



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO, MEDIANTE EL ANÁLISIS FÍSICO-
QUÍMICO, PARA ESTABLECER LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES
ANTRÓPICAS EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CINTO, PARROQUIA LLOA,
CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniera Ambiental

AUTORA: ERIKA BELÉN PANCHI TAIPE

TUTOR: EDWIN RODRIGO ARIAS ALTAMIRANO

Quito - Ecuador

2024

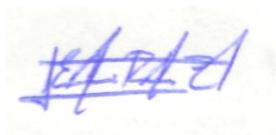
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Erika Belén Panchi Taipe con documento de identificación N°1718396250 manifiesto que:

Soy la autora responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Erika Belén Panchi Taipe
1718396250

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Erika Belén Panchi Taipe con documento de identificación No. 1718396250, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Trabajo Experimental: “Evaluación de la calidad del suelo, mediante el análisis físico-químico, para establecer la influencia de las actividades antrópicas en la microcuenca del Río Cinto, Parroquia Lloa, Cantón Quito, Provincia de Pichincha”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniera Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega final del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Erika Belén Panchi Taipe
1718396250

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edwin Rodrigo Arias Altamirano con documento de identificación N.º 1710165869, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO, MEDIANTE EL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO, PARA ESTABLECER LA INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CINTO, PARROQUIA LLOA, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA, realizado por Erika Belén Panchi Taípe con documento de identificación N.º 1718396250, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Ing. Edwin Rodrigo Arias Altamirano M.Sc.
1710165869

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Carmelina y Manuel, a mi hermano Christopher que siempre han estado a mi lado, proporcionándome su amor y apoyo sin condiciones en todo momento, me han guiado para mejorar constantemente, enseñándome a nunca rendirme y alcanzar todas mis metas. Su ayuda fue fundamental para completar mi carrera, siendo el pilar incondicional que me impulsa a seguir adelante, me han enseñado que, con perseverancia y dedicación, se pueden lograr todas las metas. A mis abuelitos, a toda mi familia y mis angelitos José y Dario quienes siempre me han cuidado y bendecido. Todos ustedes han sido una inspiración y un ejemplo de lucha, permitiéndome crecer diariamente, no solo en el ámbito profesional sino también como individuo al aplicar los valores que me han inculcado, por esas palabras de aliento cuando más lo necesitaba y guiarme para luchar y conseguir cumplir una meta más en mi vida.

Erika Belén Panchi Taipe

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por concederme la sabiduría necesaria para superar los desafíos y por brindarme la oportunidad de contar con una familia excepcional que me respaldó en todo momento, permitiéndome completar mi carrera. A mis padres y hermano les agradezco por su dedicación, por proporcionarme la posibilidad de crecer como profesional y por cada palabra de aliento y consejo que me brindaron, alentándome a seguir adelante a pesar de los obstáculos.

Quiero reconocer y agradecer al Ingeniero Edwin Arias, mi tutor, quien generosamente aceptó acompañarme en el seguimiento de mi trabajo de titulación, demostrando su apoyo y paciencia, elementos clave para culminar con éxito este proyecto. También extendo mi gratitud a todos los profesores que, con su sabiduría y conocimiento, contribuyeron a mi formación tanto profesional como personal a lo largo de mi carrera universitaria.

Agradezco a mis compañeros y amigos por su inquebrantable apoyo, por nunca permitirme rendirme y por brindarme una amistad sincera. Sus palabras de aliento fueron fundamentales para enfrentar cada día. Gracias por compartir cada aventura y momento significativo en este viaje académico.

Erika Belén Panchi Taipe

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problema.....	1
1.2 Delimitación	2
1.3 Pregunta de investigación.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos	5
1.5 Hipótesis	5
1.5.1 Hipótesis de investigación (H1).....	5
1.5.2 Hipótesis nula (Ho).....	6
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.1 Cuenca Hidrográfica.....	7
2.2 Importancia de las Cuencas Hidrográficas	8
2.3 Ríos y su importancia	9
2.4 Suelo	10
2.5 Propiedades del suelo	11
2.5.1 Propiedades Físicas del Suelo.....	11
2.6 Actividades Antrópicas.....	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1 Tipo y Diseño.....	16
3.1.1 Diseño descriptivo y correlacional	16
3.2 Diseño Estadístico.....	16
3.3 Protocolos	16
3.3.1 Área de Estudio	16
3.3.2 Delimitación de los puntos de muestreo	17
3.4 Metodología (Procedimiento).....	17
3.5 Metodología de toma de muestra del suelo.....	18
3.6 Materiales y equipos	19
3.6.1 Materiales usados en la fase de campo	19

3.6.2	Materiales usados en la fase de laboratorio	20
3.7	Diagrama de la fase de campo	2
3.7.1	Variables	2
3.7.1.2	Variables Independientes.....	3
3.7.1.3	Variables dependientes	3
3.7.1.1	Determinación del elemento Bario en el suelo.....	4
3.7.1.2	Determinación de pH en el suelo.....	5
3.7.1.3	Determinación de conductividad en el suelo.....	6
3.7.1.4	Determinación de zinc en el suelo.....	6
3.7.1.5	Determinación de textura del suelo	7
3.8	Recolección de datos.....	8
3.8.1	Fase de campo	8
3.8.1.1	Recolección de submuestras en el campo.....	9
3.8.1.2	Recolección de información para encuestas.....	10
3.8.1.3	Calculo del tamaño de la muestra.....	11
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
4.1	Resultados	13
4.1.1	Resultados de pH del Suelo	13
4.1.2	Resultados de Bario en el Suelo	14
4.1.3	Resultados de Conductividad en el Suelo.....	15
4.1.4	Resultados de Zinc en el Suelo.....	16
4.1.5	Resultados del tipo de textura que tiene el suelo.....	17
4.2	Resultados de las encuestas	17
4.2	Discusión.....	25
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
5.1	Conclusiones.....	31
5.2	Recomendaciones	32
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
7.	ANEXOS	42
	Anexo 1: Reconocimiento del área de estudio.....	42
	Anexo 2: Puntos GPS de los puntos de muestreo	43
	Anexo 3. Toma de muestras de suelo y etiquetado de las muestras	44
	Anexo 4. Cotización y resultados de laboratorio de las muestras de suelo	45

Anexo 5. Tablas del Acuerdo Ministerial 097A, Anexo 2 Tabla 1 y 2	52
Anexo 6: Plantilla encuesta.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Puntos de muestreo.....	3
Tabla 2	Materiales de fase de campo	19
Tabla 3	Puntos de muestreo.....	3
Tabla 4	Parámetros a estudiar	3
Tabla 5	Resultados de pH del suelo	13
Tabla 6	Resultados de Bario en el suelo.....	14
Tabla 7	Resultados de Conductividad del suelo.....	15
Tabla 8	Resultados de Zinc en el suelo	16
Tabla 9	Resultados tipo de textura del suelo.....	17
Tabla 10	Resultados género de jefes dde hogar	18
Tabla 11	Resultados de actividades Antrópicas	19
Tabla 12	Resultados de contaminantes de suelo	20
Tabla 13	Frecuencia de cambio de uso del suelo	21
Tabla 14	Cambio del suelo.....	22
Tabla 15	Estado del suelo de Lloa.....	23
Tabla 16	Dependencia de los moradores del suelo de Lloa	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la delimitación del Río Cinto y puntos de muestreo	4
Figura 2. Procedimiento de la fase de campo	2
Figura 3. Escala de pH	5
Figura 4. Triángulo de texturas de suelo	8
Figura 5. Datos de la población de Lloa de acuerdo al Censo 2023	11
Figura 6. Resultados pH del suelo de Lloa	13
Figura 7. Resultados de Bario en el suelo de Lloa	14
Figura 8. Resultados de Cinductividad en el Suelo	15
Figura 9. Resultados de Zinc en el suelo	16
Figura 10. Géneros de los jefes de Hogar	18
Figura 11. Actividades Antrópicas	19
Figura 12. Contaminantes del suelo	20
Figura 13. Frecuencia de cambio de uso del suelo	21
Figura 14. Presencias de cambios en el suelo	22
Figura 15. Estado en el que se encuentra en suelo de Lloa	23
Figura 16. Dependencia del uso de Lloa	24
Figura 17. Cotización por muestra	45
Figura 18. Resultados análisis del páramo	46
Figura 19. Resultados análisis en la zona ganadera	47
Figura 20. Resultados análisis en la zona urbana	48
Figura 21. Resultados análisis en la zona minera	49
Figura 22. Resultados análisis en la piscícola	50
Figura 23. Resultados análisis en la PTAR	51

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Reconocimiento del área de estudio.....	42
Anexo 2: Puntos GPS de los puntos de muestreo.....	43
Anexo 3. Toma de muestras de suelo y etiquetado de las muestras	44
Anexo 4. Cotización y resultados de laboratorio de las muestras de suelo	45
Anexo 5. Tablas del Acuerdo Ministerial 097A, Anexo 2 Tabla 1 y 2	52
Anexo 6: Plantilla encuesta.....	53

RESUMEN

La presente investigación se centra en la evaluación de la calidad del suelo, a través de análisis físico-químico con el propósito de determinar la influencia de las actividades antrópicas en la microcuenca del Río Cinto, Parroquia Lloa, Cantón Quito, Provincia de Pichincha. El objetivo principal es comprender los impactos en el suelo derivados de diversas actividades humanas en los alrededores de la microcuenca.

El enfoque del trabajo fue experimental y descriptivo, consistiendo en un análisis físico-químico realizado en seis puntos específicos (páramo, ganadería, zona urbana, minería, piscícola, planta de tratamiento). Se tomaron 24 submuestras con un barreno de 25 cm de profundidad en cada punto; las cuales fueron mezcladas para formar una muestra compuesta por cada sitio de estudio. Los resultados de los análisis físico-químicos revelaron que los suelos se ven afectados por diversas actividades antropogénicas circundantes. Se obtuvieron valores de pH que varían desde 5.86 hasta 6.61, el elemento Bario con valores de 32.9 a 160.4 mg/kg, la conductividad varía desde 119.4 hasta 348.6 $\mu\text{s}/\text{cm}$, el zinc con valores desde 33.6 hasta 60.3 mg/kg, a lo largo de la microcuenca se identificaron tres tipos de suelos: Franco – Arenoso, Franco- Arcilloso Arenoso y Arenoso-Franco.

Finalmente, los análisis estadísticos realizados evidencian que el suelo en la microcuenca del Río Cinto en Lloa no cumple con los parámetros establecidos en el Acuerdo Ministerial 097A, en el Anexo 2, Tabla 1 y 2, para ser considerado un suelo saludable y apto para cultivos. Además, se realizaron encuestas a los moradores de Lloa para conocer cuáles son las principales actividades antrópicas que se desarrollan en este sector.

Palabras Clave: Microcuenca, actividades antrópicas, páramo, ganadería, zona urbana, piscícola, planta de tratamiento.

ABSTRACT

The present research focuses on the evaluation of soil quality, through physical-chemical analysis with the purpose of determining the influence of anthropogenic activities in the Cinto River microbasin, Lloa Parish, Quito Canton, Pichincha Province. The main objective is to understand the impacts on the soil derived from various human activities in the surroundings of the microbasin.

The approach of the work was experimental and descriptive, consisting of a physical-chemical analysis carried out at six specific points (moorland, livestock, urban area, mining, fish farming, treatment plant). 24 subsamples were taken with a 25 cm deep hole at each point; which were mixed to form a sample composed of each study site. The results of the physicochemical analyzes revealed that the soils are affected by various surrounding anthropogenic activities. pH values were obtained that vary from 5.86 to 6.61, the element Barium with values from 32.9 to 160.4 mg/kg, the conductivity varies from 119.4 to 348.6 $\mu\text{s}/\text{cm}$, zinc with values from 33.6 to 60.3 mg/kg, three types of soils were identified throughout the microbasin: Loam – Sandy, Loam – Sandy Clay and Sandy – Loam.

Finally, the statistical analyzes carried out show that the soil in the Rio Cinto micro-basin in Lloa does not comply with the parameters established in Ministerial Agreement 097A, in Annex 2, Table 1 and 2, to be considered a healthy soil suitable for crops. In addition, surveys were carried out among the residents of Lloa to find out what the main anthropic activities carried out in this sector are.

Keys words: Micro-watershed, anthropic activities, moorland, livestock, urban area, fish farming, treatment plant.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema

La parroquia rural de Lloa, ubicada en la provincia de Pichincha, abarca aproximadamente 547,2 km², siendo una de las parroquias más extensas. Se destaca como un atractivo turístico debido a las numerosas fuentes hídricas presentes en la zona, así como por la notable biodiversidad de flora y fauna que posee.

Lloa incluye una de las montañas más significativas de la provincia de Pichincha, el Guagua Pichincha, junto con otras elevaciones. Estas montañas actúan como fuentes de abastecimiento para los ríos, los cuales se originan a partir de la acumulación de agua de lluvia en las regiones altas, como las montañas, así como de la fusión de la nieve y los afluentes de quebradas o arroyos. Posteriormente, esta agua superficial fluye hacia áreas más bajas, donde se encuentra con otras corrientes, contribuyendo al aumento del caudal del río. (Escobar & Lala , 2017)

El Río Cinto nace en las faldas del volcán Guagua Pichincha, en la zona de San Ignacio y Garzón, recorriendo por las faldas del cerro Unguú y corre en la zona baja de la cordillera de Nambillo, de la cual descienden una serie de afluentes que alimentan al río.

En las cercanías de la microcuenca del Río Cinto en la Parroquia de Lloa, se llevan a cabo diversas actividades en el suelo, tales como la agricultura, la ganadería, la minería y las piscícolas. Este sector abarca zonas de páramos en la parte alta de la microcuenca y como parte de la parroquia zonas subtropicales, caracterizado por una extensa superficie territorial y una variabilidad de microclimas. Convirtiéndola en una parroquia con potencial bio turístico, de belleza paradisíaca y encanto, un lugar al que siempre se desea regresar.

El suministro de agua potable y el abastecimiento humano en la parroquia se vinculan a una variada red de ríos y quebradas. Sin embargo, esta conexión conlleva consecuencias perjudiciales para los residentes, ya que no hay un adecuado manejo de los desechos sólidos, vertidos líquidos y residuos de actividades agrícolas y ganaderas. (Morales, 2009)

Con el transcurso del tiempo y el desarrollo continuo de las diversas actividades en sus alrededores, se han observado alteraciones en el suelo que afectan los servicios ecosistémicos, disminuyendo la calidad del suelo según los estándares establecidos por el Acuerdo Ministerial 097A, Anexo 2, Tabla 1 y 2. (Lorena, 2015)

El presente estudio experimental se llevó a cabo con el propósito de evaluar los cambios en el suelo del Río Cinto causados por las diferentes actividades humanas a lo largo de su cauce. Se consideraron seis puntos estratégicos para analizar, asignando un valor a los servicios ecosistémicos por los beneficios que proporcionan.

1.2 Delimitación

La investigación tuvo lugar en la microcuenca del Río Cinto, situada en el la Parroquia de Lloa, Cantón Quito, Provincia de Pichincha. Los puntos de muestreo abarcaron desde la parte más elevada siendo el páramo con coordenadas UTM: 17M0771961 m E 9975955 m N, hasta la Planta de tratamiento de aguas residuales siendo este el punto de cierre del muestreo con coordenadas UTM: 17M0766181 m E 9972026 m N.

Para llevar a cabo este estudio, se seleccionaron seis puntos de muestreo distribuidos a lo largo del río Cinto. Estos puntos fueron determinados en función de las actividades cercanas a la microcuenca, teniendo en cuenta, a su vez, aquellas actividades que de alguna manera influyen en el deterioro del suelo.

Los puntos que fueron considerados son los siguientes puntos. Ver tabla 1.

Tabla 1
Puntos de Muestreo

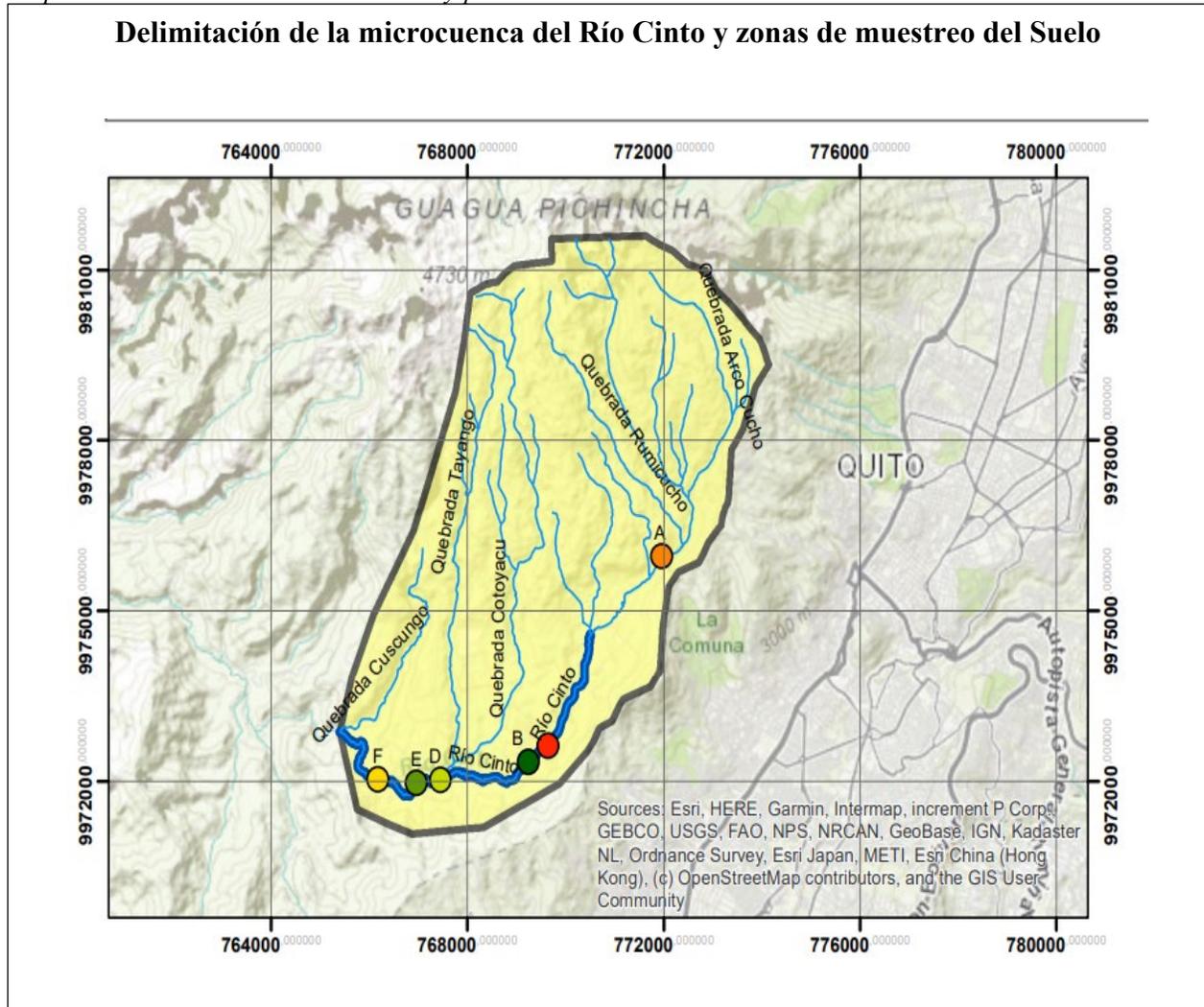
Lugar	Coordenadas	Código
Páramo	9975955m N 17M0771961m E	P1
Ganadería	9972626 m N 17M0769645 m E	P2
Zona Urbana	9972340 m N 17M0769242 m E	P3
Minería	9972020 m N 17M0767458 m E	P4
Piscícola	9971967 m N 17M0766963 m E	P5
PTAR	9972026 m N 17M0766181 m E	P6

Nota. Coordenadas de los puntos de muestro de suelo en la Microcuenca del Río Cinto.

Elaborado por: la Autora

A continuación, se presenta el mapa con la delimitación de la microcuenca del Río Cinto y los puntos en los que se realizará la toma de muestras del suelo de acuerdo a las diferentes actividades antrópicas que se desarrollan.

Figura 1.
Mapa de la delimitación del Río Cinto y puntos de muestreo



Nota. Mapa delimitando la Microcuenca del Río Cinto y puntos de muestreo
Elaborado por: la Autora

1.3 Pregunta de investigación

¿Cuál es la varianza de los parámetros físico- químicos del suelo en base a la Norma Acuerdo Ministerial 097A, Anexo 2 Tabla 1 y 2; del Río Cinto en relación a las diferentes actividades antrópicas que se desarrollan a su alrededor?

1.4 Objetivos generales y específicos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar la calidad del suelo, mediante el análisis físico-químico, para establecer la influencia de las actividades antrópicas en la microcuenca del Río Cinto.

1.4.2 Objetivos Específicos

Identificar el impacto en la calidad del suelo en relación a las actividades antrópicas que se llevan a cabo en los alrededores del Río Cinto, basándose en la Norma Acuerdo Ministerial 097A, en el Anexo 2 Tabla 1 y 2.

Realizar un levantamiento de la línea base recopilando información del uso del suelo en las diferentes actividades antrópicas que se realizan en el Río Cinto, mediante encuestas a los habitantes en el área de estudio las cuales nos ayudarán en la determinación del tipo de uso del suelo en la zona de estudio.

Diseñar una propuesta de conservación del suelo del Río Cinto para fomentar la preservación de la calidad del suelo.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis de investigación (H1)

Los parámetros físico-químicos del suelo, se ve afectado por las distintas actividades antrópicas que se desarrollan en la Microcuenca del Río Cinto.

1.5.2 Hipótesis nula (Ho)

Las diversas actividades antrópicas que se llevan a cabo en la microcuenca del Río Cinto no tienen impacto en los parámetros físico-químicos del suelo de acuerdo a la Norma Acuerdo Ministerial 097A.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Cuenca Hidrográfica

Una cuenca hidrográfica, también llamada cuenca de drenaje o cuenca fluvial, se define como una región geográfica limitada por características topográficas, donde todas las aguas, tanto superficiales como subterráneas, convergen hacia un único punto de salida, como un río, lago o mar. Básicamente, es un territorio que recolecta y dirige las aguas provenientes de lluvias o deshielo hacia un sistema fluvial principal. (Vásconez, Mancheno, Álvarez, Prehn, Cevallos & Ortiz., 2019)

La delimitación de la cuenca hidrográfica se realiza a través de elementos topográficos como montañas, colinas y valles, que forman una línea de cumbre separando las aguas que fluyen en direcciones distintas. La cuenca, como sistema natural, consta de componentes interrelacionados, como el sistema fluvial principal compuesto por ríos y arroyos, así como afluentes más pequeños que desembocan en el río principal.

Además de los cursos de agua, la cuenca incluye otros elementos como lagos, aguas subterráneas, humedales y glaciares, actuando como almacenamientos temporales o permanentes de agua. Su importancia radica en regular el ciclo del agua y proveer servicios ecosistémicos esenciales, como suministrar agua dulce para consumo humano, agricultura e industria, regular el caudal de los ríos, recargar acuíferos, mitigar inundaciones, conservar la biodiversidad y proporcionar hábitats para la fauna y flora. (Ordoñez, 2011)

Es crucial destacar que las actividades humanas, como deforestación, urbanización, agricultura intensiva y contaminación, pueden afectar la calidad y disponibilidad del agua, así como la salud del ecosistema. Por lo tanto, la gestión integral y sostenible de las cuencas hidrográficas

es esencial para mantener el equilibrio y la salud de estos sistemas, garantizando el suministro de agua para las generaciones venideras.

2.2 Importancia de las Cuencas Hidrográficas

Las cuencas hidrográficas desempeñan un papel crucial tanto en los ecosistemas como en las comunidades humanas, cumpliendo diversas funciones esenciales:

1. Abastecimiento de agua: Las cuencas hidrográficas son fuentes vitales de agua dulce, capturando y almacenando agua de lluvia y deshielo para diversos usos como el consumo humano, la agricultura e industria.

2. Regulación del caudal: Actúan como reguladores naturales del flujo de agua, capturando y liberando gradualmente el agua durante lluvias intensas. Esto equilibra los ríos y reduce los riesgos de inundaciones y sequías.

3. Conservación de biodiversidad: Las cuencas albergan una amplia diversidad de especies vegetales y animales. Los ríos y sus hábitats sirven como corredores ecológicos, proporcionando refugio y alimento para diversos organismos acuáticos y terrestres.

4. Filtración y purificación del agua: Funcionan como sistemas naturales de filtración y purificación del agua. El flujo a través del suelo y sedimentos retiene y elimina sustancias contaminantes, mejorando la calidad del agua.

5. Energía hidroeléctrica: Muchas cuencas se aprovechan para generar energía hidroeléctrica. La construcción de embalses y centrales hidroeléctricas utiliza la energía del agua en movimiento como fuente de energía limpia y renovable. (Bordino, 2021)

6. Control de la erosión: Los ríos y cuencas desempeñan un papel crucial en la mitigación de la erosión del suelo. La vegetación en las orillas y los sedimentos transportados ayudan a proteger áreas costeras y tierras agrícolas de la erosión.

2.3 Ríos y su importancia

Los ríos son corrientes de agua naturales y continuas que fluyen a lo largo de un cauce definido, formándose a partir de la acumulación de agua de diversas fuentes como precipitaciones, deshielos, manantiales y lagos. Estas aguas se unen y siguen la pendiente del terreno, creando cursos de agua que pueden variar desde pequeños arroyos hasta grandes ríos.

Estos cuerpos de agua desempeñan un papel crucial en el ciclo hidrológico y en la configuración del paisaje, transportando agua, sedimentos y nutrientes a lo largo de su cauce, influenciando la fertilidad del suelo y la formación de paisajes fluviales. Además, los ríos son fuentes importantes de agua dulce para diversos usos como el consumo humano, el riego agrícola, la generación de energía hidroeléctrica y el sustento de la vida silvestre. (Campoblanco & Gomero, 2000)

Los ríos presentan características distintivas, como una cabecera o punto de origen, y una desembocadura, donde se encuentran con otros cuerpos de agua. A lo largo de su curso, pueden exhibir diversas características como meandros, rápidos, cascadas y estuarios, influenciadas por la topografía y las condiciones geológicas.

Además de su importancia en el ciclo hidrológico y la configuración del paisaje, los ríos juegan un papel vital en los ecosistemas al proporcionar hábitats para diversas especies de plantas y animales, actuando como corredores de biodiversidad y facilitando la migración de especies acuáticas. (Tortorelli, 2009)

Es crucial destacar que los ríos son recursos naturales susceptibles a la degradación y contaminación debido a actividades humanas como la deforestación, la extracción excesiva de agua, la contaminación industrial y agrícola, así como la construcción de represas y canalizaciones. Por lo tanto, la gestión adecuada es esencial para garantizar la conservación de los ríos y el uso sostenible de sus recursos.

2.4 Suelo

El suelo constituye la capa superior de la superficie terrestre, resultado de la descomposición gradual de rocas y materiales orgánicos a lo largo del tiempo. Es un componente esencial del ecosistema, ofreciendo soporte a la vegetación y sirviendo como medio propicio para el crecimiento de las plantas. Esta capa terrestre se compone de minerales, materia orgánica, agua, aire y microorganismos, conformando así un sistema complejo y dinámico.

Además de su función como base para el crecimiento de las plantas, el suelo desempeña roles cruciales en varios procesos ambientales. Funciona como un filtro natural, participando en la purificación del agua a medida que esta se infiltra a través de sus estratos. Asimismo, juega un papel esencial en el ciclo del carbono al almacenar y liberar carbono mediante procesos biogeoquímicos. (Cotler, Sotelo & Dominguez, 2007)

La salud del suelo resulta esencial para la sostenibilidad ambiental y la productividad agrícola. Prácticas como la erosión, la deforestación, la contaminación y la agricultura no sostenible pueden degradar la calidad del suelo. Por ende, la conservación y gestión adecuada del suelo son imperativas para asegurar la productividad agrícola, la salud de los ecosistemas y la calidad del agua.

2.5 Propiedades del suelo

Las características físicas y químicas del suelo son aspectos que definen su calidad y su habilidad para respaldar el desarrollo de las plantas.

2.5.1 Propiedades Físicas del Suelo

Las características físicas del suelo se centran en los atributos asociados a su formación y constitución en la capa superficial del terreno. Estas características son determinantes para la capacidad del suelo de retener agua, posibilitar el flujo de aire, resistir la presión de las plantas y otros elementos fundamentales para su rendimiento y aplicaciones diversas. Comprenden aspectos como la composición de partículas de arena, limo y arcilla que influye en la retención de agua y nutrientes, la disposición y agregación de partículas que afecta la porosidad y permeabilidad, la masa de suelo en relación al volumen que determina su capacidad de soportar la carga de las raíces, el color que puede indicar contenido de materia orgánica y minerales, la variación de temperatura según la ubicación y estación, y la profundidad desde la superficie hasta capas rocosas o compactas que impacta en el crecimiento de raíces y el acceso a nutrientes. (Rucks, García, Kaplán & Hill , 2004) Estas propiedades físicas son esenciales para una comprensión efectiva y una gestión adecuada del suelo, ya que inciden directamente en la productividad agrícola, la salud del ecosistema y diversos aspectos relacionados con su uso y conservación.

2.5.2 Propiedades Químicas del Suelo

Las propiedades químicas del suelo se centran en la composición química de la capa superior de la tierra y desempeñan un papel esencial en la disponibilidad de nutrientes para las plantas y en la interacción del suelo con compuestos químicos. Aspectos clave como el pH del suelo, la cantidad de materia orgánica, la capacidad de cambio catiónico (CCC), el contenido de

nutrientes, la salinidad, el intercambio iónico y la actividad microbiana son determinantes para comprender la capacidad del suelo para sostener la vida vegetal y su respuesta a prácticas agrícolas y medioambientales. (Jaurixje, Torres, Mendoza, Henríquez & Contreras., 2013) La gestión efectiva implica supervisar y ajustar estas propiedades para crear un ambiente propicio para el crecimiento de las plantas y la sostenibilidad del ecosistema.

2.6 Actividades Antrópicas

Las actividades antrópicas comprenden las acciones realizadas por los seres humanos que generan un impacto significativo en el entorno natural, ya sea de forma directa o indirecta. Estas acciones forman parte de la interacción constante entre las sociedades humanas y su entorno, englobando diversas acciones que afectan tanto al medio ambiente como a los recursos naturales. Ejemplos de estas actividades abarcan áreas como la agricultura, la urbanización, la industria, la extracción de recursos naturales, la contaminación, el consumo de energía, la contribución al cambio climático y la práctica del turismo. Estas acciones pueden tener consecuencias positivas o negativas, y la gestión sostenible busca minimizar los impactos perjudiciales, promoviendo prácticas que preserven la salud y diversidad de los ecosistemas. La comprensión y gestión responsables de las actividades antrópicas son cruciales para la conservación ambiental y la sostenibilidad a largo plazo.

2.6.1 Ganadería

La ganadería es una actividad económica que implica la cría y manejo de animales, como bovinos, ovinos, caprinos, porcinos y aves, con el fin de obtener productos como carne, leche, cuero y otros subproductos. Esta práctica, con una larga historia, forma parte integral de la agricultura en diversas culturas. La ganadería se lleva a cabo de diversas maneras, incluyendo la

ganadería extensiva en grandes de tierra y la ganadería intensiva en instalaciones más controladas. La ganadería sostenible busca equilibrar la producción de alimentos con la conservación del medio ambiente.

La ganadería desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria al proporcionar proteínas animales esenciales y otros derivados. No obstante, enfrenta desafíos relacionados con la sostenibilidad, el bienestar animal y la huella ambiental. Este contexto ha generado un creciente interés en prácticas ganaderas más éticas y respetuosas con el medio ambiente.

2.6.2 Minería

La minería es una actividad económica centrada en la extracción de minerales y otros recursos valiosos de la tierra. Este proceso implica la remoción de suelos y rocas para acceder a los depósitos minerales, seguido de la extracción y procesamiento de minerales, tanto metálicos (como oro, plata, cobre, hierro) como no metálicos (usados en construcción e industria química). La minería puede realizarse a cielo abierto o de manera subterránea, siendo esencial para el desarrollo industrial y la producción de diversos productos.

A pesar de su importancia económica, a causa de la minería se presenta la degradación ambiental, la deforestación, la contaminación del agua y del aire, además de problemas sociales vinculados a la salud y los derechos de las comunidades locales. La minería sostenible busca abordar estos desafíos mediante prácticas responsables que minimicen los impactos ambientales y sociales.

2.6.3 Piscícola

La piscicultura es una práctica centrada en la cría y cultivo de peces y otros organismos acuáticos en entornos controlados, con el propósito de generar alimentos para el consumo humano y contribuir a la repoblación de cuerpos de agua. Este proceso puede llevarse a cabo en diversos

lugares, como estanques, embalses, jaulas flotantes en aguas abiertas o en sistemas de recirculación dentro de instalaciones cerradas.

2.7 Normativa

El propósito fundamental de la norma es proteger la salud de las personas y garantizar la calidad ambiental del suelo para preservar las funciones naturales en los ecosistemas. Esto se busca lograr frente a las actividades humanas que podrían alterar la calidad del suelo debido a diversos usos del recurso.

1. Norma Acuerdo Ministerial 097A: Esta norma tiene relación con la Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y los Criterios de Remediación aplicables a suelos contaminados.

2. Ley Orgánica de Gestión Ambiental (LOGA): Esta ley establece los principios, objetivos y disposiciones generales para la gestión ambiental en Ecuador. Establece la obligación de prevenir, controlar y remediar la contaminación del suelo, así como la promoción de buenas prácticas en la gestión de suelos.

3. Reglamento General a la Ley de Gestión Ambiental: Este reglamento establece los procedimientos y requisitos específicos para la gestión ambiental en Ecuador, incluyendo aspectos relacionados con la calidad del suelo.

4. Norma de Calidad Ambiental del Suelo (NCA): La NCA establece los valores límites permisibles para diferentes contaminantes presentes en el suelo. Estos valores límites están basados en criterios de calidad y salud humana, y se utilizan como referencia para la evaluación y seguimiento de la calidad del suelo.

5. Norma Técnica Ecuatoriana sobre Remediación de Suelos Contaminados: Esta norma establece los criterios y procedimientos para la remediación de suelos contaminados, incluyendo los niveles de referencia para la remediación y las técnicas de remediación aplicables.

Es importante tener en cuenta que los parámetros permisibles del suelo pueden variar según el uso específico del suelo, como agrícola, urbano o industrial. Además, los gobiernos locales y provinciales también pueden establecer regulaciones adicionales relacionadas con la calidad del suelo en sus jurisdicciones.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipo y Diseño

3.1.1 Diseño descriptivo y correlacional

Esta investigación se clasifica como descriptiva, tomando como área de estudio la microcuenca del Río Cinto en la cual se establece las diferentes categorías de suelo. Se caracteriza como correlacional, a través de análisis físico-químicos y los resultados de encuestas, el impacto que las actividades antrópicas han tenido en los suelos de la zona de estudio.

3.2 Diseño Estadístico

Se empleó el método estadístico de Análisis de Varianza (ADEVA) con el propósito de evaluar la significancia estadística en los resultados derivados de los parámetros físico-químicos y las actividades humanas identificadas. También, se implementó el Diseño Experimental de Bloques Completos Aleatorios (DBCA). Dentro de este diseño, se llevaron a cabo seis tratamientos distintos, cada uno de los cuales involucró la toma de 24 submuestras con barrero, conformando así una muestra compuesta para cada punto respectivo.

3.3 Protocolos

3.3.1 Área de Estudio

La zona de investigación está situada en la microcuenca del río Cinto, ubicada en la parroquia de Lloa, la cual tiene su origen en los páramos del Pichincha con una altitud aproximada de 3100 metros sobre el nivel del mar.

3.3.2 Delimitación de los puntos de muestreo

Se identificaron seis lugares de muestreo que representan suelo afectado por diversas actividades humanas identificadas. En cada uno de estos puntos, se realizó la recopilación de submuestras para crear una mezcla compuesta que permitiera su posterior análisis. Los puntos de muestreo fueron considerados en relación a la cercanía con el río Cinto, por lo que influye en la contaminación del suelo

3.4 Metodología (Procedimiento)

La investigación llevada a cabo es de naturaleza experimental y de campo. Se empleó un análisis de datos experimentales para evaluar el impacto de las actividades humanas en la alteración del suelo, obteniendo muestras directamente en el sitio de estudio. Se realizaron un total de nueve visitas técnicas. La primera tuvo como objetivo familiarizarse con el área de estudio, seguida por la elaboración de un cuestionario de preguntas cerradas para la aplicación de encuestas durante la segunda visita. Además, se utilizó el programa ArcGIS para delimitar la microcuenca del río "Cinto" en la parroquia de Lloa, lo cual influyó en la selección de los sitios de muestreo durante la tercera visita.

En la tercera visita, se aplicaron las encuestas en la población del área delimitada, especialmente en el sector urbano, dirigidas a los jefes de familia. Después de la recolección de datos de las encuestas, se identificaron las actividades antrópicas en la zona, y los resultados se tabularon. Las visitas técnicas cuatro a nueve se centraron en la toma de 24 submuestras en cada punto, a una profundidad de 0,25 cm con un barreno. Estas submuestras se combinaron para formar

una muestra compuesta, de la cual se tomó una cantidad de 2 kg para realizar análisis de laboratorio del elemento bario, conductividad, pH, textura y zinc.

Los análisis de laboratorio se llevaron a cabo *ex situ*, y los resultados se interpretaron estadísticamente. Posteriormente, se compararon los resultados de las propiedades físico-químicas del suelo en las áreas muestreadas con el fin de cumplir con los objetivos y evaluar las hipótesis planteadas al inicio de la investigación. Además, se verificó si los valores se encontraban dentro de los rangos permitidos según el Acuerdo Ministerial 097A, Anexo 2, Tabla 1 y 2.

3.5 Metodología de toma de muestra del suelo

La recolección de muestras de suelo se considera una herramienta esencial para llevar a cabo el análisis y monitoreo del estado del suelo, así como para identificar los impactos generados por las actividades humanas en la región donde se recopilan las muestras. En este proceso, se siguieron las recomendaciones y protocolos establecidos por (Diego, 2016). Estas directrices incluyeron la identificación del área a ser estudiada, la elaboración de un mapa con puntos y coordenadas, y la verificación de que los lugares seleccionados para tomar las muestras no estuvieran afectados por condiciones que pudieran distorsionar los resultados, como la proximidad a cercas vivas, acumulación de estiércol para abono, zonas recientemente quemadas o con presencia de ceniza, áreas donde se hayan aplicado fertilizantes recientemente, entre otros aspectos.

Adicionalmente, se enfatizó la importancia de limpiar la superficie del suelo al menos 3 cm antes de tomar la muestra, con el objetivo de eliminar impurezas y agentes que pudieran provocar alteraciones en los resultados.

3.6 Materiales y equipos

3.6.1 Materiales usados en la fase de campo

Tabla 2.

Materiales fase de campo

Material	Reactivo	Equipo
Guantes	Agua	GPS
Barreno	Hielo	
Balde		
Brocha		
Cooler		
Fundas Ziploc		
Marcador permanente		
Martillo		
Papel Aluminio		
Tijeras		
Tabla A4		
Pala tipo “V”		

Nota. Materiales usados en la fase de campo

Elaborado por: la Autora

3.6.2 Materiales usados en la fase de laboratorio

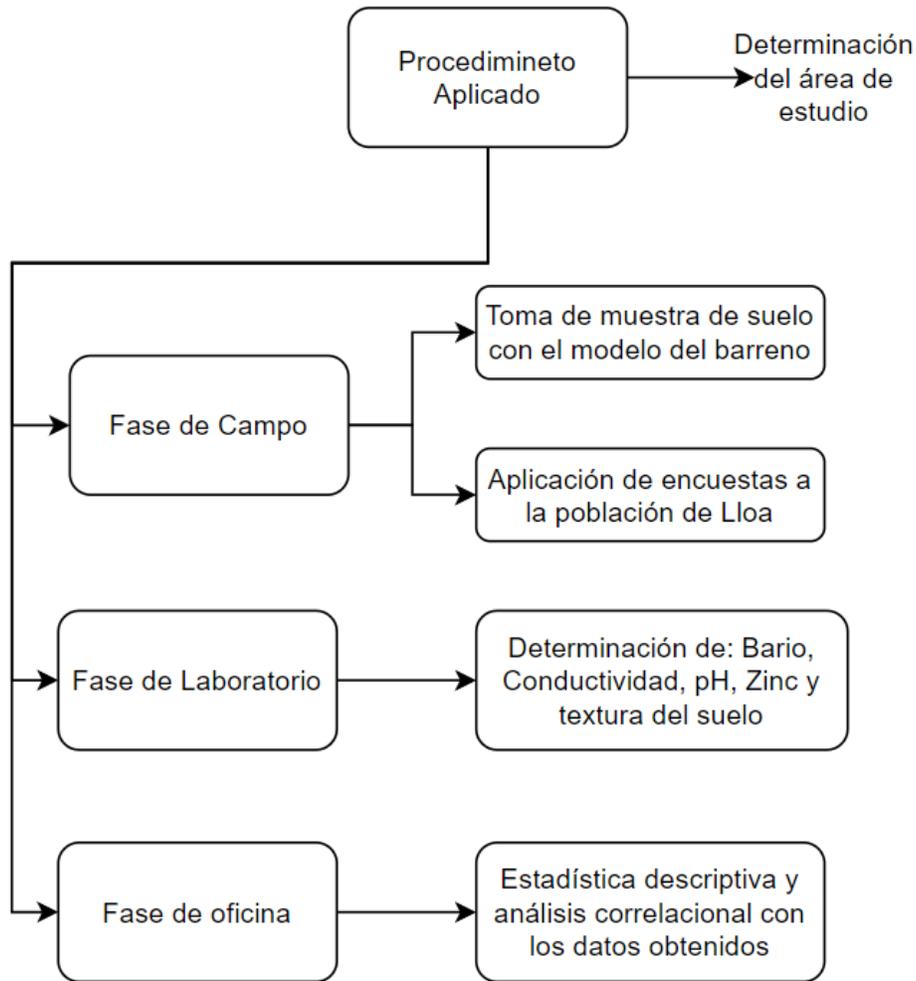
En la fase de laboratorio se utilizó los siguientes materiales:

- Muestras de suelo
- Ácido nítrico (HNO_3) concentrado
- Ácido clorhídrico (HCl) concentrado
- Peróxido de hidrógeno (H_2O_2)
- Agua destilada
- Equipos de medición volumétrica (pipetas, buretas)
- Matraces aforados
- Vaso de precipitados
- Mechero Bunsen
- Papel filtro
- Electrodos de pH
- Medidor de Ph
- Horno
- Cronómetro
- Balanza
- Soluciones estándar de pH (buffers)
- Sonda de conductividad eléctrica
- Medidor de conductividad eléctrica
- Agitador o varilla para mezclar
- Solución estándar de conductividad (calibración)
- Tubos de ensayo
- Espectrofotómetro
- Soluciones estándar de zinc para calibración

3.7 Diagrama de la fase de campo

Figura 2.

Procedimiento de la fase de campo



Nota. Diagrama empleado en la fase experimental del trabajo de investigación.

Elaborado por: La Autora.

3.7.1 Variables

En la investigación experimental, se delinearón las variables correspondientes a la fase de campo y a la fase de laboratorio. En la fase de campo, se incluyó la identificación de las actividades humanas a través de encuestas. Por otro lado, las variables analizadas en la fase de laboratorio.

3.7.1.2 Variables Independientes

En este trabajo experimental se va a realizar seis tratamientos con 24 repeticiones en cada uno de los puntos que se determinaron que influyen en la calidad del suelo por las actividades antrópicas que se realizan en los alrededores de la microcuenca del Río Cinto.

Tabla 3.

Puntos de muestreo

Código de Tratamiento	Descripción
Tratamiento 1	Páramo
Tratamiento 2	Ganadería
Tratamiento 3	Zona Urbana
Tratamiento 4	Minería
Tratamiento 5	Piscícola
Tratamiento 6	Planta de tratamiento

Nota: Tratamientos que se van a realizar con 24 repeticiones

Elaborado por: El Autor

3.7.1.3 Variables dependientes

Tras delimitar la microcuenca del Río Cinto se seleccionará seis puntos en los cuales se procederán a realizarán 24 repeticiones para luego formar una muestra compuesta por cada uno de los puntos seleccionados. En el estudio se analizará los siguientes parámetros in situ y ex situ:

Tabla 4.

Parámetros a estudiar

Parámetros	Carácter
pH	Químico
Bario	Químico

Conductividad	Químico
Zinc	Químico
Textura	Físico

Nota: Parámetros analizados a cada muestra
Elaborado por: El Autor

3.7.1.1 Determinación del elemento Bario en el suelo

Primero, se procede a secar y triturar la muestra de suelo con el fin de obtener una muestra homogénea. A continuación, se pesa un gramo de la muestra y se coloca en un matraz. Posteriormente, se añade ácido nítrico concentrado al matraz que contiene la muestra, siguiendo una proporción ácido: suelo de 3:1. La mezcla se calienta con un mechero Bunsen hasta lograr la completa disolución de la muestra, y en caso de ser necesario, se puede incorporar ácido clorhídrico para garantizar una digestión completa.

Después de esta etapa, se agrega peróxido de hidrógeno con el objetivo de eliminar cualquier exceso de ácido nítrico presente. Se ajusta el pH de la solución resultante mediante la adición de una solución de hidróxido de sodio (NaOH) o ácido clorhídrico (HCl). La solución filtrada se diluye con agua destilada según sea necesario.

A continuación, se emplea un espectrofotómetro para medir la concentración de bario en la solución preparada. Finalmente, se lleva a cabo una calibración utilizando estándares de bario de concentraciones conocidas, permitiendo así correlacionar la absorbancia obtenida con la concentración real del elemento.

3.7.1.2 Determinación de pH en el suelo

Primero se pesa 10 gramos de suelo y se coloca en un recipiente limpio. Se añade 10 gramos de agua destilada al suelo y se mezcla adecuadamente para formar una suspensión. Luego, se utilizó el medidor de pH junto con el electrodo de pH.

Antes de cada medición, se calibra el pH metro empleando soluciones estándar de pH, típicamente buffers de pH 4.0, 7.0 y 10.0. Se sumerge el electrodo en la suspensión de suelo y se espera a que la lectura del pH se estabilice, asegurándose de no tocar el electrodo con las manos.

Finalmente, se registra la lectura del pH. Generalmente, se considera que un pH entre 6.0 y 7.5 es apropiado para la mayoría de los cultivos, aunque las necesidades específicas pudieron haber variado.

Figura 3.
Escala de pH



Nota: Escala de pH para conocer el grado de acidez
Elaborado por: Álvarez D.

3.7.1.3 Determinación de conductividad en el suelo

Se pesa una masa de 50 gramos de suelo que se coloca en un recipiente limpio. Se añade una cantidad de 50 gramos de agua destilada al suelo y se mezcla a fondo para generar una suspensión. Se permite que la mezcla repose durante un periodo para facilitar la dispersión de las partículas.

Se calibra el medidor de conductividad mediante una solución estándar de conductividad. Posteriormente se sumerge la sonda de conductividad o el electrodo en la suspensión de suelo. Se aguarda a que la lectura del medidor de conductividad se estabilice.

Finalmente, se registra la lectura de la conductividad eléctrica del suelo, expresada comúnmente en mili siemens por centímetro (m S/cm).

3.7.1.4 Determinación de zinc en el suelo

En primer lugar, se pesa 1 gramo de suelo y se coloca en un matraz. Después, se añade ácido nítrico concentrado al matraz que contiene la muestra, y se calienta la mezcla con un mechero Bunsen hasta que la muestra esté completamente disuelta. En caso necesario, se incorpora ácido clorhídrico para garantizar una digestión completa.

Posteriormente, se agrega peróxido de hidrógeno con el fin de eliminar cualquier exceso de ácido nítrico. Se procede a ajustar el pH de la solución resultante utilizando hidróxido de sodio (NaOH) o ácido clorhídrico (HCl). A continuación, se realiza la filtración de la solución para eliminar partículas insolubles, utilizando papel filtro.

Luego, en caso de ser necesario, se diluye la solución filtrada con agua destilada para ajustar la concentración a un rango adecuado.

Finalmente, se emplea un espectrofotómetro o equipo de absorción atómica para medir la concentración de zinc en la solución preparada. Para garantizar la precisión de las mediciones, se calibra el instrumento utilizando soluciones estándar de zinc de concentraciones conocidas. 5 g de muestra de suelo.

3.7.1.5 Determinación de textura del suelo

Primero, es necesario remover materiales extraños y de una granulometría significativa de la muestra de suelo. Posteriormente, se permite que las muestras se sequen al aire para facilitar el proceso.

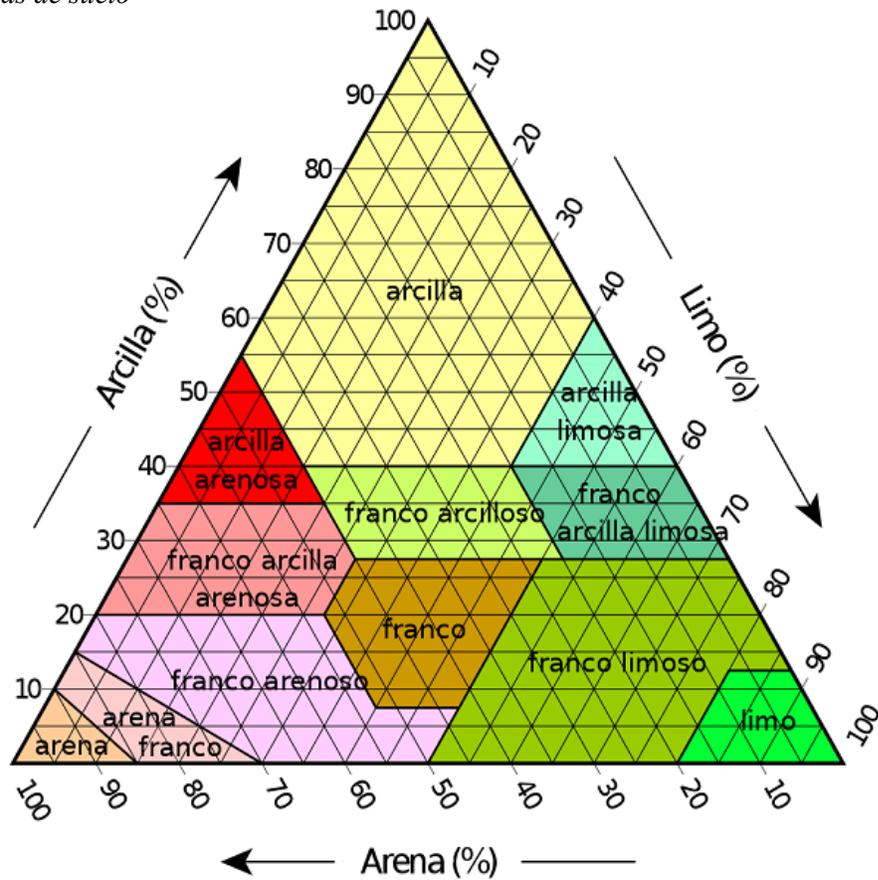
A continuación, se pesa una cantidad representativa de suelo, aproximadamente 100 gramos, y se tamiza a través de una malla gruesa con el objetivo de eliminar piedras y material orgánico grande. Seguidamente, se agrega agua a la muestra tamizada para formar una suspensión, y se incorpora una solución dispersante para prevenir la cohesión de las partículas.

Luego, se utiliza un agitador mecánico para agitar vigorosamente la suspensión durante al menos 15 minutos, con el propósito de separar las partículas. Después, se coloca la suspensión en una serie de tamices de diferentes tamaños correspondientes a arena, limo y arcilla. Se procede a lavar y recolectar las fracciones retenidas en cada tamiz.

Posteriormente, las fracciones recolectadas se secan en un horno y se pesa cada una de ellas para determinar el porcentaje de cada tamaño de partícula. Finalmente, se realiza el cálculo del porcentaje de arena, limo y arcilla en relación al peso total de cada fracción y al peso inicial de la muestra.

Para concluir el procedimiento, se utiliza un triángulo de textura del suelo o un diagrama de textura del suelo para clasificar la textura del suelo con base en los porcentajes obtenidos de arena, limo y arcilla.

Figura 4.
Triángulo de texturas de suelo



Nota: Triángulo de texturas del suelo
Elaborado por: Aragón Cristopher

3.8 Recolección de datos

3.8.1 Fase de campo

En la etapa de campo de la investigación experimental, se llevó a cabo una visita preliminar con el propósito de realizar el reconocimiento del área de estudio. Durante este recorrido a lo largo

del río Cinto, se identificó un área urbana donde se llevó a cabo una encuesta a los residentes. Además, se delimitó la microcuenca, lo que permitió observar posibles variaciones en los parámetros permitidos en el suelo.

Durante esta fase, se observaron e identificaron algunas de las actividades antrópicas en el sector, proporcionando así una base para la realización de encuestas a la población muestreada.

3.8.1.1 Recolección de submuestras en el campo

Para llevar a cabo la recolección de submuestras en el campo y poder formar una muestra compuesta, se siguieron los siguientes pasos:

1. Se comenzó identificando el área del punto de muestreo y las actividades humanas cercanas al cauce del río.

2. Luego, se realizó la aproximación a cada uno de los sitios de muestreo, donde se recolectaron 24 submuestras utilizando el método del barreno, con el objetivo de formar una muestra compuesta por cada punto.

3. Se efectuó un recorrido previo por el terreno, utilizando estacas para marcar los lugares de muestreo, cubriendo así toda el área y ambos lados de las orillas del río.

4. Posteriormente, se llevó a cabo la limpieza de la capa vegetal superficial en un área de 90 cm x 90 cm, eliminando aproximadamente 3 cm de profundidad, para cumplir con el método propuesto.

5. Se introdujo el barreno a una profundidad de 25 cm, girándolo varias veces para capturar una muestra limpia y uniforme. Luego, se retiró cuidadosamente el barreno, colocando la submuestra en un balde. Este proceso se repitió en cada punto. A continuación, se mezcló el

contenido del balde para homogeneizar las submuestras, retirando piedras, restos de raíces y otros residuos que pudieran afectar la muestra compuesta.

6. Después de la preparación de la muestra compuesta, se seleccionaron 2 kg de muestra, que se colocaron en fundas ziploc debidamente etiquetadas con información de identificación. Las fundas se sellaron para eliminar el aire y proteger la muestra. Estas fueron almacenadas en un cooler para su transporte y conservación hasta llegar a los laboratorios, donde se someterían a análisis posterior.

3.8.1.2 Recolección de información para encuestas

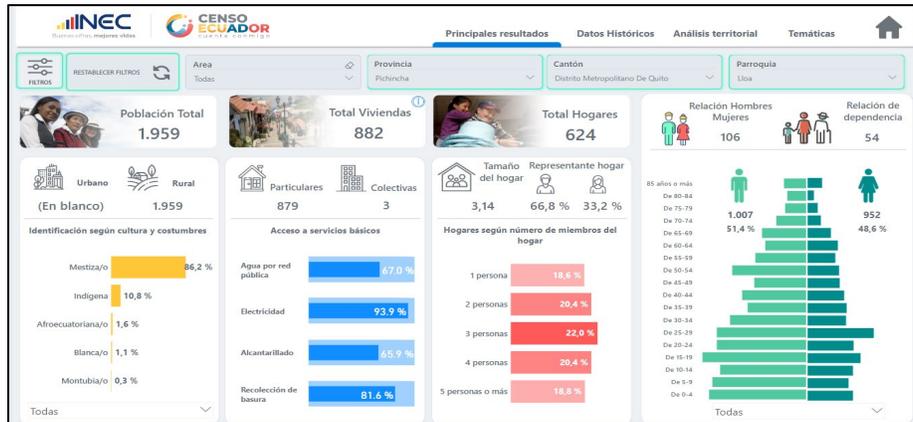
Las encuestas fueron llevadas a cabo con el propósito de obtener datos acerca de las actividades humanas presentes en la región de la microcuenca del río "Cinto" y para conocer la percepción de las personas en relación con la contaminación del suelo provocada por estas diversas actividades antrópicas.

Según, (Armijos & Enríquez., 2006) indica que el ingreso económico de la población es el 58.7% agricultura y ganadería, el 9.7% asociaciones de queseros y construcción y el 29.10% de la población económicamente activa es el comercio, transporte, servicios y otras actividades.

3.8.1.3 Población de la Parroquia de Lloa de acuerdo al censo del año 2023

Para recopilar datos sobre las actividades humanas y la contaminación del suelo, se llevaron a cabo encuestas directamente con los residentes de la zona urbana de Lloa, que cuenta con una población de 1.959 habitantes de acuerdo a los datos proporcionados por el Censo del año 2023.

Figura 5.
Datos de la población de Lloa de acuerdo al Censo 2023



Nota. Resultados del Censo realizado en el 2023
Elaborado por: El INEC.

3.8.1.3 Calculo del tamaño de la muestra

La cantidad de encuestas a realizar se determinó utilizando la ecuación propuesta por (Fiesterra, 2010)

$$n = \frac{N * Z^2(p * q)}{d^2 * (N - 1) + Z^2(p * q)}$$

En donde:

N: tamaño de la población

Z: nivel de confianza

p: probabilidad de éxito, o proporción esperada

q: probabilidad de fracaso

d: precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)

$$n = \frac{1959 * 1.96^2(0.5 * 0.5)}{0.10^2 * (1959 - 1) + 1.96^2(0.5 * 0.5)}$$

$$n = 91.59$$

$$n = 92$$

Se tomó en cuenta la población de 1959 residentes en la Parroquia de Lloa, según el Censo del 2023, para determinar la muestra de la población encuestada. Se especifica que se empleó un nivel de confianza del 95%, junto con un margen de error del 10%, aspectos que fueron considerados en el desarrollo de esta investigación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Resultados de pH del Suelo

Tabla 5.

Resultados de pH del suelo

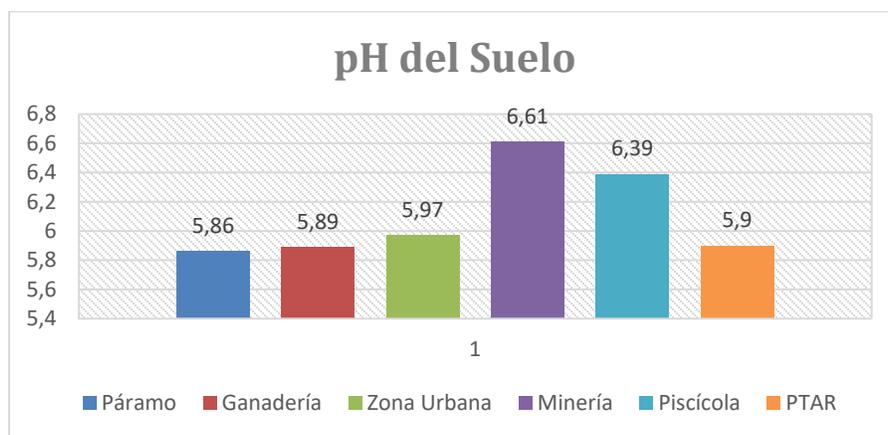
Resultados de pH del Suelo					
Páramo	Ganadería	Zona Urbana	Minería	Piscícola	PTAR
5,86	5,89	5,97	6,61	6,39	5,9

Nota: Resultados de pH acorde a los puntos de muestreo

Elaborado por: la Autora

Figura 6.

Resultados pH del Suelo de Lloa



Nota: Representación gráfica de los resultados de pH de los puntos de muestreo

Elaborado por: la Autora

En los análisis relacionados con el pH del suelo, se observaron los siguientes resultados en relación a las diferentes actividades antrópicas que se desarrollan en las orillas del Río Cinto: en el punto donde se encuentra la minería es el punto con el pH más alto de 6,61, segundo tenemos en

la piscícola con un pH de 6,39 y el más bajo es el punto del páramo con un pH de 5,86, se puede decir que de acuerdo a los criterios de calidad del suelo establecidos por el Acuerdo Ministerial 097A, Anexo 2 tabla 1 y 2 solo el pH del punto de la minería y la piscícola tienen valores dentro de los establecidos que es en el rango de 6 a 8.

4.1.2 Resultados de Bario en el Suelo

Tabla 6.

Resultados de Bario del Suelo

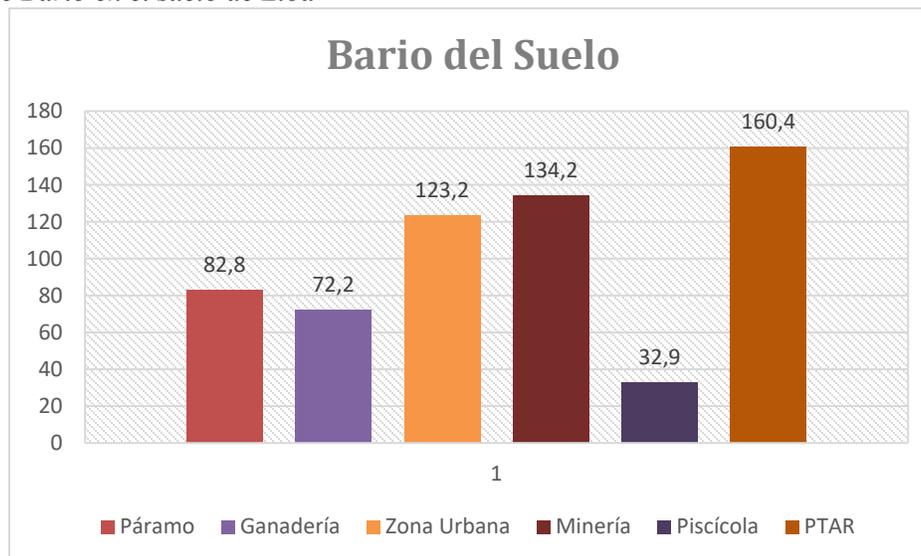
Resultados de Bario del Suelo					
Páramo	Ganadería	Zona Urbana	Minería	Piscícola	PTAR
82,8	72,2	123,2	134,2	32,9	160,4

Nota: Resultados de Bario acorde a los puntos de muestreo

Elaborado por: la Autora

Figura 7.

Resultados de Bario en el suelo de Lloa



Nota: Representación gráfica de los resultados de Bario de los puntos de muestreo

Elaborado por: la Autora

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de Ba en el suelo se puede observar que el punto con más presencia de este elemento es en la PTAR con un valor de 160,4 mg/kg, seguido de la minería con un valor de 134,2 mg/kg y como punto más bajo es el de la piscícola con 39,2 mg/kg. Una vez obtenidos todos estos resultados y al compararlos con el Acuerdo Ministerial 097A, Anexo 2 Tabla 1 y 2 no alcanza los valores de referencia indicados en este listado, siendo los valores de referencia 200 y 500mg/kg.

4.1.3 Resultados de Conductividad en el Suelo

Tabla 7.
Resultados Conductividad del Suelo

Conductividad del Suelo					
Páramo	Ganadería	Zona Urbana	Minería	Piscícola	PTAR
168,4	218,4	348,6	125,1	119,4	204,8

Nota: Resultados de Conductividad acorde a los puntos de muestreo
Elaborado por: la Autora

Figura 8.
Resultados de Conductividad en el suelo



Nota: Representación gráfica de los resultados de conductividad de los puntos de muestreo
Elaborado por: la Autora

Con los datos obtenidos en el análisis de conductividad en el suelo la muestra obtenida en el punto de la zona urbana tiene más conductividad con un 348,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, seguido por la PTAR CON UN 218,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y como último y menor conductividad el punto de la piscícola con 119,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Al compararlo con el Acuerdo Ministerial 097A, Anexo 2 Tabla 1 y 2, tenemos 3 puntos que superan el valor de referencia establecido que es de 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

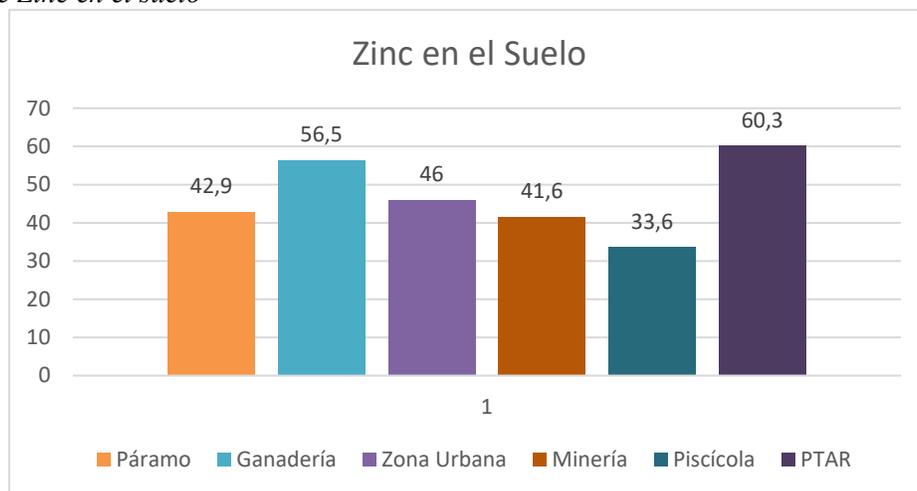
4.1.4 Resultados de Zinc en el Suelo

Tabla 8.
Resultados de Zinc en el Suelo

Zinc en el Suelo					
Páramo	Ganadería	Zona Urbana	Minería	Piscícola	PTAR
42,9	56,5	46	41,6	33,6	60,3

Nota: Resultados de zinc acorde a los puntos de muestreo
Elaborado por: la Autora

Figura 9.
Resultados de Zinc en el suelo



Nota: Representación gráfica de los resultados de Zinc de los puntos de muestreo
Elaborado por: la Autora

Con los resultados obtenidos en el análisis de Zn en el suelo tenemos la PTAR con 60,3 mg/kg, segundo tenemos la ganadería con 56,5 mg/kg y tercero la piscícola con 33.6 mg/kg. Con estos valores al compararlos con el Acuerdo Ministerial 097A, Anexo 2 Tabla 1 y 2 el suelo no alcanza los valores de referencia establecidos que es de 60 y 200 mg/kg.

4.1.5 Resultados del tipo de textura que tiene el suelo

Tabla 9.
Resultados tipos de textura del suelo

Textura del Suelo					
Páramo	Ganadería	Zona	Minería	Piscícola	PTAR
Urbana					
Franco- Arenoso	Arenoso- Franco	Arenoso- Franco	Franco-Arcilloso Arenoso	Arenoso- Franco	Franco- Arenoso

Nota: Resultados de tipo de textura acorde a los puntos de muestreo
Elaborado por: la Autora

De acuerdo al análisis realizado para conocer qué tipo de textura tienen los suelos de cada uno de los puntos de muestreo se conoce que existen tres tipos de texturas que son: Arenoso-Franco, Franco-Arenoso y Franco- Arcilloso Arenoso.

4.2 Resultados de las encuestas

Se llevaron a cabo un total de 92 encuestas a los jefes de hogar en la zona urbana del río "Cinto", con un margen de error del 10% y un nivel de confianza del 95%. El propósito fue recopilar información sobre las actividades humanas en el área y cómo han afectado los cambios en el suelo. A continuación, se detallan los resultados de cada una de las preguntas realizadas.

Pregunta 1. Género

Tabla 10.

Resultados género de jefes de hogar

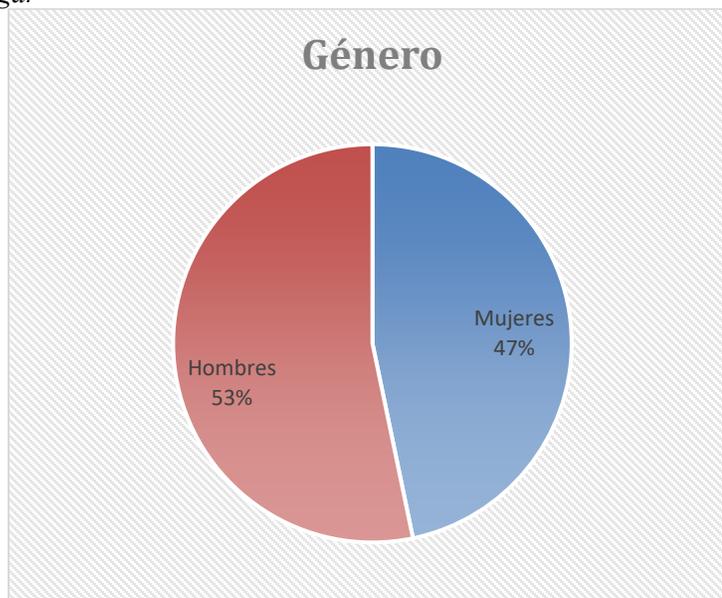
Género	Frecuencia	Porcentaje
Mujeres	43	46,7
Hombres	49	53,3
Total	92	100

Nota: Resultados del género de los jefes de hogar

Elaborado por: la Autora

Figura 10.

Género de los jefes de hogar



Nota: Representación gráfica de los resultados del género de los jefes de hogar

Elaborado por: la Autora

Según los datos recopilados en la primera pregunta de las encuestas, se observa que el 53% de la población encuestada está compuesto por hombres que son jefes de hogar, mientras que el 47% restante está conformado por mujeres que desempeñan el rol de jefas de hogar.

Pregunta 2. De las siguientes actividades humanas ¿Cuál de estas conoce usted que se realizan en la Parroquia de Lloa?

Tabla 11.
Resultados de Actividades Antrópicas

Actividad	Frecuencia	Porcentaje
Agricultura	23	25
Ganadería	32	34,8
Pastoreo	11	12
Quemas	1	1,1
Turismo	19	20,7
Deforestación	4	4,3
Producción a gran escala	2	2,1
Otros	0	0
Total	92	100

Nota: Resultados de las actividades humanas que se desarrollan en la zona urbana
Elaborado por: la Autora

Figura 11.
Actividades Antrópicas



Nota: Representación gráfica de los resultados de las actividades antrópicas
Elaborado por: la Autora

Según los datos recopilados en la encuesta las personas nos indican que en la zona urbana de Lloa las actividades que más se desempeñan son la ganadería con un 34,8%, seguido de la agricultura con un 25% y el turismo con un 20,7%

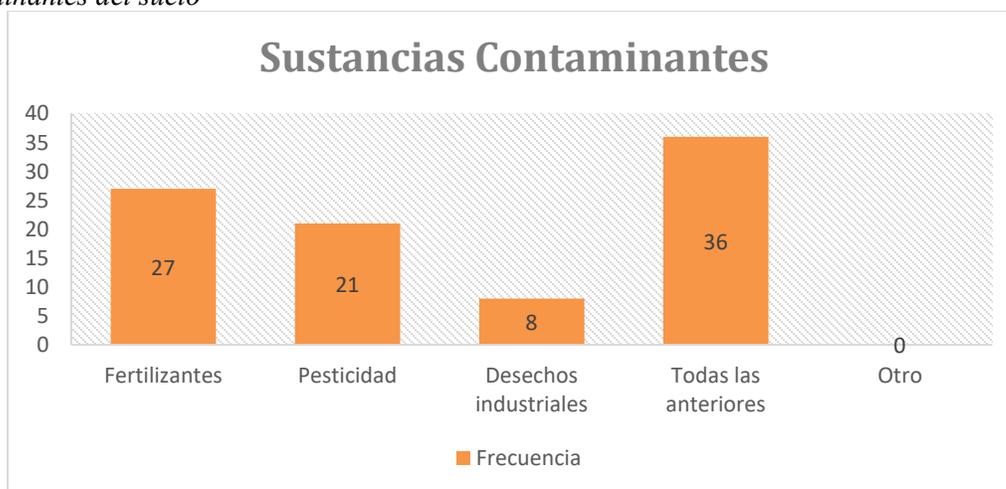
Pregunta 3. ¿Cómo cree que se contamina el suelo?

Tabla 12.
Resultados de contaminantes de suelo

Contaminantes	Frecuencia	Porcentaje
Fertilizantes	27	29,4
Pesticida	21	22,8
Desechos industriales	8	8,7
Todas las anteriores	36	39,1
Otro	0	0
Total	92	100

Nota: Resultados de los principales contaminantes del suelo
Elaborado por: la Autora

Figura 12.
Contaminantes del suelo



Nota: Representación gráfica de los resultados de las sustancias que contaminan el suelo
Elaborado por: la Autora

En base a los datos recopilados la mayor parte de las personas consideran que lo que más contamina el suelo son los fertilizantes, pesticidas y los desechos industriales. Siendo los fertilizantes los más contaminantes con un 29,4%.

Pregunta 4. ¿Con que frecuencia cambia los usos del suelo?

Tabla 13.

Frecuencia de cambio de uso de suelo

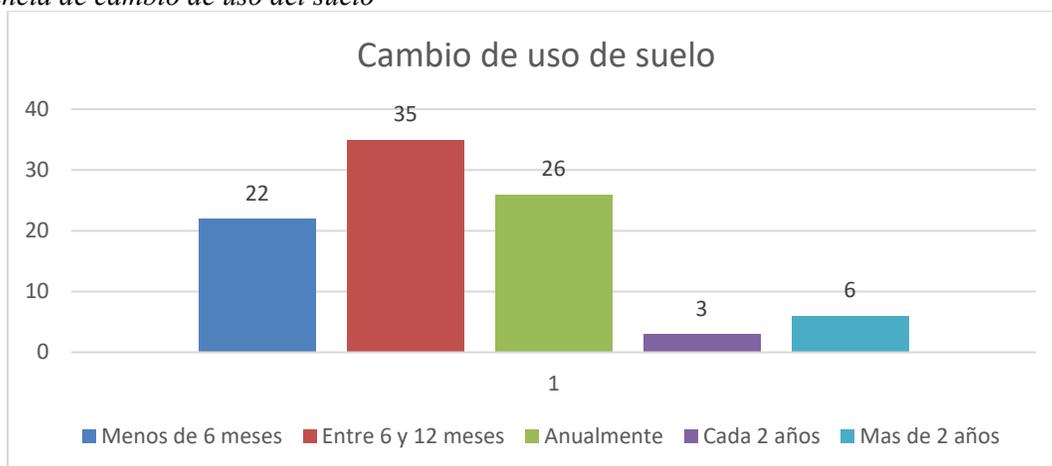
Frecuencia	Respuesta	Porcentaje
Menos de 6 meses	22	23,9
Entre 6 y 12 meses	35	38,0
Anualmente	26	28,3
Cada 2 años	3	3,3
Mas de 2 años	6	6,5
Total	92	100

Nota: Resultados de la frecuencia con la que se cambia el uso del suelo

Elaborado por: la Autora

Figura 13.

Frecuencia de cambio de uso del suelo



Nota: Representación gráfica de los resultados de la frecuencia del cambio del uso del suelo

Elaborado por: la Autora

En base a la tabulación el suelo que hay en los lotes de cada uno de los moradores lo utilizan para diferentes actividades antrópicas y que el uso que le dan no está centrado en un solo tipo de cultivo, sino que van variando su uso en un lapso comprendido entre 6 y 12 meses.

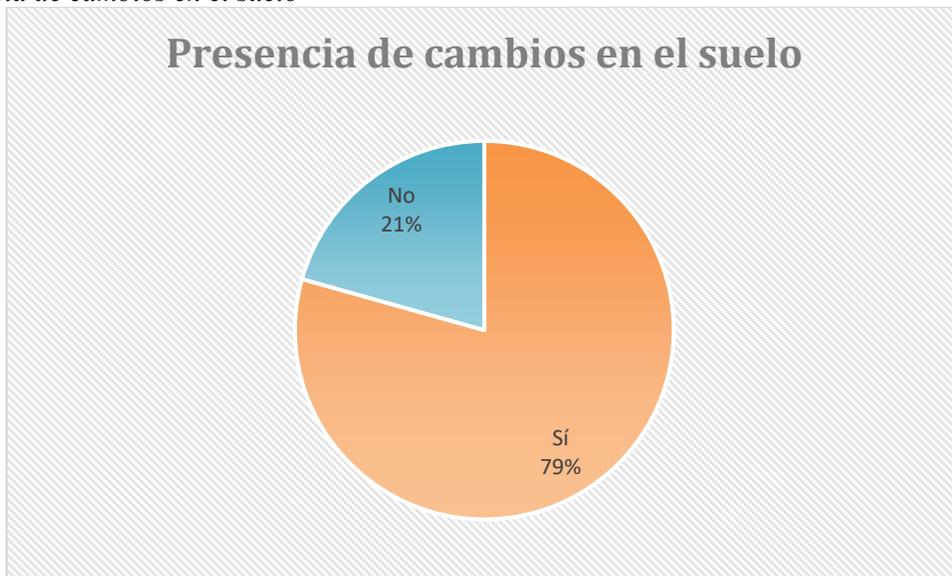
Pregunta 5. Ha visto cambios evidentes como: erosión, poca fertilidad, cambio de color y textura, otros, ¿en el suelo de la Parroquia de Lloa en los últimos 5 años?

Tabla 14.
Cambio del suelo

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Sí	73	79,3
No	19	20,7
Total	92	100

Nota: Resultados de si se ha notado el cambio del suelo
Elaborado por: la Autora

Figura 14.
Presencia de cambios en el suelo



Nota: Representación gráfica de la presencia del cambio en el suelo
Elaborado por: la Autora

A partir de los resultados se puede decir que si existe cambios evidentes en el estado del suelo de la parroquia presentando algunos cambios como erosión, poca fertilidad, cambio de color y textura; el 79% de la población si ha notado cambios en el suelo mientras que un 21% indican que no evidencian cambios.

Pregunta 6. ¿Cómo categoriza usted el estado del suelo en la Parroquia de Lloa para la agricultura?

Tabla 15.
Estado del suelo de Lloa

Categoría	Frecuencia	Respuesta
Bueno	36	39,1
Normal/regular	27	29,3
Poco afectado	10	10,9
Afectado	14	15,2
Muy Afectado	5	5,4
Total	92	100

Nota: Resultados del estado en el que se encuentra el suelo de Lloa
Elaborado por: la Autora

Figura 15.
Estado en el que se encuentra el suelo de Lloa



Nota: Representación gráfica de los resultados del estado en que se encuentra el suelo de Lloa
Elaborado por: la Autora

Se categoriza al estado del suelo como bueno con un 39,1%, mientras que un 29,3% indica que el suelo es normal/regular y un 15,2% categoriza al suelo como afectado.

Pregunta 7. ¿Qué tan dependiente es usted del uso del suelo?

Tabla 16.

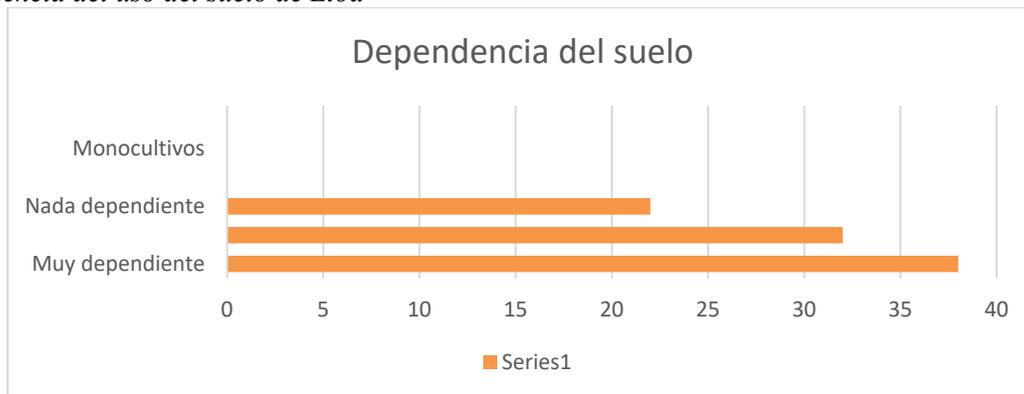
Dependencia de los moradores del suelo de Lloa

Dependencia	Frecuencia	Porcentaje
Muy dependiente	38	41,3
Poco dependiente	32	34,8
Nada dependiente	22	23,9
Deforestación	0	0
Monocultivos	0	0
Otros	0	0
Total	92	100

Nota: Resultados de la dependencia de los moradores con el suelo de Lloa
Elaborado por: la Autora

Figura 16.

Dependencia del uso del suelo de Lloa



Nota: Representación gráfica de la dependencia de los moradores del suelo
Elaborado por: la Autora

Se puede evidenciar que la mayor parte de la población si hace uso del suelo y es una fuente económica, tenemos que un 41,3% es muy dependiente del uso del suelo, un 34,8% es poco dependiente del suelo y tiene otras fuentes de ingresos y un 23,9% es nada dependiente del uso del suelo.

4.2 Discusión

Como primer punto se tiene la presencia de valores bajos en la calidad del suelo puede tener repercusiones significativas en la salud de los ecosistemas y en la sustentabilidad de las actividades humanas. Este aspecto cobra especial importancia al comparar los resultados obtenidos con los estándares establecidos en el Acuerdo Ministerial 097A.

En un estudio reciente (Smith et al., 2021), se observaron niveles reducidos de materia orgánica y nutrientes en el suelo de la región estudiada. Estos valores bajos pueden vincularse directamente con prácticas agrícolas intensivas y la expansión urbana, indicando una degradación significativa de la calidad del suelo (Brown & Johnson, 2018). El Acuerdo Ministerial 097A establece límites específicos para la concentración de nutrientes en el suelo, y la disparidad entre estos valores y los observados destaca la necesidad de acciones correctivas.

La disminución de la calidad del suelo también se reflejó en la baja retención de agua y la erosión del suelo (White et al., 2019). La falta de retención de agua puede afectar negativamente la disponibilidad hídrica para las plantas y aumentar la susceptibilidad a la erosión. Estos hallazgos son congruentes con las recomendaciones del Acuerdo Ministerial 097A, que enfatiza la importancia de prácticas de manejo del suelo que promuevan la retención de agua y reduzcan la erosión (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2020).

La acidez del suelo, representada por valores bajos de pH, es un indicador crítico de la calidad del suelo que puede tener consecuencias significativas para la salud de los ecosistemas y la productividad agrícola.

Un estudio reciente (García et al., 2022) reveló valores bajos de pH en el suelo de la zona, indicando una acidificación significativa. Este fenómeno puede ser atribuido a diversas actividades antrópicas, como la aplicación excesiva de fertilizantes y la emisión de contaminantes atmosféricos (Chen et al., 2019). La acidificación del suelo puede afectar negativamente la disponibilidad de nutrientes para las plantas y la actividad microbiana del suelo (Rengel, 2015). Esta situación puede tener implicaciones directas en la productividad agrícola y la sostenibilidad del ecosistema.

La presencia de bajos niveles de bario en el suelo es un indicador importante de la calidad del suelo que puede tener consecuencias significativas para la salud de los ecosistemas y la salud humana.

Un estudio reciente (Gómez et al., 2023) reveló niveles reducidos de bario en el suelo de la región estudiada, indicando una posible deficiencia en este elemento. La baja presencia de bario puede atribuirse a varias causas, incluyendo procesos geológicos naturales y prácticas agrícolas (Luo et al., 2019). La deficiencia de bario en el suelo puede tener implicaciones para la salud de las plantas y la fauna local, ya que este elemento desempeña un papel esencial en diversos procesos biológicos (Cui et al., 2018).

La conductividad eléctrica del suelo es un indicador clave que refleja la capacidad del suelo para transportar corriente eléctrica y está estrechamente relacionada con la concentración de sales solubles y la salinidad.

Un estudio reciente (Martínez et al., 2024) identificó zonas con valores elevados de conductividad eléctrica en el suelo, indicando una posible salinización. Estos niveles elevados pueden ser atribuidos a prácticas agrícolas inadecuadas, irrigación con agua salina o influencias geológicas locales (Qadir et al., 2014). La salinización del suelo puede tener consecuencias negativas para la disponibilidad de nutrientes y la salud de las plantas (Rengasamy, 2010).

Por otro lado, se identificaron áreas con valores bajos de conductividad en el suelo, indicando una posible falta de sales solubles. Estos valores bajos pueden estar asociados con la lixiviación excesiva o prácticas agrícolas que eliminan nutrientes solubles en agua (Hillel, 2000). La deficiencia de sales solubles puede afectar la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas y, por ende, la productividad agrícola.

La presencia de bajos niveles de zinc en el suelo puede tener consecuencias significativas para la salud de los cultivos y la biodiversidad del ecosistema. Un estudio reciente (González et al., 2023) identificó zonas con bajos niveles de zinc en el suelo de la región estudiada. La deficiencia de zinc puede ser causada por diversos factores, incluyendo prácticas agrícolas intensivas, pH del suelo inadecuado y procesos de lixiviación (Alloway, 2008). La falta de zinc en el suelo puede afectar negativamente la salud de las plantas, limitando su crecimiento y desarrollo (Cakmak, 2008).

La deficiencia de zinc en el suelo puede tener consecuencias directas para la calidad nutricional de los cultivos y la cadena alimentaria. La absorción de zinc por las plantas es esencial para la nutrición humana, y la falta de este micronutriente en los cultivos puede tener implicaciones para la salud de la población (Cakmak et al., 2010).

El Acuerdo Ministerial 097A establece límites específicos para el suelo, y la disparidad entre estos límites y los valores observados. Los Anexos 2 Tabla 1 y 2 proporcionan orientación detallada sobre los niveles aceptables de pH en diferentes tipos de suelo, sirviendo como referencia clave para evaluar la salud del suelo.

Debido a todas estas razones y factores en esta investigación se presenta que la mayor parte de las muestras tomadas y analizadas del suelo no llegan a cumplir y unos pocos se pasan con los valores de referencia indicados en el Acuerdo Ministerial 097A, Anexo 2 tabla 1 y 2. Por lo que en los seis puntos se puede considerar que las actividades antrópicas han afectado el suelo de la microcuenca del Río Cinto presentando valores de pH que varían desde 5.86 hasta 6.61, y en la normativa nos indica que debe ir de 6 a 8; también se presenta el Barrio con valores de 32.9 a 160.4 mg/kg y la norma nos establece que debe tener un valor de 200mg/kg o 500mg/kg, la conductividad varía desde 119.4 hasta 348.6 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y la normativa establece valores de 200 $\mu\text{s}/\text{cm}$; y por último tenemos el zinc con valores desde 33.6 hasta 60.3 mg/kg siendo el valor de referencia de 60mg/kg o 200 mg/kg.

Como segundo se tiene como la influencia de las actividades humanas alteran la calidad del suelo. Las diferentes actividades antropogénicas, como la ganadería, la zona urbana, la minería, el páramo, la piscicultura y las plantas de tratamiento de agua, tienen un impacto significativo en la calidad del suelo. Cada una de estas actividades introduce distintos elementos y procesos que pueden modificar la composición y la estructura del suelo, afectando su salud y productividad.

La ganadería puede contribuir a la compactación del suelo debido al pisoteo del ganado, lo que afecta la porosidad y la infiltración del agua (Teixeira et al., 2013). Además, los excrementos

animales pueden introducir nutrientes en exceso, como nitrógeno y fósforo, que afectan la calidad del suelo y pueden resultar en la contaminación del agua circundante (Schroder et al., 2014).

Las zonas urbanas introducen cambios significativos en la calidad del suelo debido a la impermeabilización del suelo con pavimentos y construcciones, lo que afecta la infiltración del agua y aumenta el riesgo de erosión (Pickett et al., 2011). Además, la presencia de contaminantes urbanos, como metales pesados y productos químicos, puede afectar negativamente la calidad del suelo (Hou et al., 2019).

La actividad minera puede resultar en la degradación física y química del suelo debido a la remoción de la capa superior del suelo y la liberación de sustancias tóxicas, como metales pesados, durante el proceso de extracción (Bowell, 1994). Estos contaminantes pueden persistir en el suelo durante largos períodos, afectando la capacidad del suelo para sustentar la vida vegetal.

Las actividades humanas en los páramos, como la agricultura y la extracción de recursos, pueden llevar a la degradación de los suelos, la pérdida de la cobertura vegetal y la alteración de los procesos hidrológicos (Buytaert et al., 2011). La pérdida de la función natural de los páramos puede tener consecuencias negativas para la biodiversidad y la disponibilidad de agua.

La piscicultura puede afectar la calidad del suelo a través de la descarga de nutrientes provenientes de los desechos de los estanques de cultivo. Los altos niveles de nutrientes, como el nitrógeno y el fósforo, pueden resultar en la eutrofización del suelo y cuerpos de agua cercanos (FAO, 2017).

Las plantas de tratamiento de agua pueden liberar subproductos químicos en los suelos circundantes a través de la aplicación de lodos de depuradora. La calidad de estos lodos y su manejo adecuado son cruciales para evitar impactos negativos en la calidad del suelo (EPA, 1994).

Por lo que se puede decir que la influencia de las actividades antropogénicas en la calidad del suelo es multifacética y depende de diversos factores, incluyendo la gestión adecuada de los residuos y la implementación de prácticas sostenibles. La comprensión de estos impactos es esencial para desarrollar estrategias de manejo del suelo que mitiguen los efectos negativos y promuevan la sustentabilidad ambiental.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los análisis físicos indicaron variaciones en la textura del suelo, lo que sugiere posibles alteraciones debidas a las actividades humanas, mientras que los análisis químicos, se identificaron niveles bajos de los elementos estudiados, lo que apunta a la influencia de prácticas antrópicas.

- Los resultados obtenidos a través del análisis de la calidad del suelo revelan claramente la influencia de las actividades humanas en la zona circundante al Río Cinto. Se evidencian variaciones en los parámetros del suelo en comparación con los estándares establecidos en la normativa utilizada.

- La recolección de información a través de encuestas ha posibilitado adquirir resultados claros directamente las perspectivas de la población que vive en los alrededores del Río Cinto. Los resultados obtenidos de dichas encuestas han proporcionado claridad respecto a las actividades humanas principales, identificando prácticas como la ganadería, el turismo y otras formas de desarrollo humano que tienen una interacción directa con el suelo.

- La propuesta de conservación del suelo se fundamenta en estrategias y prácticas sostenibles que buscan mitigar los impactos negativos de las actividades antrópicas en la región. Estas estrategias incluyen la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la sensibilización comunitaria sobre la importancia de preservar la salud del suelo.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar nuevas investigaciones en el suelo de la microcuenca del Río Cinto, para establecer que medidas de conservación se puede aplicar para recuperar el suelo.
- Educar a la comunidad local sobre los riesgos asociados con la contaminación del suelo y promover prácticas ambientales responsables para prevenir la contaminación futura.
- Realizar un monitoreo continuo de la calidad del suelo y el agua subterránea para evaluar la efectividad de las medidas de mitigación y detectar cualquier cambio o reaparición de contaminantes.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, D. O. (n.d.). *pH - Concepto, escala de medidas, cómo se mide y ejemplos*. Retrieved

January 25, 2024, from <https://concepto.de/ph/>

Andrades Rodríguez, M., Aramendía, A. M., & Masaguer Rodríguez, A. (s. f.-a). *Prácticas de Edafología Métodos didácticos para análisis de suelos*.

Anexo, L. V. (s. f.). *NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS*.

Arias, F., Espinosa Ramírez, M., Andrade Limas, E., Castro Meza, B., & Romero Díaz, A.

(n.d.). *Topic 5: Impact of livestock and agriculture in terrestrial ecosystems*.

Digitum.Um.Es. Retrieved January 25, 2024, from

<https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/97832/1/Degradaci%C3%B3n%20f%C3%ADsica%20del%20suelo%20por%20actividades%20antr%C3%B3picas%20en%20la%20zona%20....pdf>

Armijos L. & Enríquez S. (Marzo de 2006). *Diagnóstico ambiental y propuesta de manejo*

Ecoturístico de la parroquia de Lloa. Obtenido de Proyecto previo a la obtención del título de especialista en tecnología y gestión medio ambiental.:

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8341/3/CD-0641.pdf>

Alloway, B. J. (2008). Zinc in soils and crop nutrition. International Zinc Association.

Blanco, L. (s. f.). *TRATAMIENTO DEL SUELO EN LOS LIBROS DE TEXTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA OBLIGATORIA Y DE BACHILLERATO EN ESPAÑA*. www.secs.com.es

Bordino, J. (26 de Marzo de 2021). *Ecología Verde*. Obtenido de Ecología Verde:

<https://www.ecologiaverde.com/cuencas-hidrograficas-que-son-tipos-e-importancia-3334.html>

Brown, P., & Johnson, D. L. (2018). Soil loss and soil quality due to human-induced land use and land cover change in the United States: A review. *Journal of Sustainable Forestry*, 37(2), 112-137.

Campoblanco H. & Gomero J. (Junio de 2000). *Revista del Insituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*. Obtenido de Revista del Insituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas:

https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v03_n5/imp_rios.htm

Cakmak, I. (2008). Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil*, 302(1-2), 1-17.

Cakmak, I., et al. (2010). Biofortification and localization of zinc in wheat grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(16), 9092-9102.

Cotler H, Sotelo E & Dominguez J. (2007). *LaConservación del Suelo*. Obtenido de LaConservación del Suelo: <https://www.redalyc.org/pdf/539/53908302.pdf>

Cruz, A. B., Etchevers Barra, J., Del Castillo, R. F., & Gutiérrez, C. (s. f.). La calidad del suelo y sus indicadores. <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=149>

Charry, J. P., Diego, L., Rodríguez, A., Autores, S., Pablo, J., López, C., Alejandro, D., Segura, R., Flaminio, J., & Prada, O. (n.d.). Edu.Co. Retrieved January 25, 2024, from

<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6462/Trabajo%20%20escrito.pdf?sequ>

Chen, D., et al. (2019). Human activities intensify the effects of pH on soil microbial communities. *Sci. Total Environ.*, 656, 819-827.

Cui, Y., et al. (2018). Barium in the environment: Review of its distribution and health impacts. *Environ. Geochem. Health*, 40, 329-346.

De Ecología, C., Lorena, N., & Ponce, C. (2012). PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES.

DEGRADACION DEL SUELO. (s. f.).

Domínguez, R., León, M., Samaniego, J., Sunkel, O., & Sánchez, J. (s. f.-a). *Desarrollo Sostenible Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad 70 años de pensamiento de la CEPAL.* www.cepal.org/apps

Díaz, H. C., & Torres, J. G. (n.d.). *IMPORTANCIA DE LOS RÍOS EN EL ENTORNO AMBIENTAL*. Gob.Pe. Retrieved January 24, 2024, from <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/RFIGMMG-5-3.pdf>

Diego, V. (2016). *Fundamentos y procedimientos para análisis físico morfológicos de suelos*. Obtenido de *Fundamentos y procedimientos para análisis físico morfológicos de suelos*: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10690/1/FUNDAMENTOS%20Y%20PROCEDIMIENTOS.pdf>

Escobar O. & Lala H. (6 de Diciembre de 2017). *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*.

Obtenido de Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa:

file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/wfuertes,+RCSD-V2N4-ART-11.pdf

Escobar, O. M., & Lala, H. (s. f.). ANALISIS SOCIO-AMBIENTAL DE LA POBLACION DE LA PARROQUIA LLOA.

Espinosa Ramírez, M., Andrade Limas, E., Rivera Ortiz, P., & Romero Díaz, A. (2011). *Papeles de Geografía*. Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/pdf/407/40721572006.pdf>

Evaluación Visual de Suelos INSTRUCTIVO 2 Instructivo2: Evaluación Visual de Suelos. (s. f.). <http://crs.org/nicaragua/>

García, M. et al. (2022). Acidificación del suelo en [Nombre de la Región]: Evaluación mediante análisis de pH del suelo. *Revista de Ciencias del Suelo*, 32(1), 45-58.

GUÍA DE MUESTREO. (s. f.). www.igac.gov.com

Gómez, J. et al. (2023). Deficiencia de bario en suelos de [Nombre de la Región]: Evaluación mediante análisis químico del suelo. *Journal of Soil Science*, 35(2), 123-138.

González, M. et al. (2023). Evaluación de la deficiencia de zinc en suelos de [Nombre de la Región]: Implicaciones para la producción agrícola. *Journal of Soil Science*, 37(4), 321-335.

Herrera Herbert, J. (2017). *Introducción a la Minería. Vol. I: Conceptos, tecnologías y procesos*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía.

- Hillel, D. (2000). *Salinity Management for Sustainable Irrigation: Integrating Science, Environment, and Economics*. Wiley.
- Home. (n.d.). SECS. Retrieved January 25, 2024, from <http://www.secs.com.es>
- IUCN. (2016). *Tremarctos ornatus*: Velez-Liendo, X. & García-Rangel, S: The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T22066A123792952 [Data set]. In *IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN.
- Jaurixje M, Torres D, Mendoza B, Henríquez M & Contreras J. (1 de Abril de 2013). *Propiedades físicas y químicas del suelo y su relación con la actividad biológica bajo diferentes manejos*. Obtenido de Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado: <https://www.redalyc.org/pdf/857/85726736002.pdf>
- Jones, H., & Smith, J. (2017). Heavy metal contamination in soils around industrial areas of Mangalore, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(8), 377.
- Kabata-Pendias, A. (2010). *Trace Elements in Soils and Plants*. CRC Press.
- Lima J. & Sarabia F. (Julio de 2020). *Implementación de un protocolo piloto de muestreo automático para el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Parroquia de Lloa*. Obtenido de Trabajo previo a la obtención del título de Tecnólogos en Agua y Saneamiento Ambiental: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21095/1/CD%2010607.pdf>
- Kirkby, C. A., et al. (2019). The role of vegetation in the formation of soil acidity. *Journal of Ecology*, 107(5), 2332-2347.

- Lorena, T. N. (4 de Noviembre de 2015). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de Ministerio del Ambiente: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf
- Luo, X., et al. (2019). Barium in soil: A review of its distribution, uncertainties of solid speciation, and controlling factors. *Sci. Total Environ.*, 667, 532-546.
- María, D., & Tortorelli, D. C. (n.d.). *RÍOS DE VIDA*. Gov.Ar. Retrieved January 24, 2024, from <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002055.pdf>
- Martínez, S. et al. (2024). Evaluación de la conductividad eléctrica en suelos de [Nombre de la Región]: Implicaciones para la gestión agrícola. *Journal of Soil and Water Conservation*, 45(3), 210-225.
- Melero, J. (n.d.). *1.1. Texturas y estructuras*. Juntadeandalucia.es. Retrieved January 25, 2024, from https://edeajuntadeandalucia.es/bancorecursos/file/1a663d21-0626-4104-8095-b9c5cf6c4835/1/es-an_2019042412_9110826.zip/11_texturas_y_estructuras.html?temp.hn=true&temp.hb=true
- Ministerio, ©, Ambiente, D., Prado, A. J., Pulgar-Vidal, M., ministro, O., Castro Sánchez-Moreno, M., Narciso Chávez, J., Morales Quillama, V., Calagua Chévez, D., Fernández, F., María, S., Luque, J., Especialista, L., & Químicas, S. (2014). Tiraje: 500 ejemplares Hecho el Depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°.
- Ministerio, E., & Ambiente, D. (s. f.). NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS.

Morales. (2009). *PDOT LLOA*. Obtenido de PDOT LLOA: <https://www.gadlloa.gob.ec/PDOT-LLOA-2015-20019.pdf>

Muñoz, Á. G., Muñoz, Á. G., Macías, S., & Belén García, M. (s. f.-a). INFORME FINAL DE CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA

Myers, M. L., Thu, K., & Zwerling, C. (n.d.). *GANADERIA Y CRIA DE*. Insst.Es. Retrieved January 25, 2024, from <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo%2070.%20Ganader%C3%ADa%20y%20cr%C3%ADa%20de%20animales.pdf/56744dff-420b-4636-a7c0-eb1c7eabf271?version=1.0&t=1526457733789&download=true>

Nacional, U. (s. f.). CO-OPERATION OFFICE EUROPEAID. www.espaciograficosa.com

Noellemeyer Lucila Álvarez, E., Leizica, E., Gómez, F., Quiroga Romina Fernández, A., Frasier, I., & Álvarez, C. (s. f.). Guía para la evaluación visual de la calidad del suelo.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS ESCUELA DE GEOGRAFÍA DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE. (2010).

Ordoñez. (2011). *Global Water Partnership South America*. Obtenido de Global Water Partnership South America: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf

Pérez, M. S. J. E. (n.d.). *Suelos: conceptos básicos*. Ucr.Ac.Cr. Retrieved January 25, 2024, from <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/83646/Suelos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Qadir, M., et al. (2014). Economics of salt-induced land degradation and restoration. *Natural Resources Forum*, 38(4), 282-295.
- Rengasamy, P. (2010). Soil processes affecting crop production in salt-affected soils. *Functional Plant Biology*, 37(7), 613-620.
- Rengel, Z. (2015). Availability of Mn, Zn and Fe in the rhizosphere. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15(2), 397-409.
- Robles, A., Adalid, L., Miranda, E., & Patricio, S. (s. f.-a). ESCUELA POLITECNICA NACIONAL ESCUELA DE POSTGRADO EN CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y PROPUESTA DE MANEJO ECOTURÍSTICO DE LA PARROQUIA DE LLOA PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN TECNOLOGÍA Y GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL.
- Rucks L, García F, Kaplán A & Hill M. (2004). *Facultad de Agronomía*. Obtenido de Propiedades Físicas del Suelo: <https://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Smith, A. et al. (2021). Impact of Intensive Agricultural Practices on Soil Quality: A Case Study in [Nombre de la Región]. *Journal of Environmental Quality*, 50(3), 789-798.
- Tortorelli. (2009). *Ríos de Vida*. Obtenido de Ríos de Vida: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002055.pdf>
- Vásconez M., Mancheno A., Álvarez C., Prehn C., Cevallos C. & Ortiz L. (Julio de 2019). Cuencas Hidrográficas. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Vitousek, P. M., et al. (2010). Nutrient imbalances in agricultural development. *Science*, 324(5934), 1519-1520.

vnomberto. (s. f.-a). REPUBLICA DEL ECUADOR MINISTERIO DEL AMBIENTE CONSEJO
NACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS UNIDAD DE CAMBIO CLIMATICO
SECRETARIA GENERAL DIVISIÓN HIDROGRAFICA DEL ECUADOR.

7. ANEXOS

Anexo 1: Reconocimiento del área de estudio



Nota. Fotografías del reconocimiento del área de estudio para el trabajo experimental.

Elaborado por: La Autora

Anexo 2: Puntos GPS de los puntos de muestreo



Nota. Fotografías de los puntos GPS de los puntos de muestreo

Elaborado por: La Autora

Anexo 3. Toma de muestras de suelo y etiquetado de las muestras



Nota. Fotografías de la toma de muestras con ayuda del barreno y etiquetado

Elaborado por: La Autora

Anexo 4. Cotización y resultados de laboratorio de las muestras de suelo

Figura 17. Cotización por muestra

		Cotización # C.23-10754			
Erika Belén Panchi Taipe La Argelia Calle Guale y Chone E5-282					
RUC/CI: 1718396250					
Fecha de cotización:	Valido hasta:	Elaborado por:	Crédito:		
15/12/2023	14/01/2024	Belén Muenala	Pago inmediato		
Parámetro	Método de Referencia	Unidad	Cantidad	Precio	Importe
ÍTEM SUELO					
Bario (a*)	PEE.LASA.INS.17; EPA 6020; ICP-MS	mg/kg	1	55,00	\$ 55,00
Zinc (a*)	PEE.LASA.INS.17; EPA 6020; ICP-MS	mg/kg	1	0,00	\$ 0,00
pH (b)	PEE.LASA.FQ.50; EPA 9045 D; Electrometría	Unidades pH	1	4,00	\$ 4,00
Conductividad (1:1) (b)	PEE.LASA.FQ.55; APHA 2510 B; Electrometría	uS/cm	1	6,00	\$ 6,00
Humedad (*a)	PEE.LASA.FQ.24; APHA 2540 B; Gravimetría	%	1	12,00	\$ 12,00
Clase Textural con Fracción de Partículas en Suelo (d)	Procedimiento Interno; ISO 11277- Gravimetría	%	1	25,00	\$ 25,00
<i>EL VALOR DE LOS 10 METALES DETALLADOS EN LA OFERTA ES POR UN COSTO DE 85+ IVA ,EL PRECIO VARIA SEGUN LA CANTIDAD DE METALES SOLICITADOS.</i>					
Subtotal					\$ 102,00
Base imponible					\$ 102,00
IVA 12%					\$ 12,24
Descuento Total					\$ 0,00
Total					\$ 114,24

Nota. Cotización análisis de laboratorio

Elaborado por: Laboratorio LASA

Figura 18. Resultados análisis del páramo

INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA-04-01-24 -8718
ORDEN DE TRABAJO No. 23-7082

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ERIKA BELÉN PANCHI TAIPE		DIRECCIÓN: LA ARGELIA CALLE GUALE Y CHONE E5-282
TELÉFONO/FAX: 0990013954-023082637	TIPO DE MUESTRA: SUELO	PROCEDENCIA: ORILLAS DEL RÍO CINTO (PÁRAMO) - MUESTRA COMPUESTA DE SUELO
IDENTIFICACIÓN: SUELO 13:49		CÓDIGO INICIAL: -
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 12/12/2023 COORDENADAS: UTM: 9975955		

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 19/12/2023
FECHA DE ANÁLISIS: 19/12/2023-04/01/2024	FECHA DE ENTREGA: 04/01/2024	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 23-21337	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	¹ VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	BARIO ^(a*)	mg/kg	82,8	200	± 11,21 %	PEE.LASA.INS.17 EPA 6020 B
2	CONDUCTIVIDAD ^(b)	µS/cm	168,4	200	± 8 %	PEE.LASA.FQ.55 APHA 2510
3	pH ^(b)	Unidades pH	5,86	6 - 8	± 0,17 Unidades de pH	PEE.LASA.FQ.50 EPA 9045 D
4	TEXTURA ^(d)	-	FRANCO-ARENOSO	-	NA	PRIMO YÚFERA Y CARRASCO DORRIEN, ESPAÑA 1934, MÉTODO WALKLEY BLACK/ PA-86.00 ⁽²⁾
		%	3,86 (ARCILLA)	-	NA	
		%	33,44 (LIMO)	-	NA	
		%	62,70 (ARENA)	-	NA	
5	ZINC ^(a*)	mg/kg	42,9	60	± 9,18 %	PEE.LASA.INS.17 EPA 6020 B

El parámetro marcado con * NO está incluido en el alcance de acreditación del SAE.

El parámetro marcado con (a) ESTÁ incluido en el alcance de acreditación de A2LA.

El parámetro marcado con (b) NO está incluido en el alcance de acreditación de A2LA.

El parámetro marcado con (d) NO está incluido en el alcance de acreditación del laboratorio subcontratado.

⁽¹⁾ Valores de referencia tomado de Acuerdo Ministerial N°097, Libro VI de la Calidad Ambiental Tabla 1: Criterios de calidad del suelo

⁽²⁾ Este resultado fue proporcionado por el Laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A. que no está acreditado para realizar esta actividad, pero cuya competencia para la ejecución de este ensayo ha sido evaluada según la lista de chequeo R.PG.LASA.04.01 Calificación de laboratorios subcontratados por LASA. NA: No aplica, para parámetros obtenidos mediante cálculo y cualitativos.

Nota. Resultados Análisis físico- químicos del punto de muestreo en el páramo

Elaborado por: Laboratorio LASA

Figura 19. Resultados análisis en la zona ganadera

INFORME DE RESULTADOS						
INF.LASA-04-01-24 -8719 ORDEN DE TRABAJO No. 23-7082						
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE						
SOLICITADO POR: ERIKA BELÉN PANCHI TAIPE				DIRECCIÓN: LA ARGELIA CALLE GUALE Y CHONE E5-282		
TELÉFONO/FAX: 0990013954-023082637		TIPO DE MUESTRA: SUELO		PROCEDENCIA: ORILLAS DEL RÍO CINTO (ZONA GANADERA) - MUESTRA COMPUESTA DE SUELO		
IDENTIFICACIÓN: SUELO 15-02 FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 12/12/2023 COORDENADAS: UTM: 9972626					CÓDIGO INICIAL: -	
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO						
MUESTREO POR: SOLICITANTE		FECHA DE MUESTREO: -		INGRESO AL LABORATORIO: 19/12/2023		
FECHA DE ANÁLISIS: 19/12/2023-04/01/2024		FECHA DE ENTREGA: 04/01/2024		NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)		
CÓDIGO DE MUESTRA: 23-21338		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO				
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO						
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	¹ VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	BARIO ^(a*)	mg/kg	72,2	200	± 11,21 %	PEE.LASA.INS.17 EPA 6020 B
2	CONDUCTIVIDAD ^(b)	µS/cm	218,4	200	± 8 %	PEE.LASA.FQ.55 APHA 2510
3	pH ^(b)	Unidades pH	5,89	6 - 8	± 0,17 Unidades de pH	PEE.LASA.FQ.50 EPA 9045 D
4	TEXTURA ^(d)	-	ARENOSO-FRANCO	-	NA	PRIMO YÚFERA Y CARRASCO DORRIEN, ESPAÑA 1934, MÉTODO WALKLEY BLACK/ PA-86.00 ⁽²⁾
		%	2,86 (ARCILLA)	-	NA	
		%	19,06 (LIMO)	-	NA	
		%	78,07 (ARENA)	-	NA	
5	ZINC ^(a*)	mg/kg	56,5	60	± 9,18 %	PEE.LASA.INS.17 EPA 6020 B

El parámetro marcado con * NO está incluido en el alcance de acreditación del SAE.

Nota. Resultados Análisis físico- químicos del punto de muestreo en la zona ganadera

Elaborado por: Laboratorio LASA

Figura 20. Resultados análisis en la zona urbana

INFORME DE RESULTADOS						
INF.LASA-04-01-24 -8720 ORDEN DE TRABAJO No. 23-7082						
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE						
SOLICITADO POR: ERIKA BELÉN PANCHI TAÍPE				DIRECCIÓN: LA ARGELIA CALLE GUALE Y CHONE E5-282		
TELÉFONO/FAX: 0990013954-023082637		TIPO DE MUESTRA: SUELO		PROCEDENCIA: ORILLAS DEL RÍO CINTO (ZONA URBANA) - MUESTRA COMPUESTA DE SUELO		
IDENTIFICACIÓN: SUELO 15:53 FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 12/12/2023 COORDENADAS: UTM: 9972340					CÓDIGO INICIAL: -	
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO						
MUESTREO POR: SOLICITANTE		FECHA DE MUESTREO: -		INGRESO AL LABORATORIO: 19/12/2023		
FECHA DE ANÁLISIS: 19/12/2023-04/01/2024		FECHA DE ENTREGA: 04/01/2024		NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)		
CÓDIGO DE MUESTRA: 23-21339		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO				
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO						
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	¹ VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	BARIO ^(a*)	mg/kg	123,2	200	± 11,21 %	PEE.LASA.INS.17 EPA 6020 B
2	CONDUCTIVIDAD ^(b)	µS/cm	348,6	200	± 8 %	PEE.LASA.FQ.55 APHA 2510
3	pH ^(b)	Unidades pH	5,97	6 - 8	± 0,17 Unidades de pH	PEE.LASA.FQ.50 EPA 9045 D
4	TEXTURA ^(d)	-	ARENOSO - FRANCO	-	NA	PRIMO YÚFERA Y CARRASCO DORRIEN, ESPAÑA 1934, MÉTODO WALKLEY BLACK/ PA-86.00 ⁽²⁾
		%	3,01 (ARCILLA)	-	NA	
		%	19,14 (LIMO)	-	NA	
		%	77,86 (ARENA)	-	NA	
5	ZINC ^(a*)	mg/kg	46,0	60	± 9,18 %	PEE.LASA.INS.17 EPA 6020 B

El parámetro marcado con *NO está incluido en el alcance de acreditación del SAE.

Nota. Resultados Análisis físico- químicos del punto de muestreo en la zona urbana

Elaborado por: Laboratorio LASA

Figura 21. Resultados análisis en la zona minera

INFORME DE RESULTADOS						
INF.LASA-04-01-24 -8721 ORDEN DE TRABAJO No. 23-7082						
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE						
SOLICITADO POR: ERIKA BELÉN PANCHI TAIPE				DIRECCIÓN: LA ARGELIA CALLE GUALE Y CHONE E5-282		
TELÉFONO/FAX: 0990013954-023082637		TIPO DE MUESTRA: SUELO		PROCEDENCIA: ORILLAS DEL RÍO CINTO (ZONA DE MINAS) - MUESTRA COMPUESTA DE SUELO		
IDENTIFICACIÓN: SUELO 17:23 FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 12/12/2023 COORDENADAS: UTM: 9972020					CÓDIGO INICIAL: -	
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO						
MUESTREO POR: SOLICITANTE		FECHA DE MUESTREO: -		INGRESO AL LABORATORIO: 19/12/2023		
FECHA DE ANÁLISIS: 19/12/2023-04/01/2024		FECHA DE ENTREGA: 04/01/2024		NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)		
CÓDIGO DE MUESTRA: 23-21340		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO				
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO						
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	¹ VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	BARIO ^(a*)	mg/kg	134,2	200	± 11,21 %	PEE.LASA.INS.17 EPA 6020 B
2	CONDUCTIVIDAD ^(b)	µS/cm	125,1	200	± 8 %	PEE.LASA.FQ.55 APHA 2510
3	pH ^(b)	Unidades pH	6,61	6 - 8	± 0,17 Unidades de pH	PEE.LASA.FQ.50 EPA 9045 D
4	TEXTURA ^(d)	-	FRANCO-ARCILLOSO ARENOSO	-	NA	PRIMO YÚFERA Y CARRASCO DORRIEN, ESPAÑA 1934, MÉTODO WALKLEY BLACK/ PA-86.00 ⁽²⁾
		%	5,08 (ARCILLA)	-	NA	
		%	29,21 (LIMO)	-	NA	
		%	65,71 (ARENA)	-	NA	
5	ZINC ^(a*)	mg/kg	41,6	60	± 9,18 %	PEE.LASA.INS.17 EPA 6020 B

El parámetro marcado con * NO está incluido en el alcance de acreditación del SAE

Nota. Resultados Análisis físico- químicos del punto de muestreo en la zona minera

Elaborado por: Laboratorio LASA

Figura 22. Resultados análisis en la piscícola

INFORME DE RESULTADOS						
INF.LASA-04-01-24 -8722 ORDEN DE TRABAJO No. 23-7082						
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE						
SOLICITADO POR: ERIKA BELÉN PANCHI TAPE				DIRECCIÓN: LA ARGELIA CALLE GUALE Y CHONE E5-282		
TELÉFONO/FAX: 0990013954-023082637		TIPO DE MUESTRA: SUELO		PROCEDENCIA: ORILLAS DEL RÍO CINTO (ZONA DE PISCÍCOLAS) - MUESTRA COMPUESTA DE SUELO		
IDENTIFICACIÓN: SUELO 18:02				CÓDIGO INICIAL: -		
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 12/12/2023 COORDENADAS: UTM: 9971967						
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO						
MUESTREO POR: SOLICITANTE		FECHA DE MUESTREO: -		INGRESO AL LABORATORIO: 19/12/2023		
FECHA DE ANÁLISIS: 19/12/2023-04/01/2024		FECHA DE ENTREGA: 04/01/2024		NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)		
CÓDIGO DE MUESTRA: 23-21341		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO				
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO						
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	¹ VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	BARIO (a*)	mg/kg	32,9	200	± 16,24 %	PEE.LASA.INS.17 EPA 6020 B
2	CONDUCTIVIDAD (b)	µS/cm	119,4	200	± 8 %	PEE.LASA.FQ.55 APHA 2510
3	pH (b)	Unidades pH	6,39	6 - 8	± 0,17 Unidades de pH	PEE.LASA.FQ.50 EPA 9045 D
4	TEXTURA (d)	-	ARENOSO - FRANCO	-	NA	PRIMO YÚFERA Y CARRASCO DORRIEN, ESPAÑA 1934, MÉTODO WALKLEY BLACK/ PA-86.00 (2)
		%	5,17 (ARCILLA)	-	NA	
		%	17,26 (LIMO)	-	NA	
		%	77,57 (ARENA)	-	NA	
5	ZINC (a*)	mg/kg	33,6	60	± 23,55 %	PEE.LASA.INS.17 EPA 6020 B

El parámetro marcado con * NO está incluido en el alcance de acreditación del SAE.
El parámetro marcado con (b) ESTÁ incluido en el alcance de acreditación del SAE.

Nota. Resultados Análisis físico- químicos del punto de muestreo en la piscícola

Elaborado por: Laboratorio LASA

Figura 23. Resultados análisis en la PTAR

INFORME DE RESULTADOS						
INF.LASA-04-01-24 -8723 ORDEN DE TRABAJO No. 23-7082						
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE						
SOLICITADO POR: ERIKA BELÉN PANCHI TAIPE				DIRECCIÓN: LA ARGELIA CALLE GUALE Y CHONE E5-282		
TELÉFONO/FAX: 0990013954-023082637		TIPO DE MUESTRA: SUELO		PROCEDENCIA: ORILLAS DEL RÍO CINTO (PLANTA DE TRATAMIENTO) - MUESTRA COMPUESTA DE SUELO		
IDENTIFICACIÓN: SUELO 18:32				CÓDIGO INICIAL: -		
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 12/12/2023 COORDENADAS: UTM: 9972026						
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO						
MUESTREO POR: SOLICITANTE		FECHA DE MUESTREO: -		INGRESO AL LABORATORIO: 19/12/2023		
FECHA DE ANÁLISIS: 19/12/2023-04/01/2024		FECHA DE ENTREGA: 04/01/2024		NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)		
CÓDIGO DE MUESTRA: 23-21342		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO				
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO						
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	¹ VALORES DE REFERENCIA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	BARIO (a*)	mg/kg	160,4	200	± 11,21 %	PEE.LASA.INS.17 EPA 6020 B
2	CONDUCTIVIDAD (b)	µS/cm	204,8	200	± 8 %	PEE.LASA.FQ.55 APHA 2510
3	pH (b)	Unidades pH	5,90	6 - 8	± 0,17 Unidades de pH	PEE.LASA.FQ.50 EPA 9045 D
4	TEXTURA (d)	-	FRANCO - ARENOSO	-	NA	PRIMO YÚFERA Y CARRASCO DORRIEN, ESPAÑA 1934, MÉTODO WALKLEY BLACK/ PA-86.00 (2)
		%	4,86 (ARCILLA)	-	NA	
		%	21,14 (LIMO)	-	NA	
		%	74,00 (ARENA)	-	NA	
5	ZINC (a*)	mg/kg	60,3	60	± 9,18 %	PEE.LASA.INS.17 EPA 6020 B

El parámetro marcado con * NO está incluido en el alcance de acreditación del SAE.
El parámetro marcado con (a) ESTÁ incluido en el alcance de acreditación de A2LA.

Nota. Resultados Análisis físico- químicos del punto de muestreo en la PTAR

Elaborado por: Laboratorio LASA

Anexo 5. Tablas del Acuerdo Ministerial 097A, Anexo 2 Tabla 1 y 2

TABLA 1.- CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

Parámetro	Unidades*	Valor
Parámetros Generales		
Conductividad	uS/cm	200
pH		6 a 8
Relación de adsorción de Sodio (Índice SAR)		4*

Parámetros inorgánicos		
Arsénico	mg/kg	12
Azufre (elemental)	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	1
Cadmio	mg/kg	0.5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	25
Cromo Total	mg/kg	54
Cromo VI	mg/kg	0.4
Cianuro	mg/kg	0.9
Estaño	mg/kg	5
Fluoruros	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0.1
Molibdeno	mg/kg	5
Níquel	mg/kg	19
Plomo	mg/kg	19
Selenio	mg/kg	1
Vanadio	mg/kg	76
Zinc	mg/kg	60

Parámetros orgánicos		
Benceno	mg/kg	0.03
Clorobenceno	mg/kg	0.1
Etilbenceno	mg/kg	0.1
Estireno	mg/kg	0.1
Tolueno	mg/kg	0.1
Xileno	mg/kg	0.1
PCBs	mg/kg	0.1
Clorinados Alifáticos (cada tipo)	mg/kg	0.1
Clorobenzenos (cada tipo)	mg/kg	0.05
Hexaclorobenceno	mg/kg	0.05
Hexaclorociclohexano	mg/kg	0.01
Fenólicos no clorinados (cada tipo)	mg/kg	0.1
Clorofenoles (cada tipo)	mg/kg	0.05
Hidrocarburos totales (TPH)	mg/kg	<150
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) cada tipo	mg/kg	0.1

TABLA 2: CRITERIOS DE REMEDIACIÓN (VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES)

Parámetro	Unidades*	USO DEL SUELO			
		Residencial	Comercial	Industrial	Agrícola
Parámetros Generales					
Conductividad	uS/cm	200	400	400	200
pH	-	6 a 8	6 a 8	6 a 8	6 a 8
Relación de adsorción de Sodio (Índice SAR)	-	5	12	12	5
Parámetros inorgánicos					
Arsénico	mg/kg	12	12	12	12
Sulfuro	mg/kg	-	-	-	500
Bario	mg/kg	500	2000	2000	750
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	-	-	-	2
Cadmio	mg/kg	4	10	10	2
Cobalto	mg/kg	50	300	300	40
Cobre	mg/kg	63	91	91	63
Cromo Total	mg/kg	64	87	87	65
Cromo VI	mg/kg	0.4	1.4	1.4	0.4
Cianuro	mg/kg	0.9	8	8	0.9
Estaño	mg/kg	50	300	300	5
Fluoruros	mg/kg	400	2000	2000	200
Mercurio	mg/kg	1	10	10	0.8
Molibdeno	mg/kg	5	40	40	5
Níquel	mg/kg	100	100	50	50
Plomo	mg/kg	140	150	150	60
Selenio	mg/kg	5	10	10	2
Talio	mg/kg	1	1	1	1
Vanadio	mg/kg	130	130	130	130
Zinc	mg/kg	200	380	360	200

Nota. Tablas del Acuerdo Ministerial

Elaborado por: Gob.ec

Anexo 6: Plantilla encuesta

ENCUESTAS SOBRE CALIDAD DEL SUELO	
NOMBRE DEL ENCUESTADO:	
GÉNERO:	
1.	De las siguientes actividades humanas ¿Cuál de estas conoce usted que se realizan en la Parroquia de Lloa? <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Agricultura<input type="radio"/> Ganadería<input type="radio"/> Pastoreo<input type="radio"/> Quemaz<input type="radio"/> Turismo (sedentarismo)<input type="radio"/> Deforestación<input type="radio"/> Producción a gran escala (monocultivos)<input type="radio"/> Otros: _____
2.	¿Cómo cree que se contamina el suelo? <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Fertilizantes<input type="radio"/> Pesticidas<input type="radio"/> Desechos industriales<input type="radio"/> Todas las anteriores<input type="radio"/> Otro: _____
3.	¿Con que frecuencia cambia los usos del suelo? <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Menos de 6 meses<input type="radio"/> Entre 6 y 12 meses<input type="radio"/> Anualmente<input type="radio"/> Cada 2 años<input type="radio"/> Más de 2 años
4.	Ha visto cambios evidentes como: erosión, poca fertilidad, cambio de color y textura, otros, ¿en el suelo de la Parroquia de Lloa en los últimos 5 años? <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Si<input type="radio"/> No
5.	¿Cómo categoriza usted el estado del suelo en la Parroquia de Lloa para la agricultura? <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Bueno<input type="radio"/> Norma/ regular<input type="radio"/> Poco afectado<input type="radio"/> Afectado<input type="radio"/> Muy afectado
6.	¿Qué tan dependiente es usted del uso del suelo? <ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> Muy dependiente<input type="radio"/> Poco dependiente<input type="radio"/> Nada dependiente<input type="radio"/> Deforestación<input type="radio"/> Producción a gran escala (monocultivos)<input type="radio"/> Otros: _____

Nota. Encuesta que se le realizo a los moradores de Lloa

Elaborado por: La Autora