIÓN	Número Más Probable	10 ⁷		10-3
COLIFORMES	Técnica Estadística de Estimación en Tubo Múltiple (NMP) de Coliformes	NMP/100ml	<50	91.72

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES

PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS

PARÁMETROS	MÉTODO	U. D.	L. D.	RESULTADOS
CADMIO	Método 3120-B, APHA, AWWA, WEF, 240 Ed. 2023 Método de Espectrofotometría de Emisión Atómica de Plasma por Inductancia (EPA-AAS)	ppm Cd	<0.02	0.01
CROMO	Método 3130-B, APHA, AWWA, WEF, 240 Ed. 2023 Método de Espectrofotometría de Emisión Atómica de Plasma por Inductancia (EPA-AAS)	ppm Cr	<0.005	0.10
PLOMO	Método 3150-B, APHA, AWWA, WEF, 240 Ed. 2023 Método de Espectrofotometría de Emisión Atómica de Plasma por Inductancia (EPA-AAS)	ppm Pb	<0.005	0.12

R.E = Resolución Equipo, L. D. = Límite mínimo de detección del método, U. D. = Unidad de Medida, MB = Área de Análisis Microbiológico, FQ = Área de Análisis Físicoquímico, EHA = Área de Espectrofotometría de Emisión Atómica

OBSERVACIONES

SIN OBSERVACIONES

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

"La información resultada en negrita y cursiva, es información proporcionada por el cliente, lo cual deslinda al laboratorio de toda responsabilidad del muestreo realizado por el cliente".

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABORATORIO.

Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS
[Firma]
M^g. LILIA DEL ROSARIO CONTRERAS

Calle Higos Uco N°402-350-356 - Calle Universitaria N°204 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
labsoq@unsm.edu.pe / labsoq@indes-ces.edu.pe



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS



INFORME DE ENSAYO N°

LAB24-AS-3398

DATOS GENERALES

SOLICITANTE	1	ROYER DENILSON VILLALOBOS TAPIA
TELÉFONO	2	970775626
E-MAIL	3	rdvillalobos@alumno.unsm.edu.pe
DOMICILIO LEGAL	4	MOYOBAMBA
RUC / DNI	5	73318801
DEPARTAMENTO	6	SAN MARTÍN
PROVINCIA	7	MOYOBAMBA
DISTRITO	8	MOYOBAMBA
CASERIO O ANEXO	9	BOTADERO INFORMAL "3"
CODIGO DE MUESTRA / PARCELA	10	BOTADERO INFORMAL "3"
MUESTREADO POR	11	ROYER DENILSON VILLALOBOS TAPIA
MATRIZ	12	SUELO AGRÍCOLA
PRESENTACIÓN	13	BOLSA PLÁSTICA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	14	lunes, 06 de Mayo de 2024
FECHA DE ANÁLISIS	15	miércoles, 22 de Mayo de 2024
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS	16	EEA

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES EN SUELOS

PARÁMETROS INORGÁNICOS METÁLICOS

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	RESULTADOS
ARSÉNICO	Método: EPA 3050-D Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm As	<0.005	12.38
CADMIO	Método: EPA 3050-D Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Cd	<0.005	<0.005
CROMO	Método: EPA 3050-D Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Cr	<0.005	10.59
MERCURIO	Método: EPA 3050-D Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Hg	<0.005	<0.005
PLOMO	Método: EPA 3050-D Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Pb	<0.005	9.48
BARIO	Método: EPA 3050-D Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Ba	<0.005	18.85

U.D.= Unidad de Medida. AP= Área de Plasma. AQ= Área Química. ATQ= Área de Análisis Porcupinaria. CN= Área de Carbono Nitrogeno. EEA= Área de Espectrometría de Emisión Atómica

OBSERVACIONES

SIN OBSERVACIONES

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

"La información resultada es objetiva y curativa, es información proporcionada por el cliente, la cual designa al laboratorio de toda responsabilidad del muestreo realizado por el cliente".

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LAIBSAG.

Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
LABSAG

ING. NEL PILAR JUAREZ CONTRERAS
RESPONSABLE

Calle Higos Uco N°342-350-356 - Calle Universitaria N°304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
labsag@unsm.edu.pe / labsag@indes-ces.edu.pe



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS



INFORME DE ENSAYO N°

LAB24-AS-3411

DATOS GENERALES

SOLICITANTE	ROYER DENILSON VILLALOBOS TAPIA
TELÉFONO	970775626
E-MAIL	rdvillalobos@alumno.unsm.edu.pe
DOMICILIO LEGAL	MOYOBAMBA
RUC / DNI	73318801
DEPARTAMENTO	SAN MARTIN
PROVINCIA	MOYOBAMBA
DISTRITO	MOYOBAMBA
CASERIO O ANEXO	BOTADERO INFORMAL "1"
CODIGO DE MUESTRA / PARCELA	BOTADERO INFORMAL "1"
MUESTREADO POR	ROYER DENILSON VILLALOBOS TAPIA
MATRIZ	SUELO AGRICOLA
PRESENTACIÓN	BOLSA PLÁSTICA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	viernes, 17 de Mayo de 2024
FECHA DE ANÁLISIS	viernes, 31 de Mayo de 2024
ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS	EEA

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES EN SUELOS

PARAMETROS INORGANICOS METALICOS

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	RESULTADOS
ARSÉNICO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm As	<0.005	9.15
CADMIO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Cd	<0.005	<0.005
CROMO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Cr	<0.005	8.55
MERCURIO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Hg	<0.005	<0.005
PLOMO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Pb	<0.005	9.79
BARIO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Ba	<0.005	21.99

U.D.= Unidades de Medida AF=Área de Fracción AQ= Área Química AFQ= Área de Análisis Fisicoquímico CN= Área de Carbono Negro EEA= Área de Espectrometría de Emisión Atómica

OBSERVACIONES

SIN OBSERVACIONES

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

"La información resultado es objetiva y curiosa, es información proporcionada por el cliente, lo cual designa al laboratorio de toda responsabilidad del muestreo realizado por el cliente".
Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABSAG.

Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS
LABSAG

Mg. LILY DEL PILAR JUAREZ CONTRERAS
RESPONSABLE

Calle Higos Uros N°342-350-356 - Calle Universitaria N°304 - Chachapuyas - Amazonas - Perú
labisag@unsm.edu.pe / labisag@indes-ces.edu.pe



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS Y AGUAS

UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS



INFORME DE ENSAYO N°

LAB24-AS-3423

DATOS GENERALES

SOLICITANTE TELEFONO E-MAIL DOMICILIO LEGAL RUC / DNI DEPARTAMENTO PROVINCIA DISTRITO CASERIO O ANEXO CODIGO DE MUESTRA / PARCELA MUESTREADO POR MATRIZ PRESENTACIÓN FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS FECHA DE ANÁLISIS ÁREA DE DESARROLLO DE LOS ANALISIS	ROYER DENILSON VILLALOBOS TAPIA 970775626 rdvillalobost@alumno.unsm.edu.pe MOYOBAMBA 73318801 SAN MARTIN MOYOBAMBA MOYOBAMBA BOTADERO INFORMAL "2" BOYADERO INFORMAL "2" ROYER DENILSON VILLALOBOS TAPIA SUELO AGRICOLA BOLSA PLÁSTICA lunes, 27 de Mayo de 2024 martes, 11 de Junio de 2024 EEA
---	---

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES TOTALES EN SUELOS

PARAMETROS INORGANICOS METALICOS

PARÁMETROS	MÉTODO	U.D.	L. D.	RESULTADOS
ARSÉNICO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm As	<0.004	10.87
CADMIO	Método: EPA 8000-D Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Cd	<0.005	<0.005
CROMO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Cr	<4.007	10.27
MERCURIO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Hg	<0.003	<0.005
PLOMO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Pb	<0.005	10.73
BARIO	Método: EPA 3050-B Espectrometría de Emisión Atómica de Plasma por Microondas MP-AES	ppm Ba	<0.005	18.82

U.D.= Unidad de Medida. AP= Área de Plasma. AQ= Área Química. AFQ= Área de Análisis Fotoacústico. CN= Área de Carbono Nitrógeno. EEA= Área de Espectrometría de Emisión Atómica.

OBSERVACIONES

SIN OBSERVACIONES

Este laboratorio está acreditado de acuerdo a la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

"La información resultada es segura y confiable, es información proporcionada por el cliente, lo cual deslga al laboratorio de toda responsabilidad del muestreo realizado por el cliente".

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras enviadas.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LABISAG.

Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
LABISAG

Mg. LILY DEL PILAR JUÁREZ CONTRERAS
RESPONSABLE

Calle Higos Urco N°342-350-356 - Calle Universitaria N°304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
labisag@unim.edu.pe / labisag@indes-ces.edu.pe

Anexo 2. Croquis de ubicación de los puntos de muestreo



Anexo 3. Panel fotográfico



Imagen 1: punto de acumulación de residuos



Imagen 2: toma de muestra de suelo



Imagen 3: toma de muestra de agua



Imagen 4: toma de muestra de agua

Johnny Cano Guevara

Evaluación de la contaminación del suelo y cuerpos de agua por residuos sólidos en la ciudad de Moyobamba-2023

 INFORME DE TESIS

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117-547952280

Fecha de entrega

21 ene 2026, 10:12 GMT-5

Fecha de descarga

21 ene 2026, 10:16 GMT-5

Nombre del archivo

Ing_Ambiental - Johnny Cano Guevara _ Royer Denilson Villalobos Tapia OK. 09-01-26.docx

Tamaño del archivo

1.5 MB

55 páginas

10.476 palabras

59.068 caracteres




20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 18%  Fuentes de Internet
- 5%  Publicaciones
- 13%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.